



# MEDIO AMBIENTE

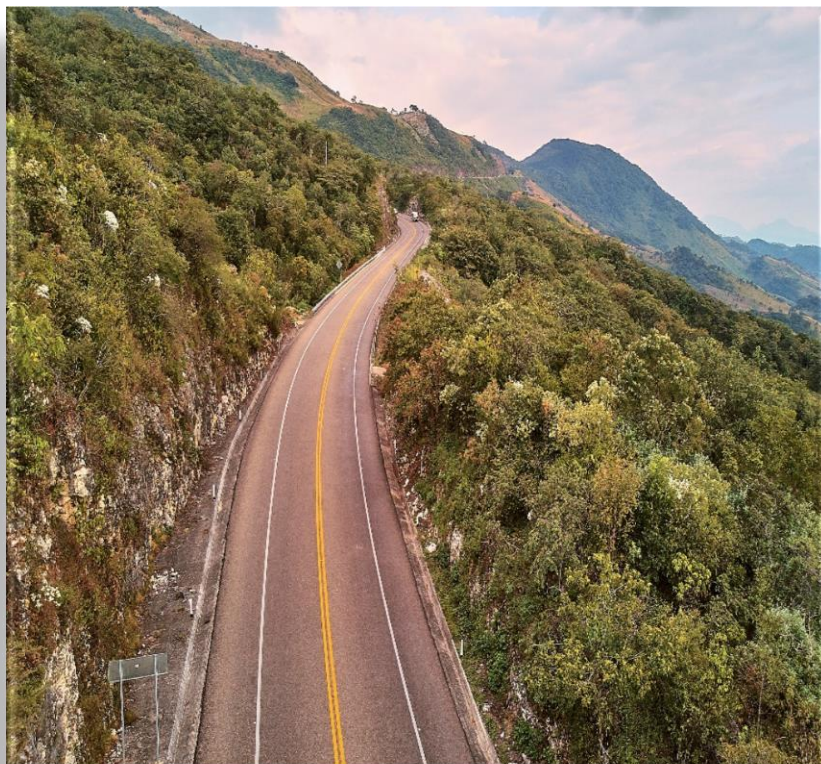
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**

# CAPÍTULO I

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



## I. Contenido

<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. ....</b>	<b>3</b>
<b>I.1. Datos generales del proyecto .....</b>	<b>3</b>
I.1.1. Nombre del proyecto .....	3
I.1.2. Ubicación del proyecto .....	3
I.1.3. Duración del proyecto .....	3
<b>I.2. Datos generales del Promovente.....</b>	<b>4</b>
I.2.1. Nombre o razón social .....	4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyente del promovente.....	4
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente. ....	4
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones. ....	4
<b>I.3. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental .....</b>	<b>4</b>
I.3.1. Nombre o razón social .....	4
I.3.2. Dirección .....	4

## II. Figuras

<i>Fig. I.1 Localización del proyecto.....</i>	<i>3</i>
--	----------

## 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

**Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.**

#### I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se localizará entre los municipios de Tuxtla Gutiérrez y San Cristóbal de las Casas en el Estado de Chiapas, como se puede identificar en la siguiente imagen.

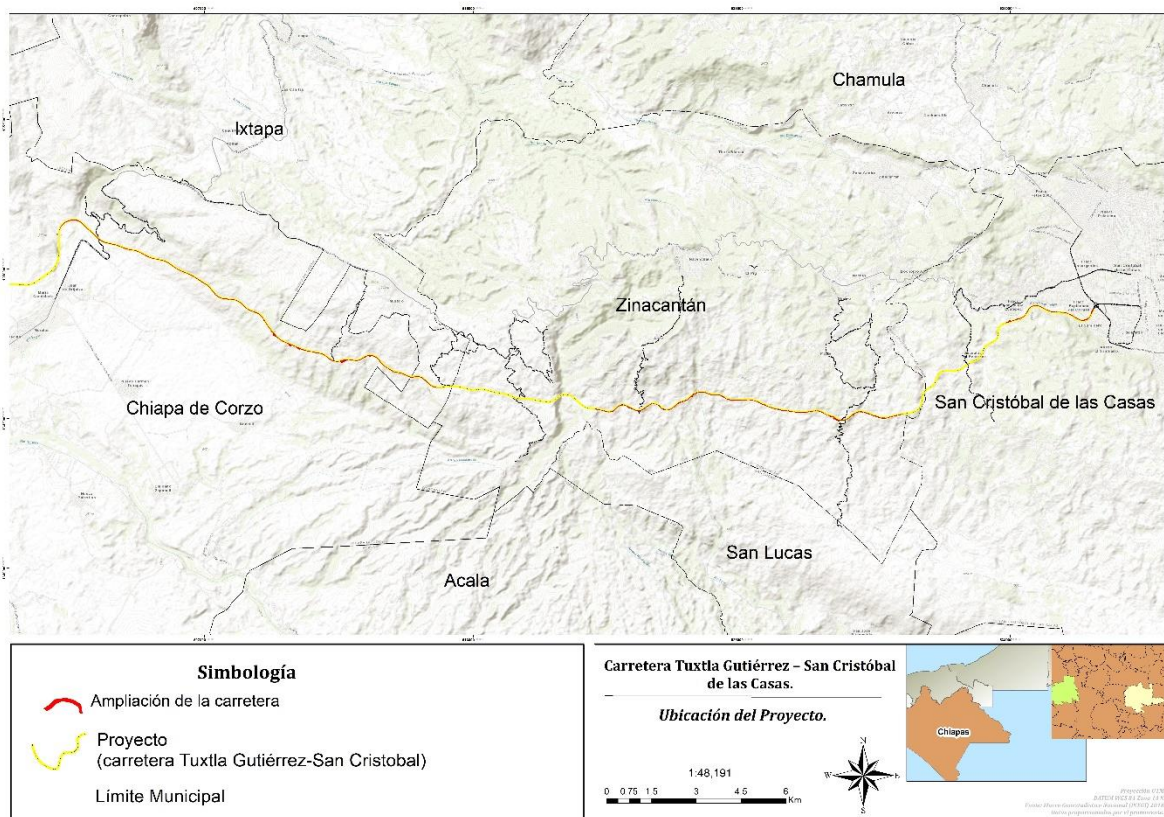


Fig. I.1 Localización del proyecto

#### I.1.3. Duración del proyecto

Se estima una vida útil para el presente proyecto de 65 años, y un tiempo de ejecución de las obras de 42 meses.

## I.2. Datos generales del Promovente

### I.2.1. Nombre o razón social

**Concesionaria de Autopistas del Sureste, S.A. de C.V.**

### I.2.2. Registro Federal de Contribuyente del promovente

CAS0709283G5

### I.2.3. Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.

Pablo Madueño Marín.

Escritura Pública 36309

### I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

Calle Mississippi 49 Piso 7, Colonia Cuauhtémoc,

Alcaldía Cuauhtémoc, CP 06500, Ciudad de México

Correos electrónicos:

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

## I.3. Datos generales del responsable del Documento Técnico Unificado

### I.3.1. Nombre o razón social

[REDACTED]

### I.3.2. Dirección

Av. Coyoacán Núm. 1049, Casa 3, Col. Del Valle

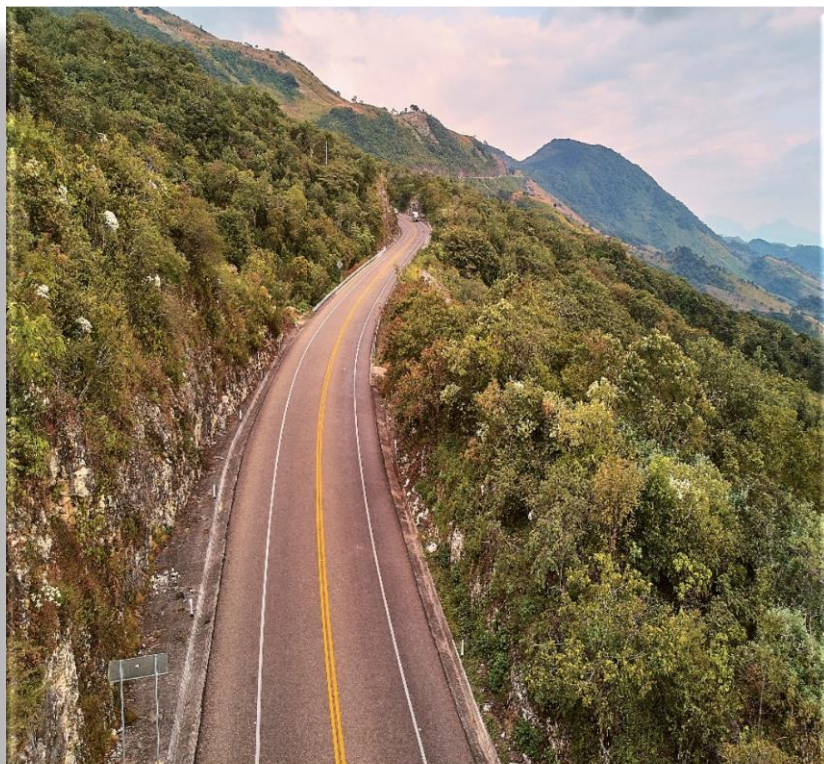
Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03100, Ciudad de México

Correo electrónico:

[REDACTED]

# CAPÍTULO II

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



## I. Contenido

<b>II. Descripción de las obras y actividades.</b>	<b>5</b>
<b>II.1. Introducción</b>	<b>5</b>
<b>II.2. Información del proyecto</b>	<b>5</b>
II.2.1. Naturaleza del proyecto.	6
II.2.2. Objetivo.	7
II.2.3. Justificación.	7
II.2.4. Ubicación física	8
II.2.5. Vías de acceso.	9
II.2.6. Inversión requerida.	9
II.2.7. Vida útil del proyecto.	9
II.2.8. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.	10
<b>II.3. Características particulares del proyecto</b>	<b>10</b>
II.3.1. Programa de trabajo.	11
II.3.2. Superficies del proyecto.	14
II.3.3. Desplante general del proyecto.	14
II.3.4. Obras del proyecto.	18
II.3.5. Obras e instalaciones provisionales.	20
II.3.6. Preparación del sitio	21
II.3.7. Desmonte y despalme.	21
II.3.8. Trazo y nivelación.	21
II.3.9. Demoliciones.	22
<b>II.4. Construcción.</b>	<b>22</b>
II.4.1. Ampliación de la carretera.	22
II.4.2. Ampliación transversal de puentes.	26
II.4.3. Ampliación de Pasos Inferiores Vehiculares (PIV).	39
II.4.4. Modernización de rampas de frenado de emergencia.	43
II.4.5. Modernización de entronque.	46
II.4.6. Obras de drenaje.	47
II.4.7. Obras provisionales.	48
II.4.8. Señalamientos.	52
<b>II.5. Operación</b>	<b>52</b>
<b>II.6. Mantenimiento y conservación.</b>	<b>53</b>
<b>II.7. Personal e insumos.</b>	<b>54</b>
<b>II.8. Maquinaria y equipo.</b>	<b>55</b>
<b>II.9. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.</b>	<b>56</b>
II.9.1. Inventario de recursos forestales.	56
II.9.2. Manejo de residuos forestales.	0
<b>II.10. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO.</b>	<b>0</b>
<b>II.11. Desmantelamiento y abandono.</b>	<b>14</b>
<b>II.12. Generación de residuos.</b>	<b>14</b>

## Tablas y Figuras

Tabla II.1. Programa de trabajo. ....	12
Tabla II.2 Superficies del proyecto.....	14
Tabla II.3 Coordenadas UTM (Datum WGS84) de las parcelas establecidas de SBC para caracterizar la vegetación en la superficie del proyecto. ....	58
Tabla II.4 Coordenadas UTM (Datum WGS84) de las parcelas establecidas de BPQ para caracterizar la vegetación en la superficie del proyecto. ....	61
Tabla II.5 Coordenadas UTM (Datum WGS84) de las parcelas establecidas de BQP para caracterizar la vegetación en la superficie del proyecto. ....	63
Tabla II.6 Volumen de las materias primas forestales estimado en cada sitio de muestreo para el tipo de vegetación de Selva Baja Caducifolia. ....	65
Tabla II.7 Volumen de las materias primas forestales estimado para la superficie de cambio de suelo (especie maderables de SBC).....	67
Tabla II.9 Volumen de las materias primas forestales por propietario estimado para la superficie del proyecto (especie maderables). ....	77
Tabla II.10 Volumen de las materias primas forestales estimado en cada sitio de muestreo para el tipo de vegetación de BPQ.....	79
Tabla II.11 Volumen de las materias primas forestales estimado para la superficie de cambio de suelo (especie maderables de BPQ).....	80
Tabla II.12 Volumen de las materias primas forestales por propietario estimado para la superficie del proyecto de BPQ (especie maderables).....	88
Tabla II.13 Volumen de las materias primas forestales estimado en cada sitio de muestreo para el tipo de vegetación de Bosque de Encino - Pino.....	90
Tabla II.14 Volumen de las materias primas forestales estimado para la superficie de cambio de suelo (especie maderables de BQP).....	0
Tabla II.15 Volumen de las materias primas forestales por propietario estimado para la superficie del proyecto (especie maderables). ....	0
Tabla II.16 Valoración de los recursos biológicos forestales Medicinales en el área de cambio de uso de suelo. ....	2
Tabla II.17 Valoración de los recursos biológicos forestales Ornamentales en el área de cambio de uso de suelo.2	
Tabla II.18 Valoración de los recursos biológicos forestales totales de Selva Baja Caducifolia. ....	4
Tabla II.19 Valoración de los recursos biológicos forestales Maderables en el área de cambio de uso de suelo. ....	5
Tabla II.20 Valoración de los recursos biológicos forestales Medicinales en el área de cambio de uso de suelo. ..	6
Tabla II.21 Valoración de los recursos biológicos forestales Ornamentales en el área de cambio de uso de suelo.6	
Tabla II.22 Valoración de los recursos biológicos forestales totales de Bosque Pino-Encino. ....	7
Tabla II.23 Valoración de los recursos biológicos forestales Medicinales en el área de cambio de uso de suelo. ..	7
Tabla II.24 Valoración de los recursos biológicos forestales Ornamentales en el área de cambio de uso de suelo.7	
Tabla II.25 Valoración de los recursos biológicos forestales totales de Bosque Encino-Pino. ....	8
Tabla II.26 Cuadro de resumen de valoración de los recursos forestales totales en los tipos de vegetación existentes en el área de proyecto.....	8
Tabla II.27 Valoración de reptiles.....	9
Tabla II.28 Valoración de mamíferos. ....	9
Tabla II.29 Valoración de las aves. ....	9
Tabla II.30 Resumen de valoración de fauna por clase. ....	11
Tabla II.31 Generación de residuos. ....	15
Fig. II.1 Ubicación física.....	8
Fig. II.2 Vías de acceso. ....	9
Fig. II.3 Usos de Suelo y Vegetación.....	10
Fig. II.4 Ubicación Subtramo I.....	15
Fig. II.5 Ubicación Subtramo II.....	16



Fig. II.6 Ubicación Subtramo III .....	17
Fig. II.7. Modernización de entronque. ....	20
Fig. II.8 Trazo del proyecto .....	22
Fig. II.9 Sección tipo en corte talud .....	23
Fig. II.10 Sección tipo en terraplén (muro de contención).....	23
Fig. II.11 Sección tipo en terraplén .....	24
Fig. II.12 Evidencia fotográfica bancos de material. ....	25
Fig. II.13 Estructura de un camino.....	26
Fig. II.14 Puente “Albino Corzo” .....	27
Fig. II.15 Sección transversal en caballetes .....	27
Fig. II.16 Sección transversal en pilas. ....	28
Fig. II.17 Puente “El Federalista” .....	29
Fig. II.18 Sección transversal. ....	29
Fig. II.19 Sección transversal "El Federalista" .....	30
Fig. II.20 Puente Ixtapa. ....	30
Fig. II.21 Sección transversal caballetes Puente Ixtapa.....	31
Fig. II.22 Sección transversal Puente Ixtapa. ....	32
Fig. II.23 Puente Multajo. ....	32
Fig. II.24 Sección transversal caballetes Puente Multitajo. ....	33
Fig. II.25 Sección transversal Puente Multitajo. ....	33
Fig. II.26 Excavación en el sitio. ....	34
Fig. II.27 Armado de zapatas y columnas.....	34
Fig. II.28 Colado de elementos estructurales. ....	35
Fig. II.29 Estructura tipo puente El Federalista. ....	35
Fig. II.30 Habilitado de pilas. ....	36
Fig. II.31 Señalamiento provisional. ....	36
Fig. II.32 Demolición de guarnición. ....	37
Fig. II.33 Demolición de losa de calzada.....	37
Fig. II.34 Colado de cabezales. ....	37
Fig. II.35 Montaje de vigas. ....	38
Fig. II.36 Armado y colado de losa. ....	38
Fig. II.37 Ampliación terminada. ....	39
Fig. II.38 Sección transversal ampliada. ....	39
Fig. II.39 Sección tipo PIV km 27+744.....	40
Fig. II.40 Sección tipo PIV 31+398 .....	40
Fig. II.41 sección tipo PIV km 33+076.00.....	41
Fig. II.42 Sección tipo PIV KM 33+576 .....	41
Fig. II.43 Sección tipo PIV KM 35+060.84 .....	42
Fig. II.44 Sección tipo PIV KM 35+870.57 .....	42
Fig. II.45 Rampa km 13+300.....	44
Fig. II.46 Rampa km 25+681.....	45
Fig. II.47 Rampa km 34+786.....	45
Fig. II.48 Entronque existente acceso San Cristóbal. ....	46
Fig. II.49 Diseño modernización de entronque. ....	47
Fig. II.50 Sección de Cunetas y Contracunetas. ....	48
Fig. II.51 Señalamiento horizontal y vertical en carreteras. ....	52
Fig. II.52 Contenedor para residuos. ....	16

## II. Descripción de las obras y actividades.

### II.1. Introducción

Una carretera es una infraestructura especialmente acondicionada, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. Por tal motivo el presente proyecto pretende realizar mejoras sobre la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas, de tal manera que siga ofreciendo una adecuada movilidad a través de una suficiente velocidad de operación.

Actualmente la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las casas es de Tipo A2, cuenta con dos carriles, uno por cada sentido de dirección, diseñada para una velocidad permisible de hasta 90 km/h, tiene una longitud total de 46.5 km y permite la comunicación entre los municipios de Tuxtla Gutiérrez y San Cristóbal de las Casas. Esta vía de comunicación ha provocado un gran beneficio a las localidades aledañas ya que ha permitido el mejoramiento de las comunicaciones del altiplano chiapaneco con la capital del estado, facilita el traslado de bienes y servicios, y reduce costos de operación vehicular para los usuarios. Aunado a lo anterior el aforo vehicular en esta vía ha aumentado, por tal motivo se tiene la necesidad de realizar mejoras, para que la carretera siga siendo una alternativa viable para los usuarios, pero sobre todo que el traslado sobre esta vía mantenga las medidas de seguridad pertinentes. El Proyecto “Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas”, pretende realizar trabajos de ampliación de un tercer carril en zonas con mayor conflicto vehicular, así como también, las modernizaciones de rampas de frenado emergente y del entronque en San Cristóbal. Esto de acuerdo al estudio del Estudio de Nivel de Servicio realizado en la zona.

### II.2. Información del proyecto.

El proyecto con nombre “**Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas**”, que en adelante será nombrado como **el proyecto**, promovido por la **Secretaría de Comunicaciones y Transportes**, consistirá en la ampliación de un tercer carril sobre la autopista que corre de Tuxtla Gutiérrez a San Cristóbal de las Casas, en el Estado de Chiapas. Dicha carretera en la actualidad es de tipo A2 de dos carriles, uno en cada sentido, y con un ancho de derecho de vía de 60 m y una longitud total de 46.5 km.

La ampliación del tercer carril solo se llevara a cabo en tres tramos de la autopista, esto de acuerdo al aforo vehicular presentado en la actualidad, por lo tanto la longitud total de la ampliación corresponde a 29.36 km de los 46.5 km de longitud de la carretera. Los subtramos en que se realizara la ampliación se mencionan a continuación:

**Sub tramo 1:** Ampliación lado derecho 14.87 km, del kilometraje **5+910 al 20+775** (ampliación de cuatro puentes)

**Sub Tramo 2:** Ampliación lado derecho 11.02 km, del kilometraje **26+175 al 37+200**.

**Sub Tramo 3:** ampliación lado izquierdo de 3.47 km, del kilometraje **42+265 al 45+735**.

En los primeros y últimos metros de cada sub tramo el ancho del carril a incorporar presentará un desvanecimiento para unirse al cuerpo de la carretera existente, sin que haya vegetación en esa zona por corresponder al cuerpo de la carretera, por lo que el estudio forestal consideró los siguientes kilometrajes:

**Sub Tramo 1:** del 6+060.00 al 20+760.00

**Sub Tramo2:** del 26+540 al 37+020

**Sub Tramo 3:** del 42+500 al 46+500

Esta ampliación de un carril en los tramos señalados estará incorporada sobre el derecho de vía con el que cuenta la carretera; así mismo, debido a los trabajos de ampliación será necesario la ampliación de cuatro puentes, siete Pasos Inferiores Vehiculares (PIV), la modernización del entronque de San Cristóbal de las Casas (km 46+000) y las rampas de frenado existentes en el km 13+300, 25+670 y 34+800.

### II.2.1. Naturaleza del proyecto.

Este proyecto pretende la ampliación de un tercer carril en sitios puntuales de la carretera “Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas” en un total de **29.36 km**, con el objetivo de ampliar la capacidad de la carretera, permitir el correcto flujo vehicular y que la carretera mantenga las medidas de seguridad adecuadas. Al mismo tiempo se necesitará realizar la ampliación de cuatro puentes, siete PIV, la modernización de un entronque y de tres rampas de frenado existentes dando un total **53.268 ha** como superficie de ocupación por el proyecto, de las cuales solo 10.9257 ha necesitarán Cambio de Uso de Suelo.

De acuerdo a las obras y actividades que se necesitarán para el desarrollo del proyecto, los trabajos a ejecutar se clasifican según el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) en actividades secundarias dentro del rubro de la construcción, en específico obras de ingeniería civil.

### II.2.2. Objetivo.

El objetivo del presente proyecto es realizar la ampliación a un tercer carril de la carretera Tuxtla Gutiérrez- San Cristóbal de las Casas en solo tres tramos, para permitir un flujo constante de los vehículos sobre la vía, evitar aglomeraciones y accidentes.

### II.2.3. Justificación.

**Técnica:** Debido al tránsito diario presentado sobre la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas, se ve la necesidad de realizar la ampliación de un tercer carril en los tramos más conflictivos de la vía para evitar la congestión vehicular y evitar accidentes.

**Económica:** La construcción de una carretera es siempre de gran beneficio a las comunidades ya que sirven como vía de comunicación, permitiendo un intercambio social, cultural y sobre todo económico entre las mismas. Todos estos beneficios se prevén con el proyecto, e incluso, traerá consigo un beneficio adicional de reducción de costos de operación vehicular y facilitar el traslado de personas y bienes que transiten por esta vía.

**Social:** La carretera existente trae beneficio a las comunidades que conecta, ya que reduce tiempos de conexión entre un poblado y otro, pero debido al aumento del tránsito estos tiempos de traslado han incrementado debido a las características de la carretera; por tal motivo se ve la necesidad de realizar ampliaciones en ciertos puntos de la carretera para dar una mejor fluidez al tránsito, evitar demoras entre traslados y sobre todo dar seguridad a la vía. Al mismo tiempo la comunidad se verá beneficiada por la generación de empleos temporales durante el desarrollo del proyecto.

**Ambiental:** Dado que la ampliación de la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas, se llevará a cabo dentro del margen del derecho de vía de la misma carretera, la afectación a la flora y fauna será mínima, ya que el área ya ha sido modificada con anterioridad. Con respecto a los bancos de material que se necesitarán para la construcción del proyecto, serán bancos que se encuentran en explotación, sin la

necesidad de crear o abrir nuevos bancos, disminuyendo con ello los impactos ambientales.

#### II.2.4. Ubicación física

El proyecto se localizará entre los municipios de Tuxtla Gutiérrez y San Cristóbal de las Casas en el Estado de Chiapas, como se puede identificar en la siguiente imagen.

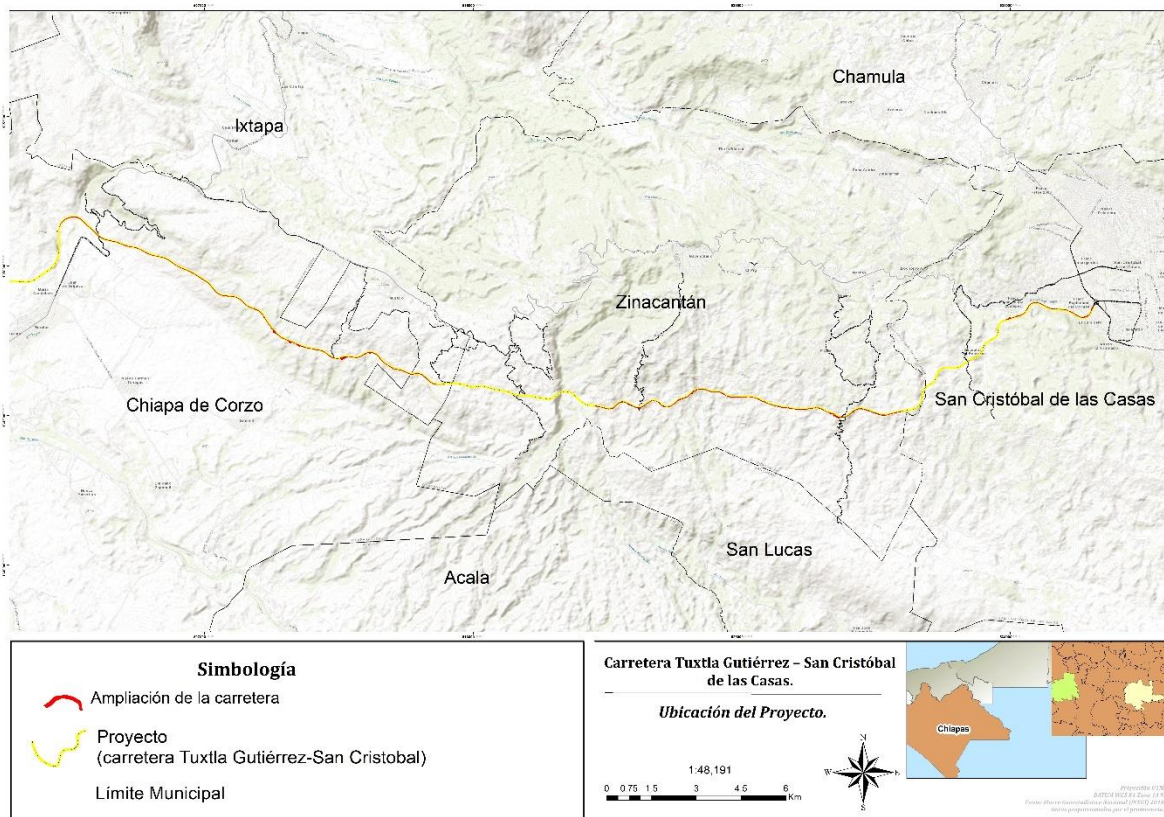


Fig. II.1 Ubicación física

### II.2.5. Vías de acceso.

El acceso a las obras del proyecto será por la misma carretera (Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas), sin la necesidad de abrir nuevos caminos (ver imagen).

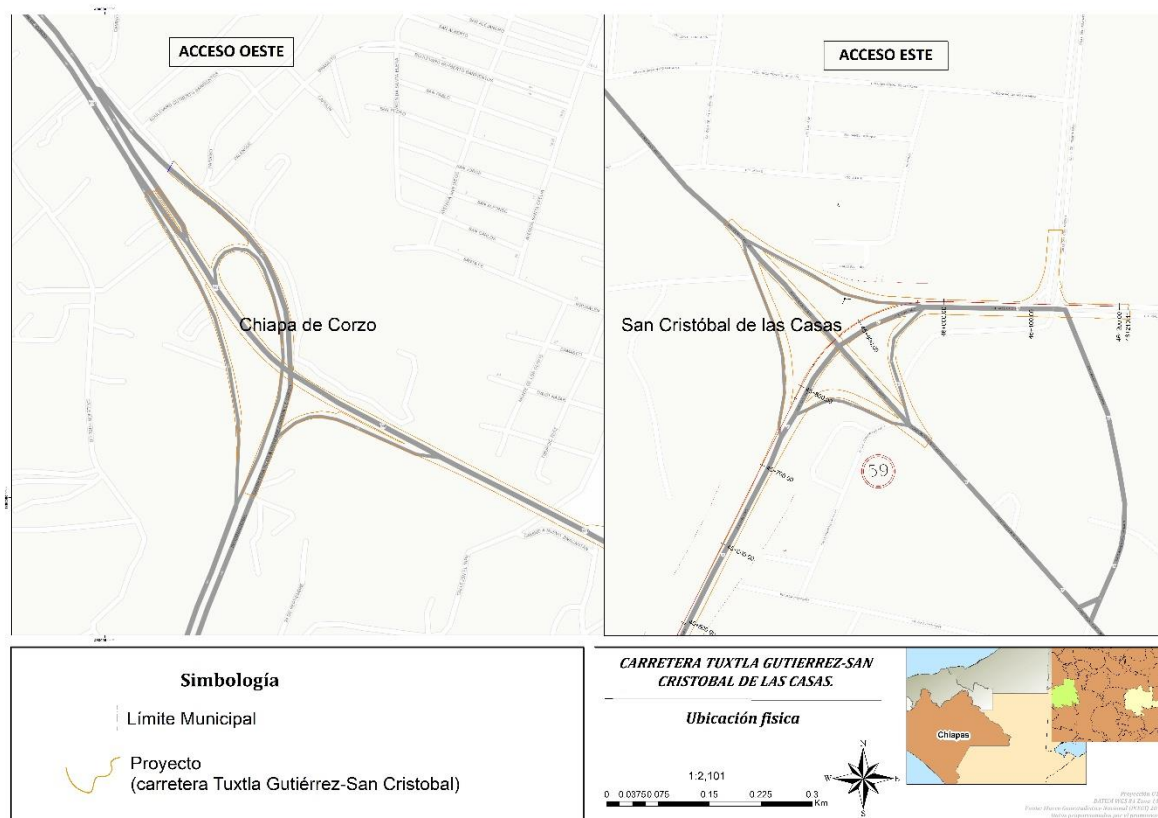


Fig. II.2 Vías de acceso.

### II.2.6. Inversión requerida

La inversión estimada para el proyecto será de \$ 900'000,000.00 M.N dentro del cual se contempla un porcentaje para las medidas ambientales de prevención, mitigación y compensación que deberán aplicarse.

### II.2.7. Vida útil del proyecto

El presente proyecto contempla una vida útil de 65 años; sin embargo, teniendo en consideración que de acuerdo a las necesidades de utilizar esta vía, y al mantenimiento que se le dará al cuerpo de la carretera y a todos sus componentes, se podrá prolongar su vida útil.

## II.2.8. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

Los usos actuales del suelo que se presentan sobre el trazo del proyecto son agricultura de temporal anual, vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino y bosque de pino-encino, esto de acuerdo a la Carta de uso de suelo y vegetación de INEGI 2016 serie VI, tal como se muestra en la siguiente imagen.

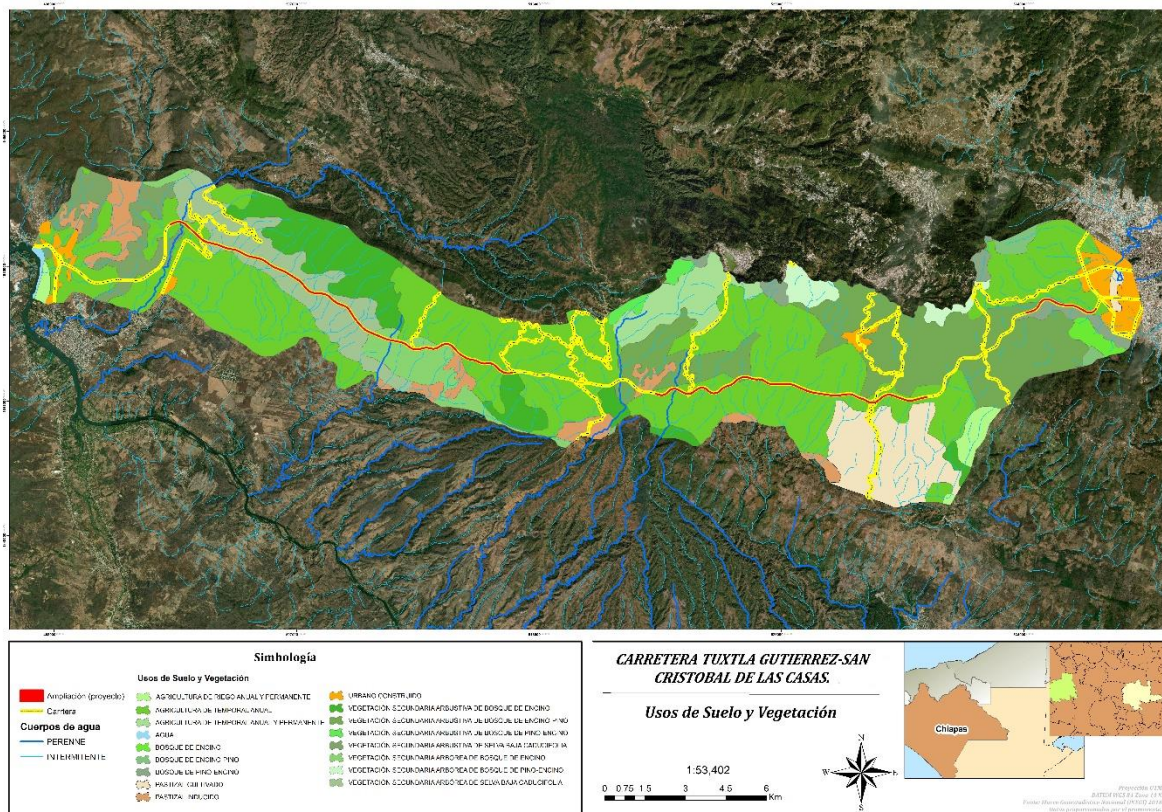


Fig. II.3 Usos de Suelo y Vegetación

Con respecto a los cuerpos de agua, hay escurrimientos a lo largo de la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas, por lo que ya se encuentran obras de drenaje que permiten el libre paso de los cauces, y el proyecto al ser una ampliación de un cuerpo carretero existente, solo considera realizar la adecuación de estas obras, sin tener que afectar la dirección de los escurrimientos.

## II.3. Características particulares del proyecto

Como ya se ha hecho mención, el proyecto consiste en la ampliación del **Sub tramo 1: Ampliación lado derecho 14.87 km, del kilometraje 5+910 al 20+775** (ampliación de cuatro puentes), **Sub Tramo 2: Ampliación lado derecho 11.02 km, del kilometraje**

**26+175 al 37+200 y Sub Tramo 3:** ampliación lado izquierdo de 3.47 km, del kilometraje **42+265 al 45+735**. Sobre la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas; esta ampliación tendrá una longitud total de 29.36 km considerando como límite la línea de ceros del proyecto, dando un total de 53.268 ha de ocupación, haciendo hincapié que dichos trabajos se realizarán sobre el Derecho De Vía de la carretera. La incorporación de un tercer carril, en tres tramos ya referidos, conlleva modificaciones a estructuras ya existentes como lo son puentes, obras de drenaje, rampas de frenado de emergencia, entre otras. A continuación se describen las características más a detalle y las superficies de ocupación del proyecto.

### **II.3.1. Programa de trabajo.**

Para la ejecución de los trabajos del proyecto, y de las gestiones de trámites y permisos correspondientes se estima un periodo de 42 meses. Este periodo se desglosa en la siguiente tabla donde se puede visualizar el tiempo estimado que conllevará cada etapa del proyecto.



Tabla II.1. Programa de trabajo.

ETAPA	OBRAS Y/O ACTIVIDADES	MES 1 AL 3	MES 3 AL 6	MES 6 AL 9	MES 9 AL 12	MES 12 AL 24	MES 24 AL 36	MES 32 AL 42	Vida útil 65 años
TRAMITES Y PERMISOS	Tramites y obtención de permisos por las autoridades correspondientes								
PREPARACIÓN DEL SITIO	Provisionales y pre operativos								
	Instalación de campamentos, talleres, almacenes y sanitarios								
	Desmante y despalme.								
CONSTRUCCIÓN	<b>Terracerías</b>								
	Trazo								
	Cortes								
	Terraplenes								
	<b>Obras de drenaje</b>								
	Excavación para estructuras								
	Alcantarillas, rellenos, cunetas.								
	Tratamiento de estabilización de terraplenes.								
	<b>Pavimentos</b>								
	Demoliciones								
	Sub-base y base								
	Carpeta de concreto asfaltico								
	<b>Estructuras: Puentes</b>								
	<b>Obra adicionales</b>								
	Rampas de frenado								
	Entronque								
<b>Señalamiento Horizontal y vertical</b>									
OPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y/O MANTENIMIENTO	<b>Conservación rutinaria, periódica y reconstrucción.</b>								
	Corona: limpieza de la superficie, calafateo de grietas, deshierbe, poreo, pintado de señalamiento horizontal, bacheo, reconstrucción de la capa asfáltica								

ETAPA	OBRAS Y/O ACTIVIDADES	MES 1 AL 3	MES 3 AL 6	MES 6 AL 9	MES 9 AL 12	MES 12 AL 24	MES 24 AL 36	MES 32 AL 42	Vida útil 65 años
	Derecho de vía: limpieza de gaviones, recolección de basura, cercado con postes y alambre de púas.								
	Obras complementarias: Mantenimiento a rampas, limpieza de señalamientos, recorridos de inspección, mantenimiento de puentes.								
	Obras de drenaje: limpieza y desazolve de cunetas y lavaderos, resanes, reconstrucción de cunetas, lavaderos, pozos de visita								
	Cortes y Terraplenes: Remoción de derrumbes, monitoreo de cortes y terraplenes, colocación de tierra vegetal.								

### II.3.2. Superficies del proyecto.

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto ocupará hasta donde indica la línea de ceros del proyecto, por lo que en la siguiente tabla se muestra las superficies de ocupación por tramo de ampliación.

Tabla II.2 Superficies del proyecto.

Subtramo	KM		HA
I	5+910.00	20+775	21.475
II	26+175	37+200	14.317
III	42+265	45+375	4.532
Entronque	45+000	46+000	5.441
Rampa 1		13+300	0.41
Rampa 2		25+681	0.31
Rampa 3		34+786	0.31
Obras Provisionales			6.473
		<b>TOTAL</b>	<b>53.268</b>

### II.3.3. Desplante general del proyecto

En las siguientes imágenes se pueden visualizar los tramos donde se realizará la incorporación del tercer carril. Las coordenadas de las obras se integran en el **anexo-coordenadas del proyecto**.

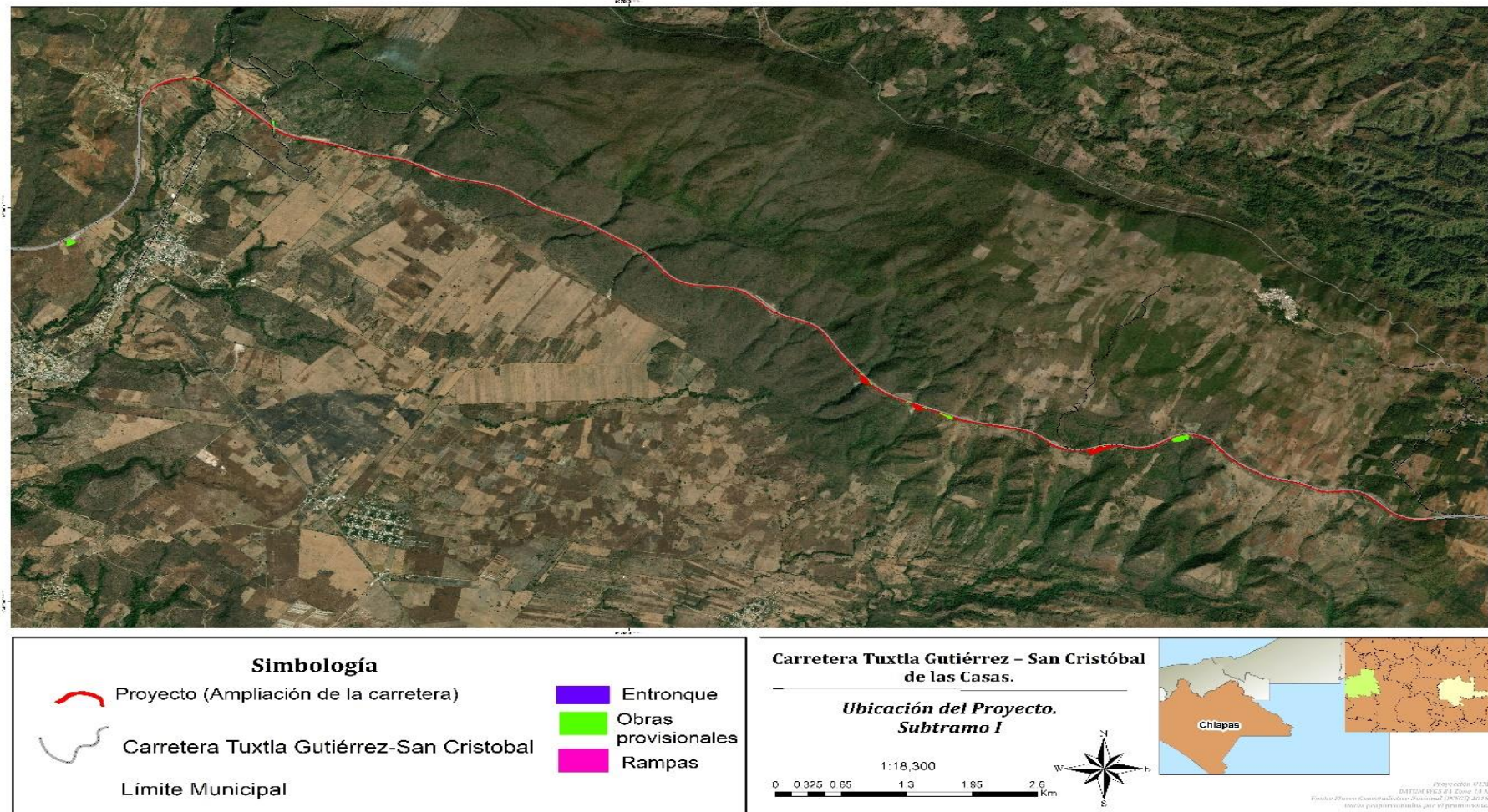


Fig. II.4 Ubicación Subtramo I

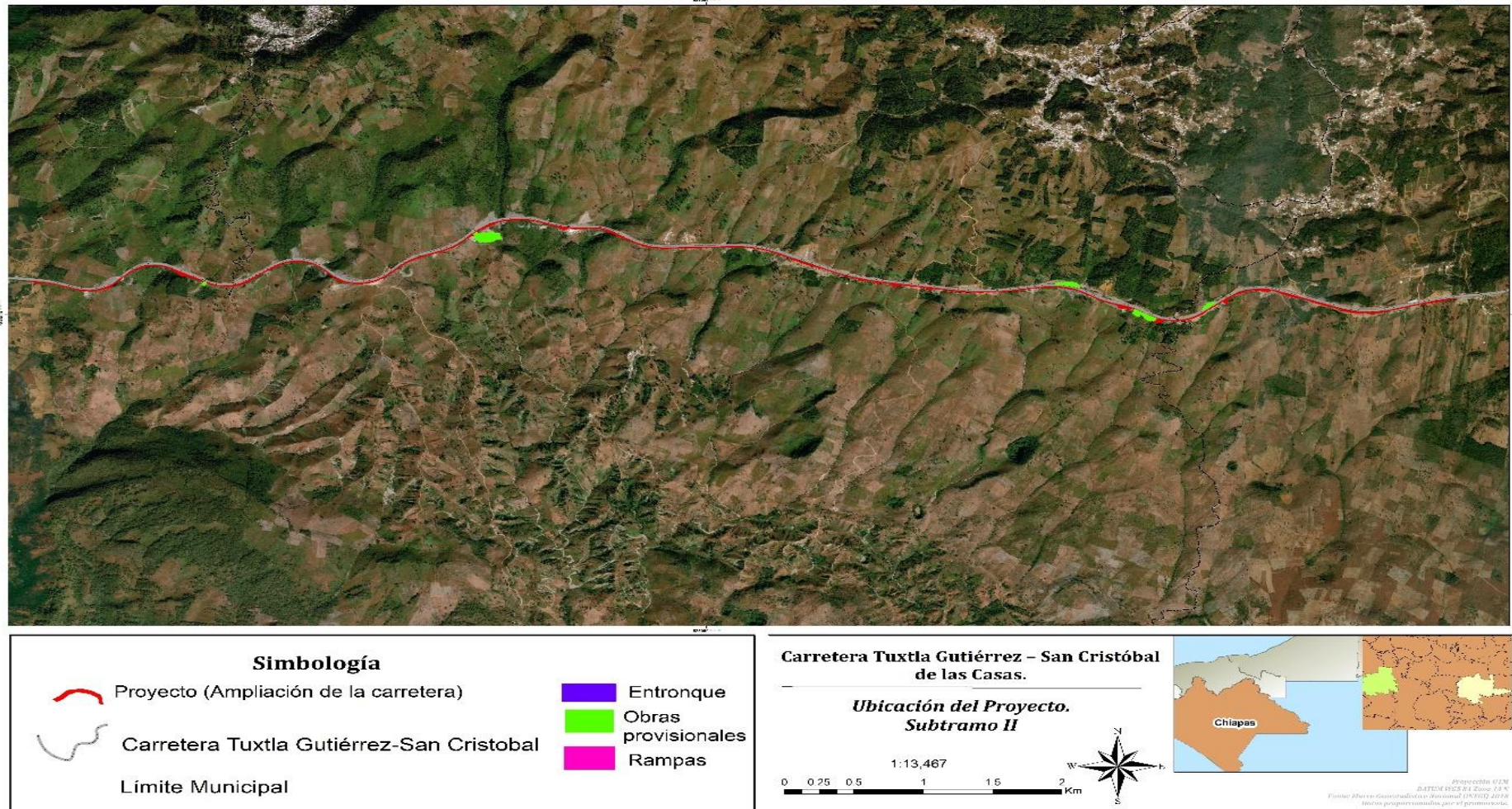


Fig. II.5 Ubicación Subtramo II

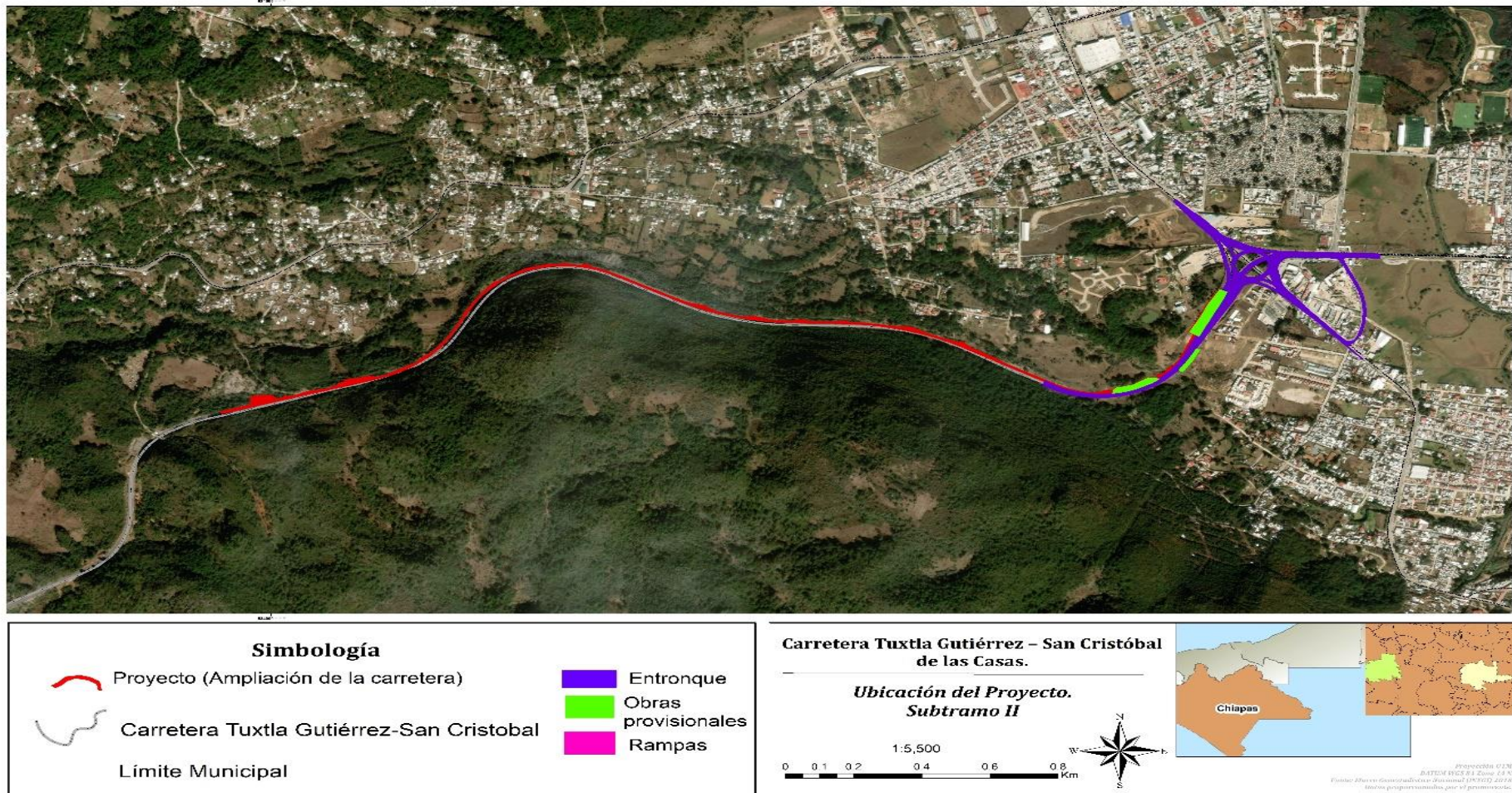


Fig. II.6 Ubicación Subtramo III

### II.3.4. Obras del proyecto.

Las obras a ejecutar en el presente proyecto serán las siguientes:

- ❖ **Ampliación de la carretera** (incorporación de un tercer carril en solo tres tramos)

La ampliación de la carretera (incorporación de un tercer carril), que es el objetivo primordial del proyecto, se llevará a cabo en solo tres tramos, empezando el kilometraje de Tuxtla Gutiérrez hacia San Cristóbal de las Casas. A continuación se menciona el tramo y kilometraje donde se llevará a cabo dicha ampliación

**Subtramo 1:** km 5+910 al km 20+775 con una longitud de 14.87 Km (lado derecho dirección San Cristóbal)

**Subtramo 2:** km 26+175 al km 37+200 con una longitud de 11.02 Km (lado derecho dirección San Cristóbal)

**Subtramo 3:** km 42+265 al km 45+735 con una longitud de 3.47 km (lado izquierdo dirección San Cristóbal)

Longitud total: 29.36 km

Esta ampliación tendrá un ancho de 3.5 m de la calzada, pero será necesario utilizar un área adicional (hasta la línea de ceros), para incorporar todos los elementos que integran la carretera como lo son, las cunetas, contra cunetas, lavaderos, etc. Así como realizar los cortes de talud y terraplenes que permiten dar estabilidad al cuerpo de la carretera. Estas obras quedad **dentro** del Derecho de Vía perteneciente a la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.

- ❖ **Ampliación de puentes.**

Derivado de la incorporación de un tercer carril , será necesario incrementar el ancho de cuatro puentes que se localizan sobre el trazo de los tramos considerados en el proyecto en los siguientes kilometrajes:

**Puente Ángel Albino-Corzo** km 6+648

**Puente El Federalista** km 14+576

**Puente Ixtapa** km 15+134

**Puentes Multajo** km 17+099

#### ❖ **Pasos Inferiores Vehiculares (PIV)**

La carretera interseca con otras vías las cuales pasan por PIV, por lo tanto requerirán ser ampliados por el proyecto. Estos PIV'S se localizan en los siguientes kilometrajes:

- Km 7+600.00
- Km 27+769.00
- Km 31+392.00
- Km 33+072.00
- Km 33+572.00
- Km 35+050.00
- Km 35+867.00

#### ❖ **Obras de drenaje.**

Así mismo, derivado de los trabajos se realizarán adecuaciones de las obras de drenaje **ya existentes**, para darles continuidad al libre paso de los escurrimientos que se encuentran en la zona, al igual que las cunetas y contra cunetas que son parte del cuerpo de la carretera y que serán modificadas.

Estas obras implicará el colocar tubería de acero, tubería de concreto o losas de concreto, según sea la necesidad de cada obra.

#### ❖ **Modernización de rampas de frenado de emergencia.**

Se realizará la modernización de rampas de frenado las cuales se localizan en los km 13+300, 25+681 y 34+786.



### ❖ Modernización de entronque.

Entre el kilómetro 45+700 al 46+000 existe un entronque que conecta la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas con el Periférico Oriente y El eje 1, en la entrada a San Cristóbal De las Casas, y el cual necesitará ser modificado, debido a que el diseño con el que está construido el entronque actual es peligroso para los usuarios.

El entronque será en tipo glorieta a desnivel con un total de doce ejes. El diseño de esta obra permitirá el movimiento a San Cristóbal de las Casas, Comitán, San Juan Chamula y la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas, en la siguiente grafico se ilustra el diseño de la obra.



Fig. II.7. Modernización de entronque.

### II.3.5. Obras e instalaciones provisionales.

Para la ejecución de los trabajos del proyecto será necesario el montaje de instalaciones provisionales, con el objetivo de tener zonas que permitan resguardar equipo de trabajo, fabricar algún insumo para la construcción de la vía o sirvan de almacén para algún tipo de material. A continuación se enlistan las obras e instalaciones provisionales que serán necesarias así como su ubicación.

- ✘ Almacén y fabricación de trabes de concreto.

- ✘ Planta de asfalto.
- ✘ Banco de tiro producto de despalme y excavación.
- ✘ Habilitado de acero y cimbra.

### II.3.6. Preparación del sitio

Previamente al comienzo de las actividades de construcción del proyecto, se procederá a la preparación del sitio, la cual consistirá principalmente en el rescate y reubicación de flora y fauna que sea susceptible de ello. Esta actividad se realizará con personal Técnico capacitado.

### II.3.7. Desmante y despalme.

Una vez realizada la actividad de rescate, reubicación de fauna y flora; se procederá con la limpieza del terreno realizando trabajos de desmante y despalme.

**El desmante** consistirá en la remoción (tala y roza) de vegetación existente en la zona.

**El despalme** implicará la extracción y retiro de la capa superficial del terreno (tierra vegetal) para evitar la mezcla con el material que se utilizará para terracerías.

Cabe mencionar que estas actividades se llevarán a cabo en la ampliación de la carretera (la cual se encuentra dentro del derecho de vía), en las zonas donde se implementarán las obras provisionales y en los bancos de material (de ser necesario). El material producto de esta actividad será colocado en las zonas de tiro que se dispondrán, en el **anexo-Bancos de tiro**, se integran coordenadas y croquis de localización; cabe mencionar, que estos bancos se encuentran en operación por lo que no requerirán la modificación del suelo.

### II.3.8. Trazo y nivelación.

Se procederá a realizar el trazo definitivo del proyecto sobre el terreno, con el objetivo de delimitar, ubicar y marcar los ejes del proyecto; al mismo tiempo se efectuarán trabajos de nivelación para identificar las zonas donde se tendrán que realizar cortes o rellenos de acuerdo a la topografía del terreno. Esto se realizará con equipo de topografía como se muestra en la imagen.



Fig. II.8 Trazo del proyecto

Fuente: tomada de internet como referencia.

### II.3.9. Demoliciones.

Una vez señalado el trazo sobre lo que será la ampliación, se procederá al desmantelamiento de las barras de contención, se demolerán los elementos que sean necesarios debido a la ampliación (bordillos, cunetas, lavaderos, entre otros) y 50 cm del pavimento existente para empalmar el nuevo carril.

## II.4. Construcción.

La etapa constructiva del proyecto implica diferentes obras y actividades las cuales se describen a continuación.

### II.4.1. Ampliación de la carretera.

Como se ha hecho mención los trabajos de ampliación de un carril se realizarán específicamente en tres tramos de la carretera “Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas”, como se muestra en el apartado de **Desplante general del proyecto**.

Esta ampliación implicara la modificación de los taludes, ampliación de terraplenes y de puentes inferiores vehiculares, además de modificar las obras complementarias (cunetas, contra cunetas, acotamientos entre otras).

#### II.4.1.1 Cortes y rellenos.

De acuerdo al estudio topográfico, el trazo donde se realizará la ampliación necesita de cortes (taludes) y rellenos (terraplenes), como se muestra en las siguientes secciones tipo.

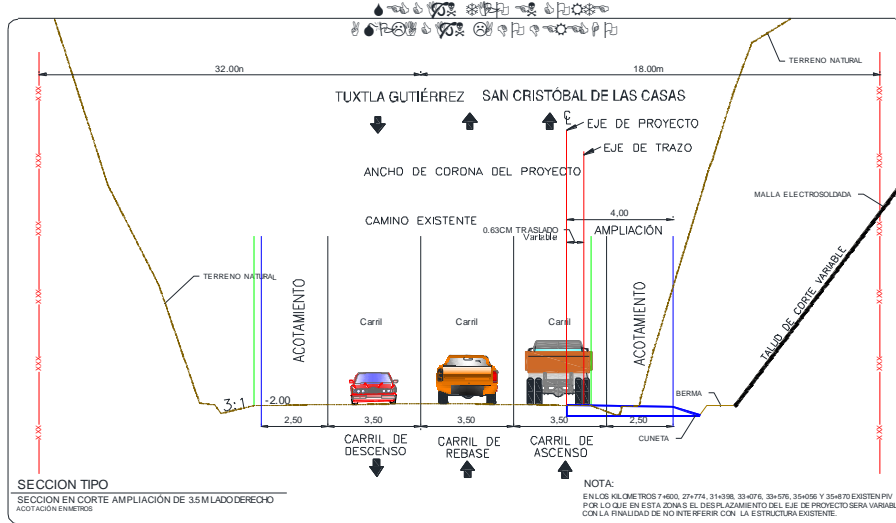


Fig. II.9 Sección tipo en corte talud

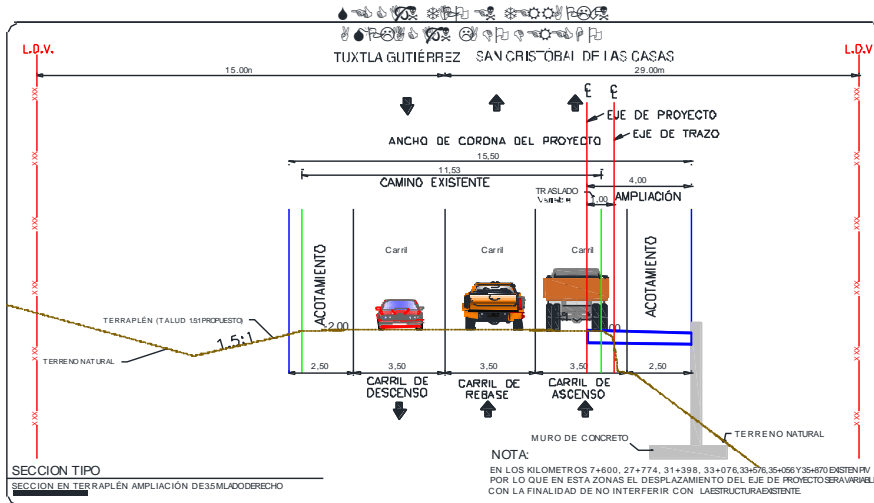


Fig. II.10 Sección tipo en terraplén (muro de contención)

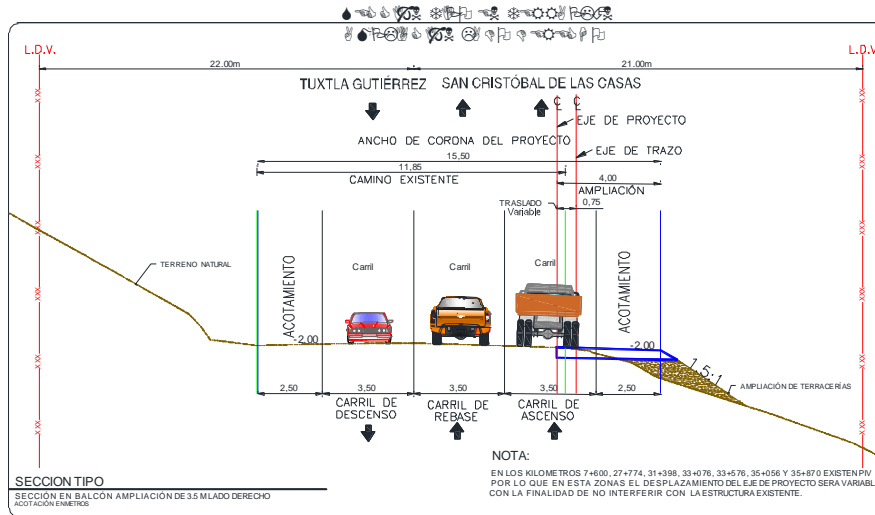


Fig. II.11 Sección tipo en terraplén

Para estos trabajos se llevarán a cabo las siguientes actividades.

### Corte de Talud:

**Terraplén:** se realizará un relleno en forma de talud con el objetivo de llegar al nivel indicado por el proyecto y formar un plano de apoyo adecuado para formar la subrasante de la vía como se muestra en la siguiente imagen.

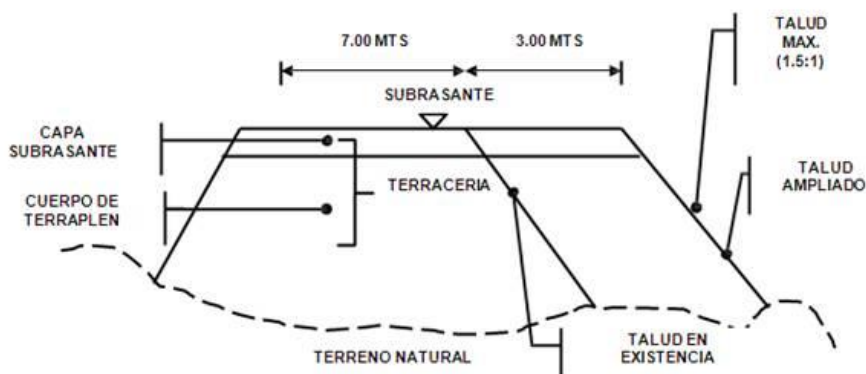


Ilustración 1 sección de terraplén

Fuente: tomada de internet como referencia.

El material que se necesitará para las terracerías, se obtendrá de bancos de material localizados cerca de los frentes de trabajo, los cuales se encuentran en explotación, tal como se muestra en las siguientes imágenes, adicionalmente en el anexo **Bancos de material y tiro**, se integran las coordenadas e información sobre estos.



Fig. II.12 Evidencia fotográfica bancos de material.

#### II.4.1.2 Pavimento.

Sobre la capa de subrasante debidamente terminada se construirá la sub base para colocar una capa de Base hidráulica de 27 cm de espesor, utilizando material de bancos que se encuentran en operación; el material será compactado al 100% y deberá cumplir con la norma N-CTR-CAR-1-04-002/11<sup>1</sup>. Posteriormente la base será impregnada por un riego con emulsión asfáltica de impregnación EAI-60, la cual deberá cumplir los lineamientos conforme a la norma N-CTR-CAR-1-04-004/15; seguidamente se aplicará un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica ECR-65. Finalmente se formará la carpeta de rodamiento, la cual estará conformada por concreto asfáltico de 15 cm de espesor compactada al 95%, tal como se muestra en la siguiente imagen.

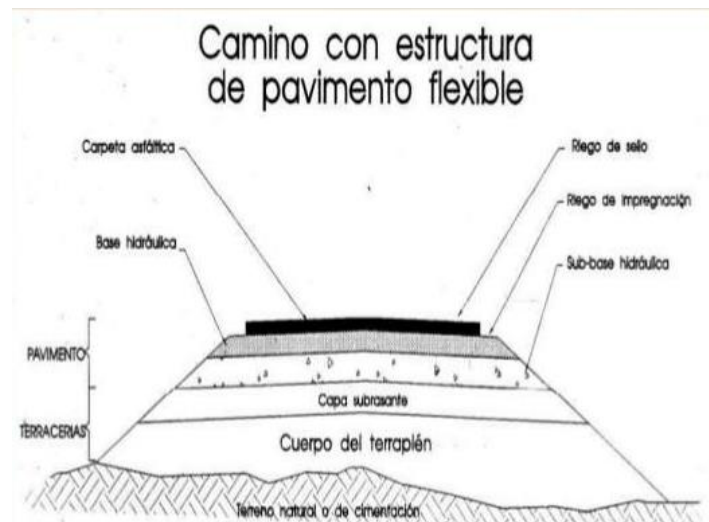


Fig. II.13 Estructura de un camino.

Fuente: tomada de internet como referencia.

Para evitar que el agua se introduzca por los poros de la carpeta asfáltica, para protegerla del desgaste y proporcionarle una superficie antiderrapante, se aplicara un riego de sello con emulsión catiónica ECR-65. Los materiales a utilizar para la carpeta de rodamiento del tercer carril serán suministrados por una empresa contratista autorizada.

#### II.4.2. Ampliación transversal de puentes.

Se realizarán trabajos de ampliación en puentes de acuerdo al trazo del proyecto, los cuales se describen a continuación.

##### I. Puente “Albino Corzo” km 6+648

Este puente está formado por 3 claros libremente apoyados (30.8 m, 30.73 m, 30.60m) con longitud total de 92.13m la losa de calzada actual esta sobre 9 traveses AASHTO Tipo IV, como se muestra en la siguiente imagen.



Fig. II.14 Puente "Albino Corzo"

Fuente: proporcionado por el promovente

La ampliación transversal se hará aumentando 4 metros el ancho de la losa de calzada en forma asimétrica quedando un ancho total de 17.70m, la ampliación de la losa se apoyará sobre 2 traveses AASHTO Tipo IV, en cada tramo del puente, dichas traveses descansarán sobre un cabezal tanto en caballetes como en pilas; los cabezales de los caballetes 1 y 4 estarán soportados por 2 pilastrones desplantados hasta el terreno firme.

En el caso de las pilas 2 y 3 los cabezales se apoyarán en una columna hueca de 1.80 m, la cual se apoyará en una zapata de concreto reforzado. Para el anclaje de la ampliación será necesario demoler el pavimento existente y una sección de los cabezales, tomando las medidas de seguridad pertinentes.

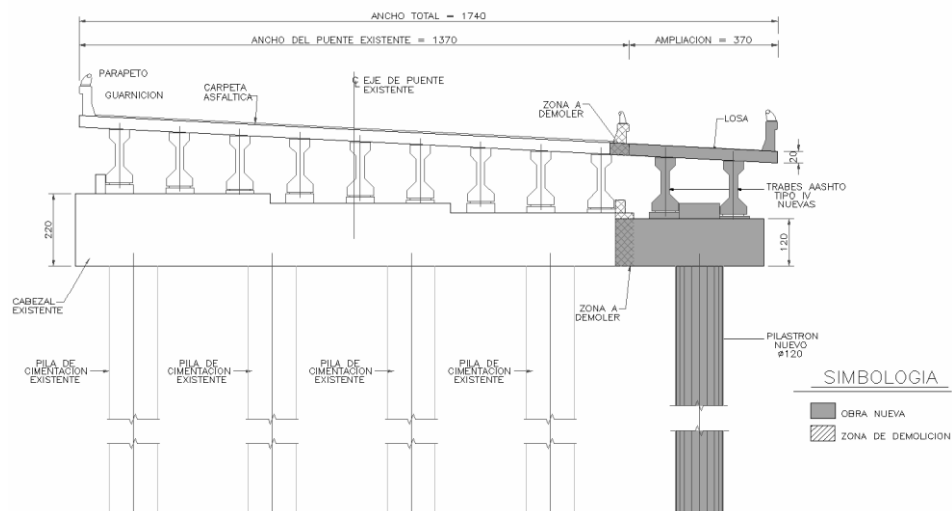


Fig. II.15 Sección transversal en caballetes

Fuente: proporcionado por el promovente.



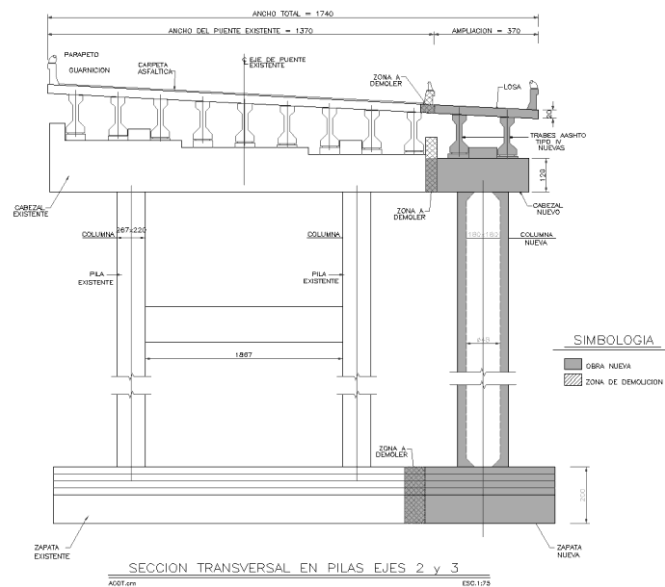


Fig. II.16 Sección transversal en pilas.

Fuente: proporcionado por el promovente

## II. Puente “EL FEDERALISTA” KM 14+576

Este puente está conformado por un arco de acero de paso a través de 88.0 m de claro principal y 2 claros laterales de 16 m de vigas metálicas con longitud total de 120.0 m, el material que se utilizó para este puente fue acero estructural grado 50, actualmente el ancho de la losa es de 13.0 m y se ampliará en forma asimétrica 4.0 m lado aguas abajo para lograr un ancho total de 17.0m

La losa de calzada descansa sobre 3 largueros espaciados entre si 2.65 m los cuales se apoyan en piezas de puente a cada 8.00 m, dichas piezas de puente están apoyadas sobre 2 armaduras las cuales descansan sobre la cimentación mediante un perno de 12” de diámetro en cada apoyo siendo un total de 4 apoyos.

La cimentación del claro principal es de concreto reforzado anclado al terreno mediante 4 anclas de cables de pre esfuerzo de 19 Ø 15-. La losa de los tramos laterales descansa sobre 5 largueros espaciados entre si 2.65 m los cuales se apoyan sobre piezas puente a cada 8 m, dichas piezas de puente están apoyadas sobre 2 vigas de acero grado 50 de 38” de peralte y a su vez apoyan sobre estribos 1 y 4 y pilas 2 y 3.



Fig. II.17 Puente "El Federalista"

Fuente: proporcionado por el promovente.

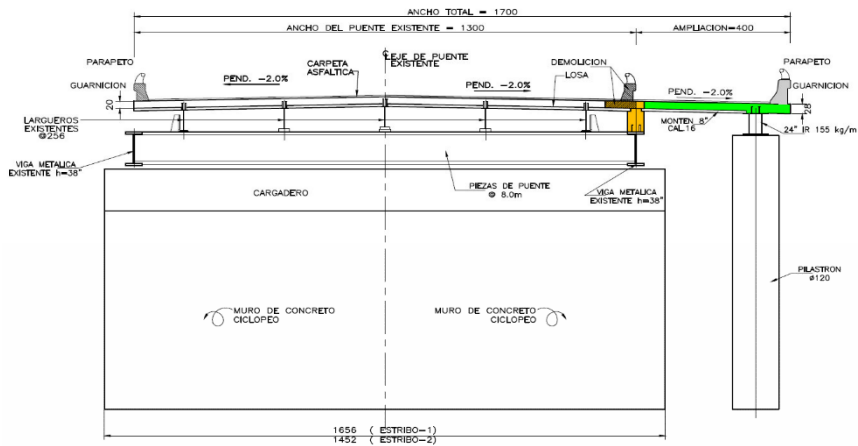


Fig. II.18 Sección transversal.

Fuente: proporcionado por el promovente.

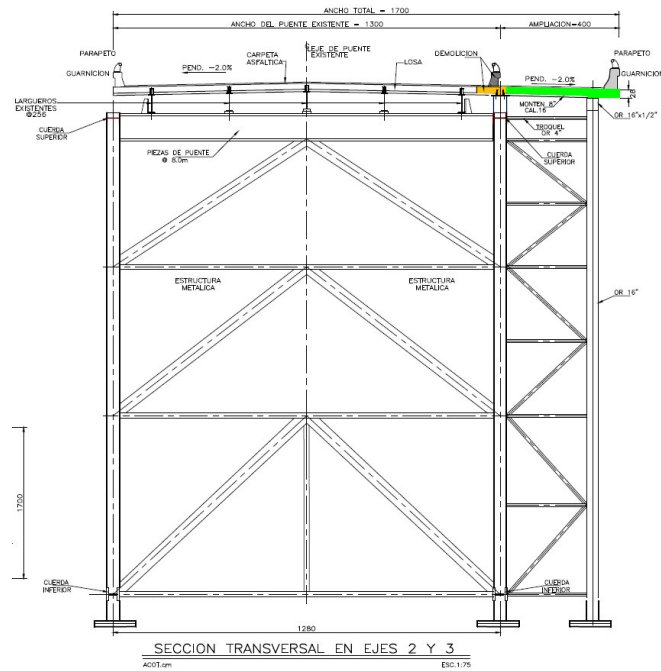


Fig. II.19 Sección transversal "El Federalista"

Fuente: proporcionado por el promovente

### III. Puente "Ixtapa" km 15+134

Este puente está conformado por 4 claros y vigas de acero estructural grado 50 (20.10 m; 40.70 m; 40.70 m y 19.90 m) con una longitud total de 121.40 m. Actualmente la losa de calzada tiene un vado de 12.8 m y se apoya en 6 traveses de acero estructural de alma llena ligadas entre sí, con contra-venteos verticales, como se muestra en la siguiente imagen.

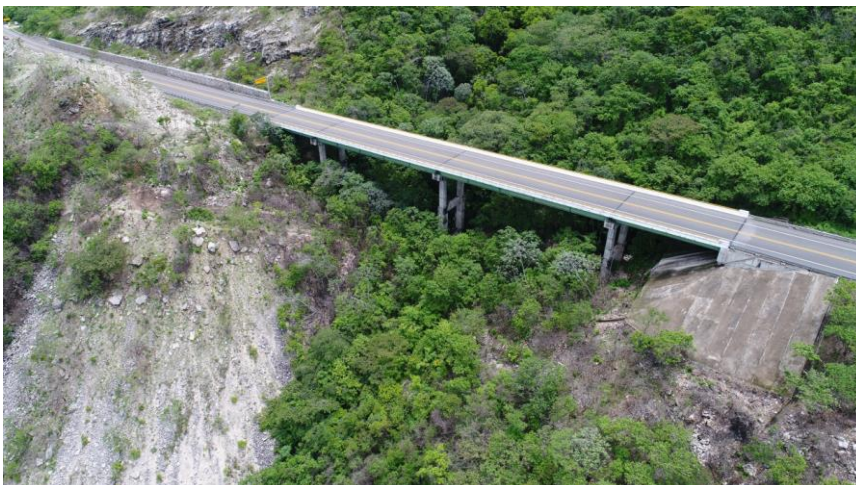


Fig. II.20 Puente Ixtapa.

Fuente: proporcionado por el promovente.

La ampliación será asimétrica, se aumentarán 2 traveses de acero estructural de 1. de peralte para los tramos 2-3 y 3-4; 2 traveses de acero estructural de 1.20 m para los tramos 1-2 y 4-5].

La losa se ampliará en 4.20 m en los 4 tramos, el ancho total de la losa será de 17.00 m. La subestructura en estribos 1 y 5 se conformará de un cabezal que a su vez se apoya sobre 4 pilastrones de 1.20 m de diámetro desplantados en terreno firme. En el caso de las pilas 2, 3 y 4 la subestructura está conformada por marcos con columnas de 1.40 x 2.60; dichos marcos se apoyan en una zapata de concreto reforzado, desplantadas en terreno firme (ver siguiente figura).

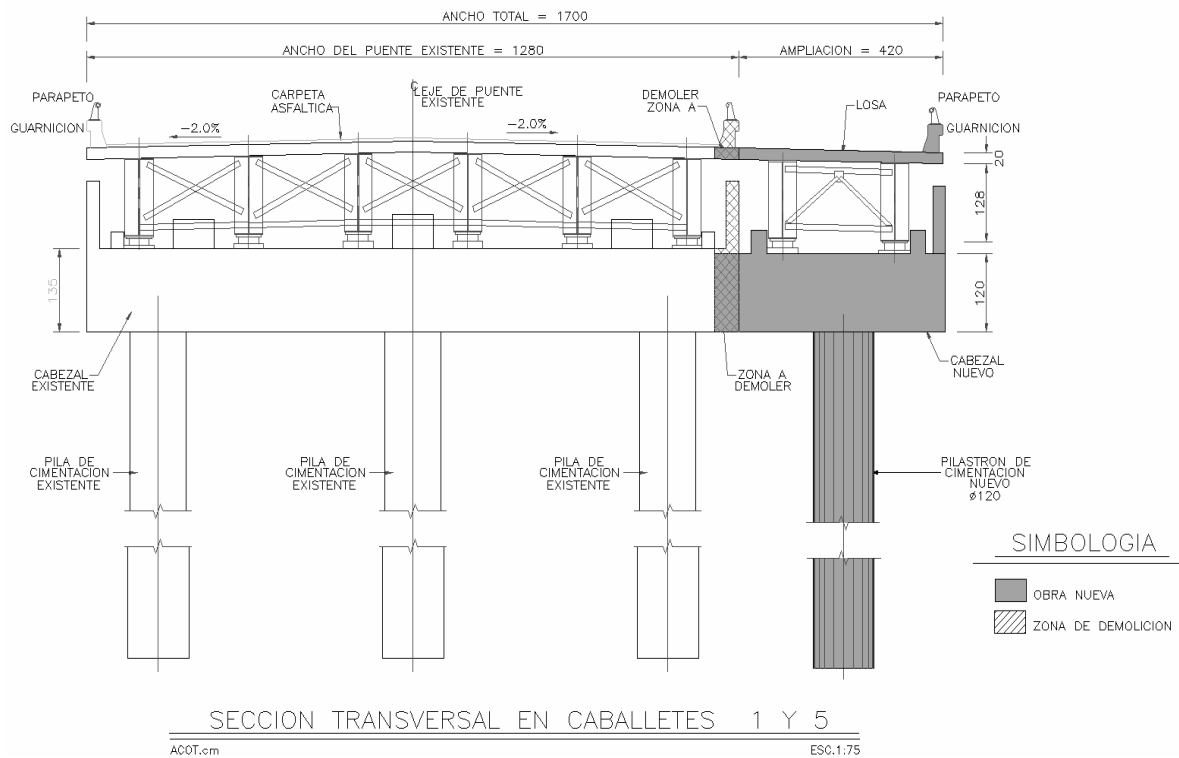


Fig. II.21 Sección transversal caballetes Puente Ixtapa.

Fuente: proporcionado por el promoviente.

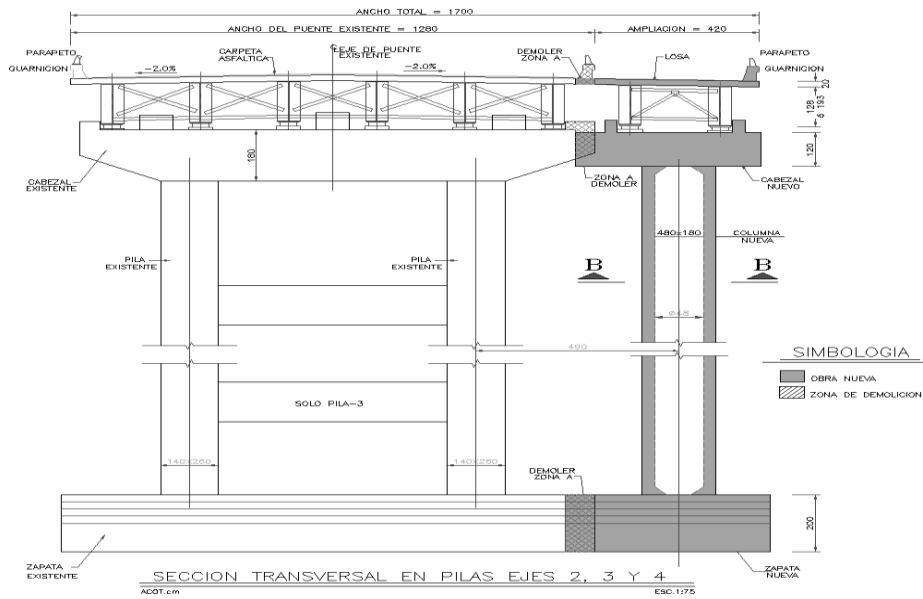


Fig. II.22 Sección transversal Puente Ixtapa.

Fuente. Proporcionado por el promovente

#### IV. Puente “Multajo” Km 17+099.

Este puente está conformado por 3 claros y vigas de acero estructural grado 50 (dos laterales de 20.0 m y uno central de 30 m dando una longitud total de 70.0 m). Actualmente la losa de calzada tiene un ancho de 13.0 m y descansa sobre 5 traveses de alma llena de 1.20 m de peralte de acero estructural grado 50 (ver imagen):



Fig. II.23 Puente Multajo.

Fuente: proporcionado por el promovente.

La ampliación de 4.0 m estará soportada por 2 traveses de acero estructural de 1.20 m de peralte ligado entre sí. La subestructura en estribos 1 y 4 se conforman de un cabezal que

a su vez se apoyan sobre 6 pilastrones de 1.20 m de diámetro desplantados en terreno firme.

En el caso de las pilas 2 y 3 la subestructura está conformada por marcos con columnas de 1.40 x 2.60 m dichos marcos se apoyan en una zapata de concreto reforzado desplantadas en terreno firme (ver siguientes figuras).

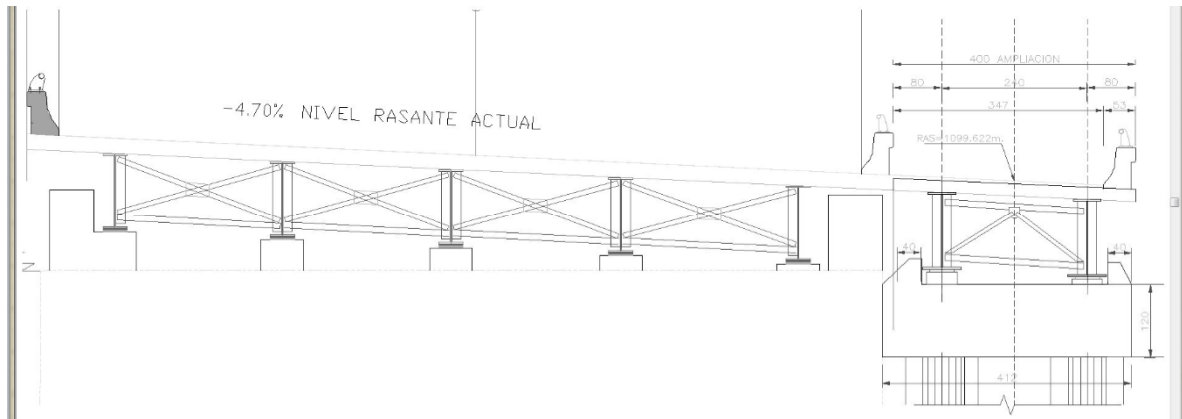


Fig. II.24 Sección transversal caballetes Puente Multitajo.

Fuente: proporcionado por el promovente.

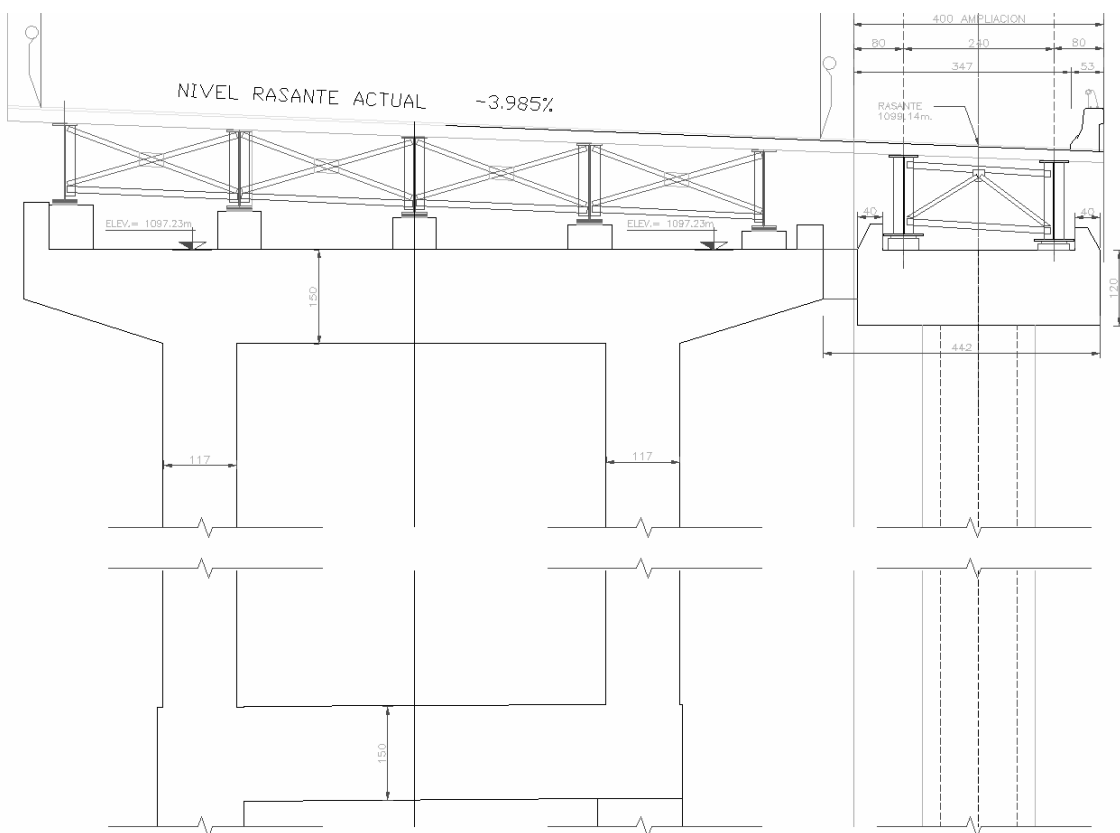


Fig. II.25 Sección transversal Puente Multitajo.

Fuente: proporcionado por el promovente.

El proceso constructivo que se realizará para el desplante de las estructuras será el siguiente:

### 1. Inicio de los trabajos.

Previamente realizados los trabajos de trazo y nivelación para la ubicación de los ejes donde se colocarán las zapatas, se procederá a realizar la excavación (ver figura) para descubrir la cimentación existente y proceder a su demolición, solo de una sección sin cortar el acero de refuerzo, para el anclaje de la nueva estructura.

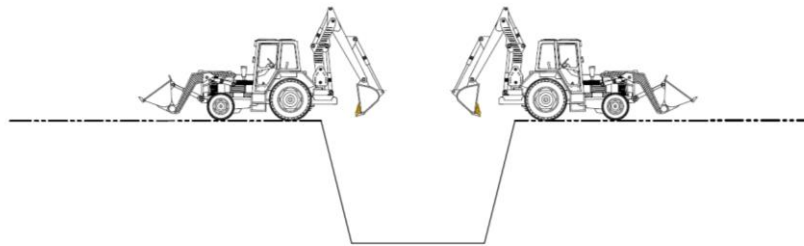


Fig. II.26 Excavación en el sitio.

Fuente: proporcionado por el promovente.

### 2. Armado de zapatas y columnas.

Concluidas las excavaciones y la demolición se procederá al armado de zapatas y columnas, y a su vez se realizara el colado de estos elementos estructurales como se muestra en las siguientes imágenes.

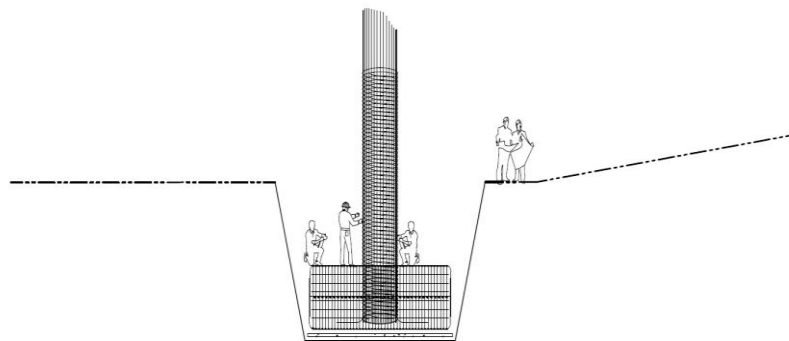


Fig. II.27 Armado de zapatas y columnas.

Fuente: proporcionado por el promovente.

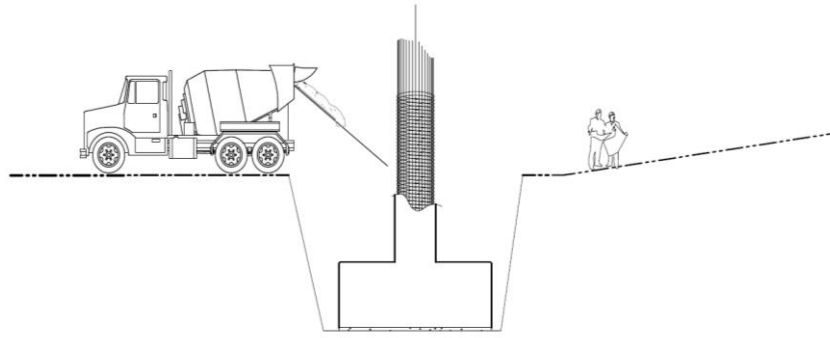


Fig. II.28 Colado de elementos estructurales.

En específico para el puente “Federalista” se construirán los cimientos que permitan el ensamble de las piezas del arco metálico que soportará la losa de la calzada, el movimiento de estas estructuras se realizará por medio de gatos hidráulicos, como se muestra en la siguiente imagen.

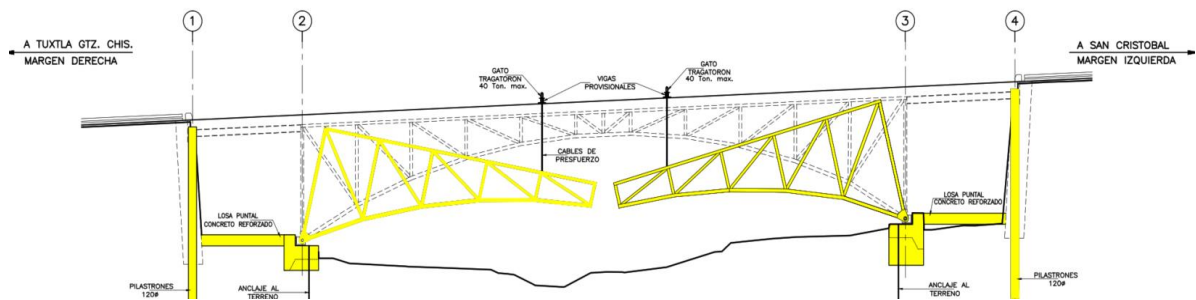


Fig. II.29 Estructura tipo puente El Federalista.

Fuente: proporcionado por el promovente.

### 3. Perforación y habilitado de pilas de caballetes

Simultáneamente a los trabajos anteriores se podrá realizar la perforación para alojar pilas de acuerdo a profundidades de desplantes indicadas en Proyecto. Después de verificar la profundidad de desplante, se procederá a colocar el armado para posteriormente colar hasta el lecho bajo el cabezal, como se visualiza en el siguiente gráfico.



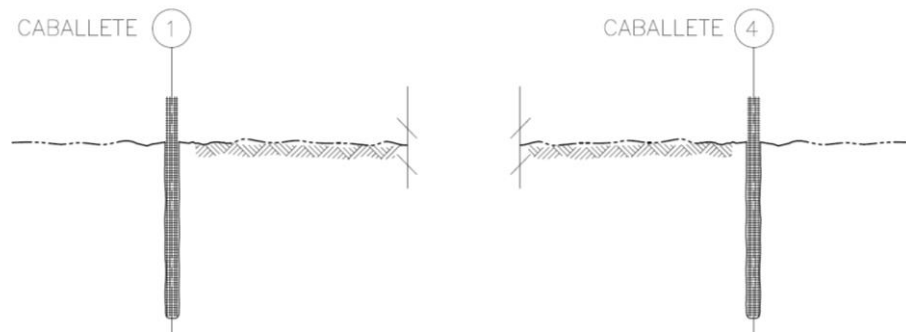


Fig. II.30 Habilitado de pilas.

Fuente: proporcionado por el promovente.

#### 4. Señalamiento provisional de obra.

Se colocará el señalamiento para confinar el tránsito vehicular a dos carriles por el hombro izquierdo de la calzada, restringiendo la velocidad a 40 km/h (ver imagen).

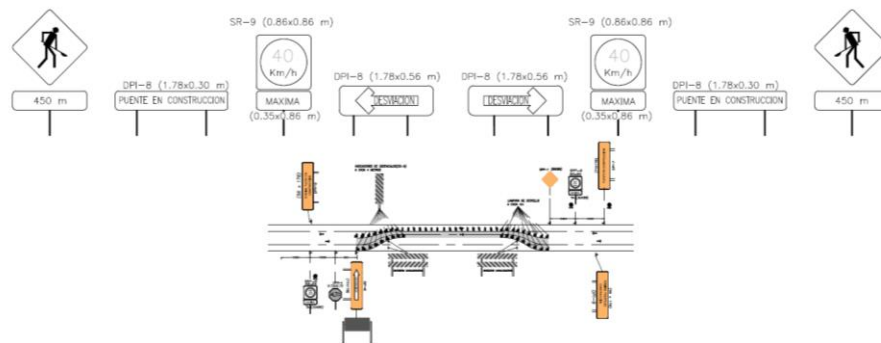


Fig. II.31 Señalamiento provisional.

Fuente: proporcionado por el promovente.

#### 5. Retiro de parapeto y demoliciones.

Una vez canalizado el tránsito vehicular, se procederá al retiro del parapeto y realizar las demoliciones de la guarnición, losa de calzada y de los cabezales para el anclaje de la nueva estructura, como se muestra en las siguientes imágenes

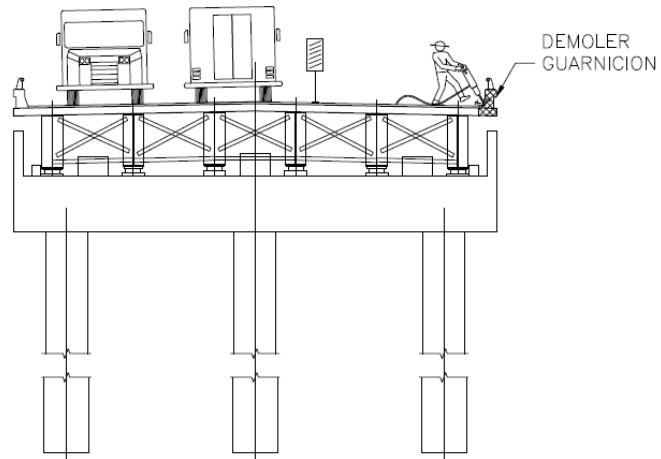


Fig. II.32 Demolición de guarnición.

Fuente: proporcionado por el promovente.

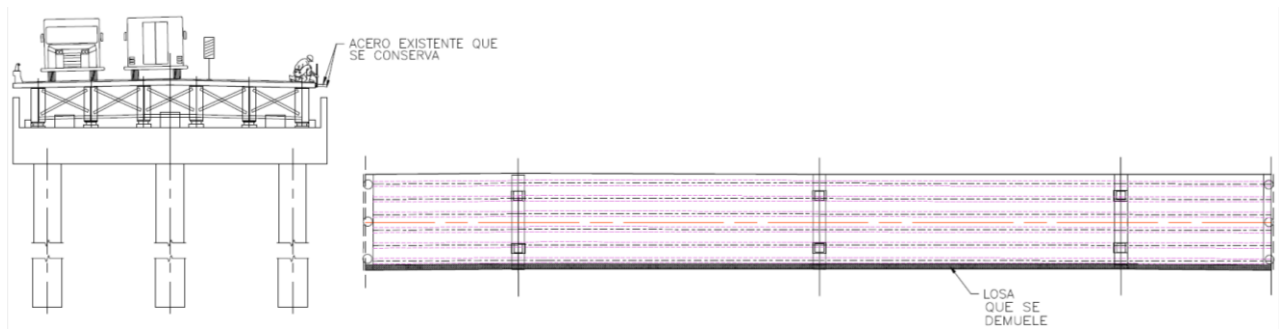


Fig. II.33 Demolición de losa de calzada

Fuente: proporcionado por el promovente.

## 6. Habilitado y colado de cabezales nuevos.

Se armará el traslape del acero de refuerzo nuevo con el existente, para posteriormente realizar el colado de los cabezales (ver imagen).

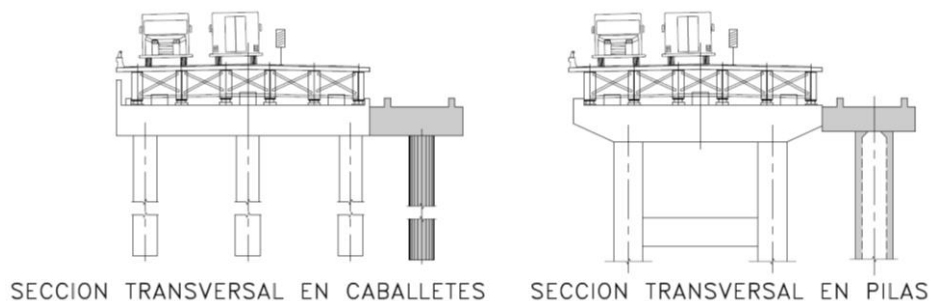


Fig. II.34 Colado de cabezales.

Fuente: proporcionado por el promovente

## 7. Montaje de vigas de concreto o metálicas nuevas.

Una vez colados los cabezales, se montarán las trabes (metálicas o de concreto) que soportará la nueva losa de calzada como se muestra en la siguiente imagen.

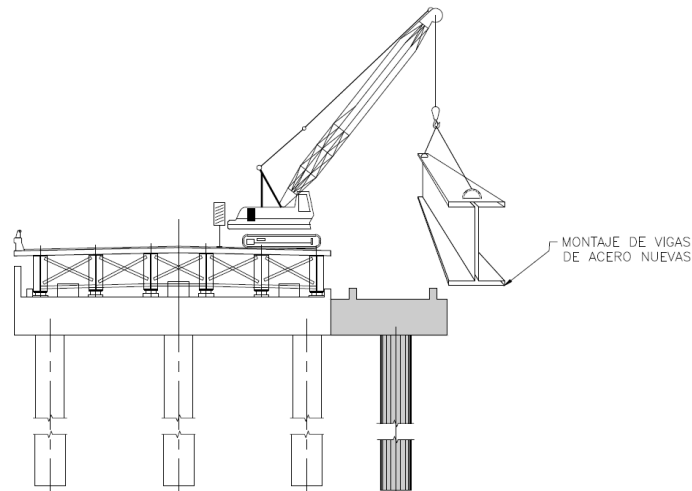


Fig. II.35 Montaje de vigas.

Fuente: proporcionado por el promovente.

## 8. Armado y colado de la losa de calzada.

Finalmente se procederá al armado de la losa, la cual empalmará con el acero de refuerzo existente para su posterior colado, dejando una junta de expansión entre la estructura nueva y la existente. En las siguientes imágenes se detallan las secciones tipo de este procedimiento.

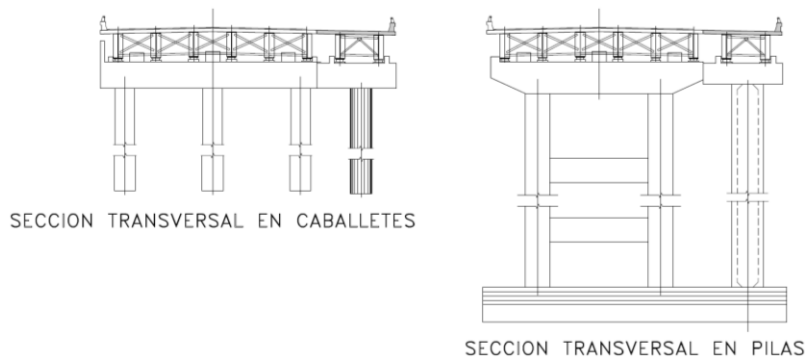
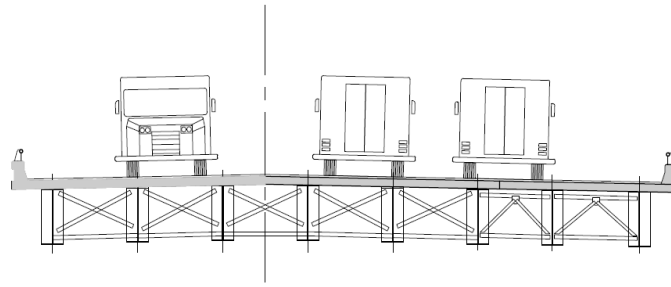


Fig. II.36 Armado y colado de losa.

Fuente: proporcionado por la promovente.



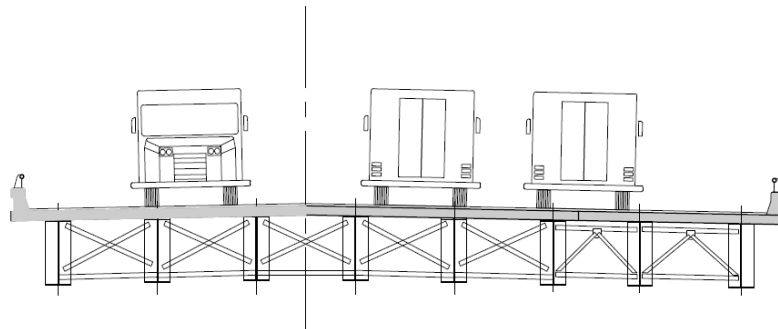
## SUPERESTRUCTURA SECCION TRANSVERSAL AMPLIADA

*Fig. II.37 Ampliación terminada.*

*Fuente: proporcionado por el promovente*

### 9. Puesta en servicio.

Una vez concluidos los trabajos de montaje, colado de los elementos estructurales y la colocación de señalamientos permanentes, se hará la limpieza general de la calzada para reanudar la circulación, quedando la superestructura como muestra la siguiente imagen.



## SUPERESTRUCTURA SECCION TRANSVERSAL AMPLIADA

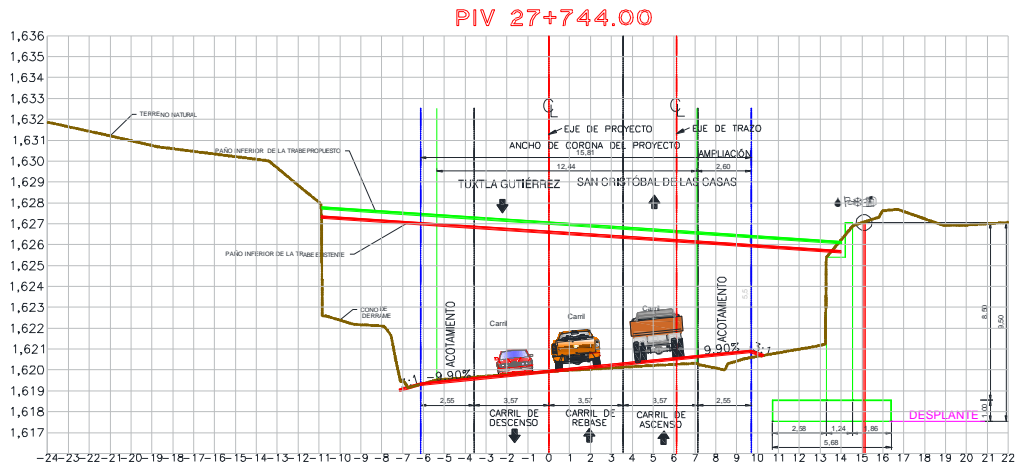
*Fig. II.38 Sección transversal ampliada.*

*Fuente: proporcionado por el promovente*

### II.4.3. Ampliación de Pasos Inferiores Vehiculares (PIV).

La ampliación de los PIV'S se realizará de acuerdo a la estructura de cada paso y las necesidades del proyecto, tal como se muestra en las siguientes secciones.

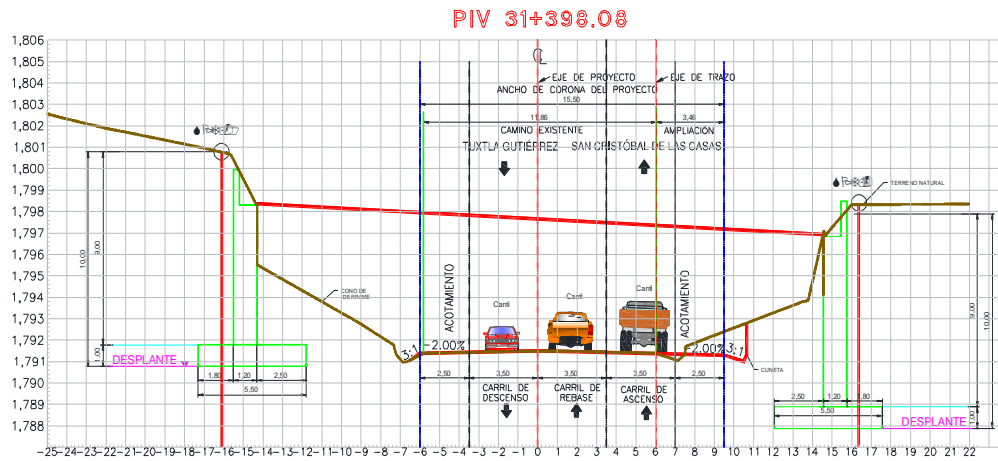
– PIV Km 27+744.00



SECCION TIPO  
SECCION ESVIAJADA EN CORTE AMPLIACION DE 3.5 M LADO DERECHO  
ACOTACION EN METROS

Fig. II.39 Sección tipo PIV km 27+744

– PIV Km 31+398.00



SECCION TIPO  
SECCION EN CORTE AMPLIACION DE 3.5 M LADO DERECHO  
ACOTACION EN METROS

Fig. II.40 Sección tipo PIV 31+398

– PIV Km 33+076.00

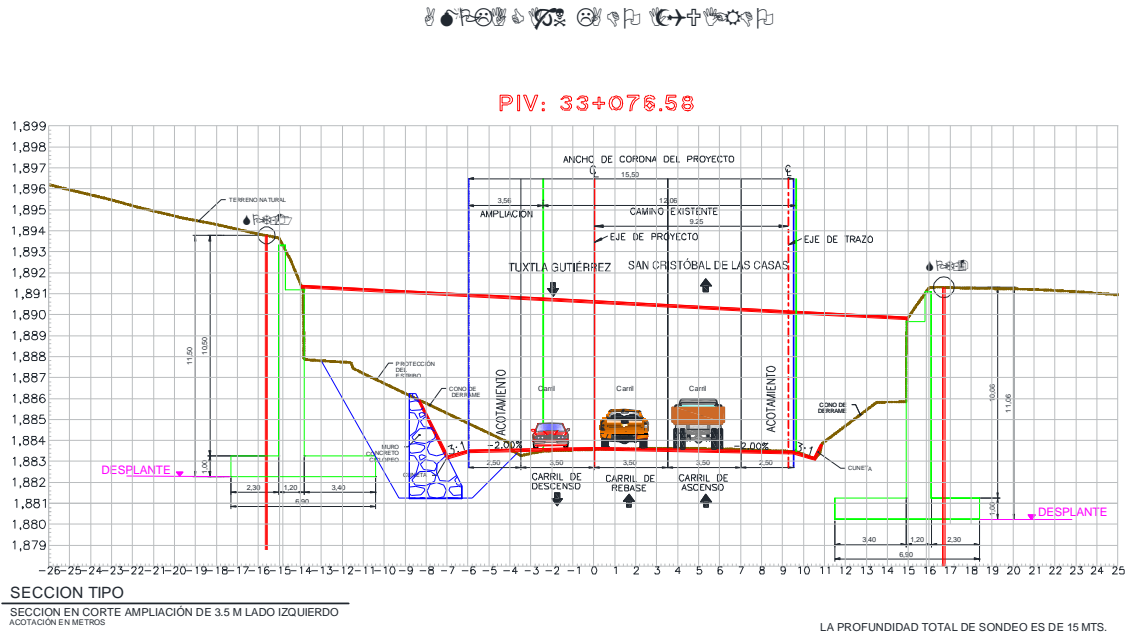


Fig. II.41 sección tipo PIV km 33+076.00

– PIV Km 33+576.00

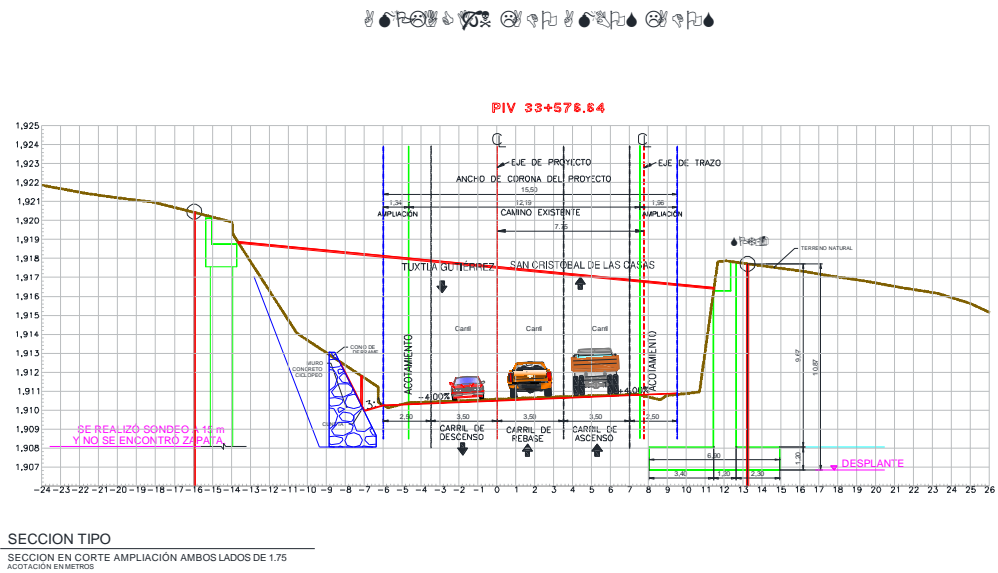


Fig. II.42 Sección tipo PIV KM 33+576

– PIV Km 35+060.00

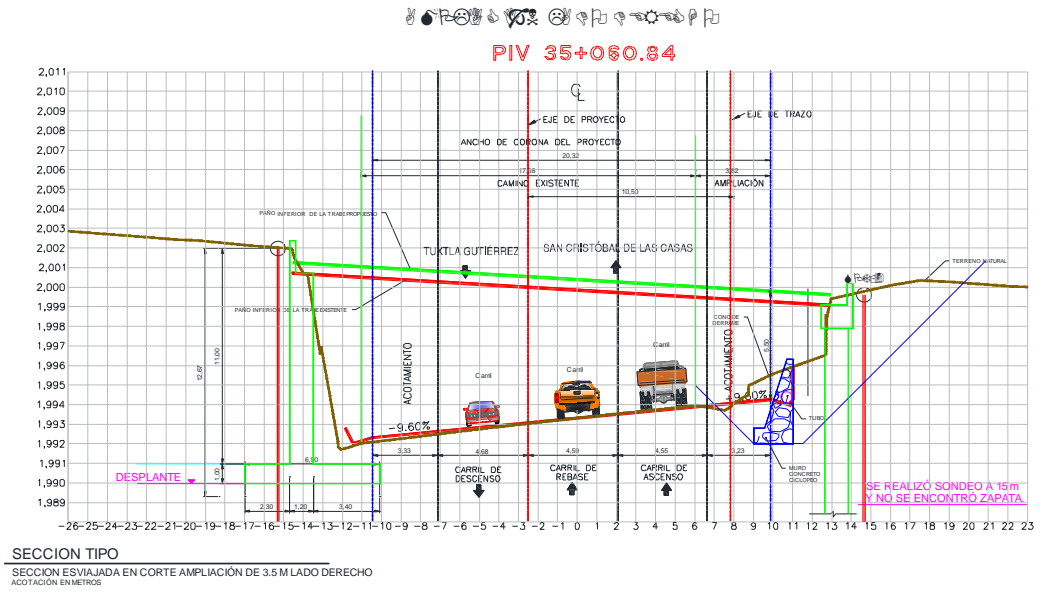


Fig. II.43 Sección tipo PIV KM 35+060.84

– PIV Km 35+870.00

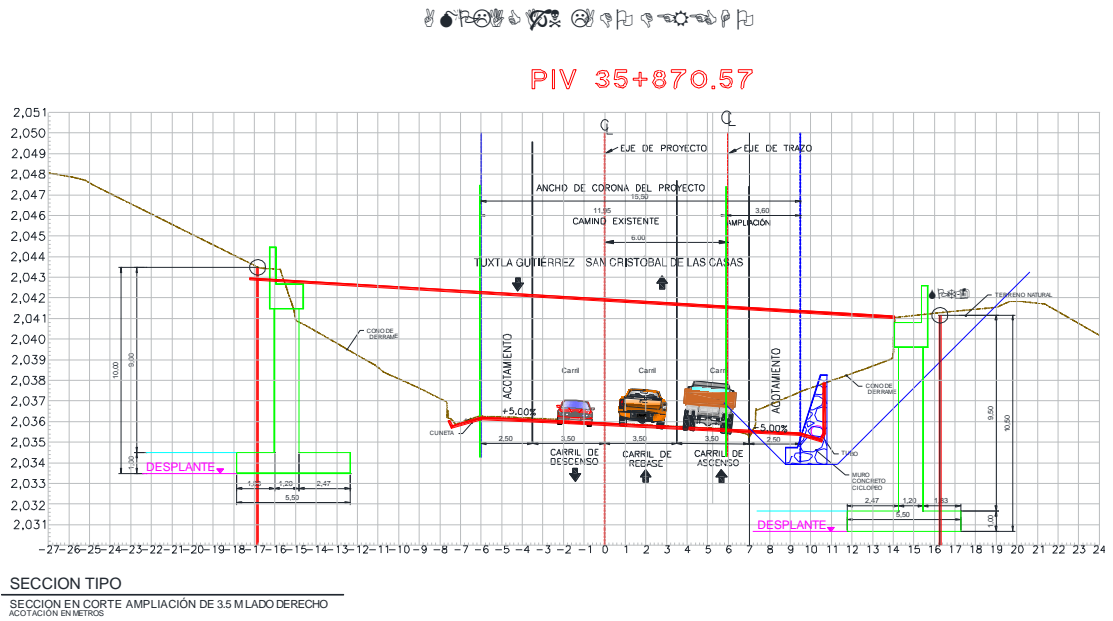


Fig. II.44 Sección tipo PIV KM 35+870.57

#### II.4.4. Modernización de rampas de frenado de emergencia.

Debido a la ampliación a realizar en la carretera se debe contemplar la adaptación a la normativa vigente (**NOM036-SCT2-2016**) de las 3 rampas de frenado, que se encuentran localizados en el kilometraje 13+300, 25+681, 34+786.

El tramo objeto donde se localizará el proyecto, presenta pendientes descendentes continuas y prolongadas, que, junto con posibles fallas mecánicas de los vehículos, principalmente en sus sistemas de frenos, puede propiciar la ocurrencia de accidentes fatales. Para evitar estos accidentes se recurre a la construcción de rampas de emergencia.

La rampa de emergencia para frenado es una franja auxiliar conectada al arroyo vial, especialmente acondicionada para disipar la energía cinética de los vehículos que queden fuera de control por fallas mecánicas, principalmente en sus sistemas de frenos, desacelerándolos en forma controlada y segura, mediante el uso de materiales granulares sueltos y aprovechando, en su caso, la acción de la gravedad. A continuación se describe el tipo de rampa y las actividades a realizar para su modernización de acuerdo a la normativa mencionada.

- **Rampa 13+300:**

Se corregirá el ángulo de entrada para que cumpla con el máximo de 5°.

Se construirá un camino de servicio de 3 m de ancho con macizos de anclaje.

Se aumentará el ancho de la cama de frenado hasta los 10 m.

Se dará inclinación ascendente a la rampa, disponiendo de muros de contención para contener los taludes.

Se colocará iluminación en la cama de frenado. En la siguiente imagen se visualiza la ubicación.





Fig. II.45 Rampa km 13+300

- **Rampa 25+681**

Se construirá camino de servicio de 3 m de ancho, con macizos de anclaje.

Se aumentará el ancho de la cama de frenado hasta los 10 m.

Se dará inclinación ascendente a la rampa, disponiendo muros de contención para contener los taludes.

Se colocará dispositivo de frenado consistente en un montículo del mismo material utilizado en la cama de frenado, de 70 centímetros de altura y 3 metros de base, con taludes de 2:1

Se ampliará la longitud de la rampa 70.4 m hasta conseguir una longitud efectiva de frenado de 253.1 m.

Se colocará iluminación en la cama de frenado, en la siguiente imagen se visualiza la ubicación.

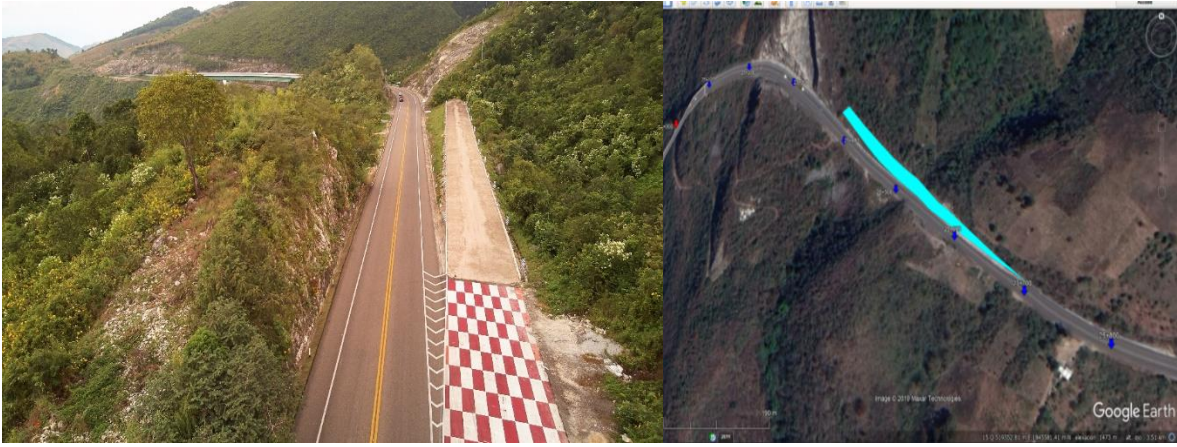


Fig. II.46 Rampa km 25+681

- **Rampa 34+786**

Se construirá camino de servicio de 3 m de ancho.

Se da inclinación ascendente a la rampa, disponiendo muros de contención para contener los taludes.

Se colocará dispositivo de frenado consistente en un montículo del mismo material utilizado en la cama de frenado, de 70 centímetros de altura y 3 m de base, con taludes de 2:1

Se ampliará la longitud de la rampa 117.1 m hasta conseguir una longitud efectiva de frenado de 253.1 m.

Se colocará iluminación en la cama de frenado.

En la siguiente imagen se visualiza la rampa a modernizar.



Fig. II.47 Rampa km 34+786.

#### II.4.5. Modernización de entronque.

En el acceso Noreste de la carretera San Cristóbal de las Casas existe un entronque, el cual debido a su diseño no tiene las medidas de seguridad pertinentes, en cuanto a tránsito, para la unión de las vialidades que se integran a la carretera; por lo tanto, es necesario que se modernice y se adecue de acuerdo a las especificaciones del proyecto, para brindar mayor seguridad a los usuarios. En la siguiente foto se puede visualizar el entronque actual.



*Fig. II.48 Entronque existente acceso San Cristóbal.*

El tipo de entronque será una glorieta a desnivel que permitirá los movimientos a San Cristóbal de las Casas, Comitán, Tuxtla Gutiérrez por autopista y San Juan Chamula, con un total de 12 ejes, diseñado para una velocidad promedio de 40 kph, el cual estará construido a base de concreto reforzado con acero estructural y superficie de rodamiento de concreto asfáltico, en la siguiente figura se puede visualizar el diseño. Cabe señalar que la vegetación existente en la glorieta, y sus entronques, es producto de una reforestación para que formará parte del paisaje de la glorieta.



Fig. II.49 Diseño modernización de entronque.

#### II.4.6. Obras de drenaje.

Se construirán cunetas y contra cunetas con el objetivo de evacuar rápidamente el agua de la superficie de rodadura y los taludes.

##### **Cunetas:**

La conformación de las zanjas para formar las cunetas se efectuará mediante excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos en el proyecto. La pendiente de la cuneta será la misma que la de la carretera. Cuando la sección de la carretera pase de corte a terraplén, 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.

Una vez terminada la conformación, se revestirá la cuneta mediante concreto hidráulico para protegerla contra la erosión. Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada. El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción del suelo-cemento, serán los que establezca el proyecto ejecutivo.

### Contracunetas:

Las contracunetas son zanjas o bordos que se construyen en las laderas aguas arriba de los taludes de los cortes, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie del terreno, para evitar saturamiento hidráulico de la cuneta y el deslave o erosión del corte. Estas obras estarán revestidas al igual que las cunetas.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de cunetas y contracunetas en el diseño de una carretera.

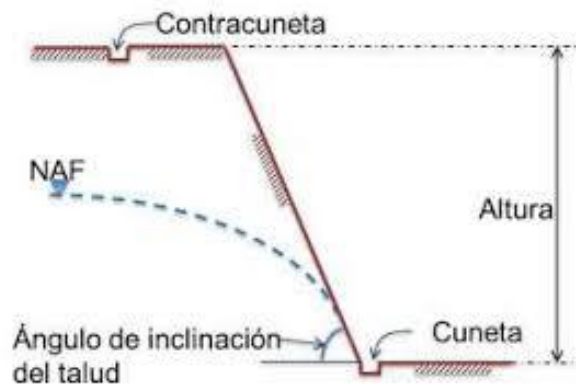


Fig. II.50 Sección de Cunetas y Contracunetas.

Fuente: tomada de internet como referencia.

Adicionalmente se realizará la modificación de las obras de drenaje existentes, ya que cruzan el cuerpo de la carretera y que derivado de la ampliación de la vía será necesario complementarlas. Esta modificación implicará el aumento de tubería (concreto o acero), losas de concreto, ampliación de bóvedas, entre otras. En el **anexo-Obras de Drenaje** se indica la ubicación de estas obras.

#### II.4.7. Obras provisionales.

Las obras provisionales serán desplantadas en su mayoría dentro del derecho de vía, sin afectar superficie adicional, por lo que será necesario la limpieza del terreno. A continuación se describen las características constructivas y superficies de ocupación

- ✦ Almacén, fabricación de traveses y patio de maquinaria, km. 3+850 lado derecho, fuera del derecho de vía, área aproximada 4,900 m<sup>2</sup>.

Coordenadas UTM: 501427.60 m E, 1849599.46 m N

Tratamiento: nivelación del terreno con material producto de cortes, cercado con postes y alambre de púas, área de almacén de equipo menor y material delicado, delimitado y techo de lámina y superficie de concreto pobre. En la zona de tránsito vehicular se cubrirá la superficie con material granular producto de los mismos cortes.

- ✖ Habilitado de acero y cimbra, km. 6+500 y 6+650 lado derecho, sobre el derecho de vía, área aproximada 450 m<sup>2</sup>, acceso km. 6+660.

Coordenadas UTM: 502631.83 m E, 1851651.53 m N 502774.49 m E, 1851619.78 m N

Tratamiento: nivelación del terreno con material producto de cortes.

Caminos de acceso: desmonte, despalme, corte y rellenos para dar ancho y pendiente necesarios, incorporación de capa de grava para estabilizar el terreno y por último una capa de carpeta asfáltica para el rodamiento.

- ✖ Habilitado de acero y cimbra, km. 7+600 ambos lados, sobre el derecho de vía, área aproximada 1,570 m<sup>2</sup>, acceso km. 7+580.

Coordenadas UTM: 503461.75 m E, 1851066.01 m N.

Tratamiento: nivelación del terreno con material producto de cortes.

Caminos de acceso: desmonte, despalme, corte y rellenos para dar ancho y pendiente necesarios, incorporación de grava para estabilizar el terreno y por ultimo una capa de carpeta asfáltica para el rodamiento.

- ✖ Habilitado de acero y cimbra, km. 14+400 y 14+560 lado derecho, sobre el derecho de vía, área aproximada 720 m<sup>2</sup>, accesos km. 14+330 y 14+790.

Coordenadas UTM: 509301.28 m E, 1847895.06 m N 509404.67 m E, 1847773.81 m N

Tratamiento: nivelación del terreno con material producto de cortes.

Caminos de acceso: desmonte, despalme, corte y rellenos para dar ancho y pendiente necesarios, incorporación de capa de grava para estabilizar el terreno y por último una capa de carpeta asfáltica para el rodamiento.

- ✘ Habilitado de acero y cimbra km 15+000 y 15+180 lado derecho, sobre el derecho de vía, área aproximada 720 m<sup>2</sup>, accesos km 14+900, 15+000 y 15+300.

Coordenadas UTM: 509776.52 m E, 1847533.09 m N 509940.79 m E, 1847461.82 m N

Tratamiento: nivelación del terreno con material producto de cortes.

Caminos de acceso: desmonte, despalme, corte y rellenos para dar ancho y pendiente necesarios, así mismo capa de grava para estabilizar el terreno y por último una capa de carpeta asfáltica para el rodamiento.

- ✘ Planta de asfalto, trituradora, acopio de materiales pétreos y patio de maquinaria, km 15+500 lado derecho, sobre el derecho de vía, área aproximada 3,500 m<sup>2</sup>.

Coordenadas UTM: 510151.46 m E, 1847375.42 m N

Tratamiento: nivelación del terreno con material producto de cortes, área de almacén de equipo menor y material delicado delimitado y techo de lámina y superficie de concreto pobre. Para trituración y acopio se cubre la superficie con una capa del mismo material a producir, para la planta de asfalto su cimentación de apoyos y la fosa de lodos se construyen con concreto pobre.

Producción: Base hidráulica 20,000 m<sup>3</sup>, material pétreo producto de los mismos cortes.

Carpeta asfáltica 15,000 m<sup>3</sup>, material pétreo proveniente de bancos externos, materiales asfálticos suministrados por empresas externas.

- ✘ Habilitado de acero y cimbra, km.16+980 y 17+090 lado derecho, sobre el derecho de vía, área aproximada 450 m<sup>2</sup>, accesos km. 16+920, 16+990 y 17+210.

Coordenadas UTM: 511618.34 m E, 1846941.20 m N

511717.32 m E, 1846968.81 m N

Tratamiento: nivelación del terreno con material producto de cortes.

Caminos de acceso: desmonte, despalme, corte y rellenos para dar ancho y pendiente necesarios, así mismo capa de grava para estabilizar el terreno y por ultimo una capa de carpeta asfáltica para el rodamiento.

- ✘ Trituradora y acopio de materiales pétreos, km. 24+650 lado derecho, fuera del derecho de vía, área aproximada 8,500 m<sup>2</sup>

Coordenadas UTM: 518806.12 m E, 1845659.18 m N

Tratamiento: nivelación del terreno con material producto de cortes, se cubre la superficie con una capa del mismo material a producir.

Producción: Base hidráulica 20,000 m<sup>3</sup>, material pétreo producto de los mismos cortes.

- ✘ Planta de asfalto, acopio de materiales pétreos y patio de maquinaria, km 34+800 lado derecho, sobre el derecho de vía, área aproximada 7,670 m<sup>2</sup>.

Coordenadas UTM: 528165.76 m E, 1845001.80 m N

Tratamiento: nivelación del terreno con material producto de cortes, área de almacén de equipo menor y material delicado delimitado y techo de lámina y superficie de concreto pobre. Para trituración y acopio se cubre la superficie con una capa del mismo material a producir; para la planta de asfalto su cimentación de apoyos y la fosa de lodos se construyen con concreto pobre.

Producción: Base hidráulica 20,000 m<sup>3</sup>, material pétreo producto de los mismos cortes.

Carpeta asfáltica 15,000 m<sup>3</sup>, material pétreo proveniente de bancos externos, materiales asfálticos suministrados por empresas externas.

- ✘ Trituradora, acopio de materiales pétreos y patio de maquinaria, km 35+300 lado izquierdo, sobre el derecho de vía, área aproximada 3,000 m<sup>2</sup>.

Coordenadas UTM: 528662.38 m E, 1845066.96 m N

Tratamiento: nivelación del terreno con material producto de cortes, se cubre la superficie con una capa del mismo material a producir.



Producción: Base hidráulica 20,000 m<sup>3</sup>, material pétreo producto de los mismos cortes.

- ✘ Almacén, habilitado de acero y cimbra, fabricación de traveses y patio de maquinaria, km 45+550 lado izquierdo, sobre el derecho de vía, área aproximada 5,950 m<sup>2</sup>.

Coordenadas UTM: 536765.08 m E, 1848598.05 m

Tratamiento al terreno: nivelación del terreno con material producto de cortes, cercado con postes y alambre de púas, área de almacén de equipo menor y material delicado delimitado y techo de lámina y superficie de concreto pobre. En la zona de tránsito vehicular se cubrirá la superficie con material granular producto de los mismos cortes.

#### II.4.8. Señalamientos.

Concluidos los trabajos de construcción del proyecto se iniciara con los trabajos de señalamientos horizontal y vertical, los cuales estarán integrados mediante marcas en el pavimento y en las estructuras adyacentes; tableros con símbolos, pictogramas y leyendas, con el objetivo de delinear las características geométricas de la vía y denotar los elementos estructurales; pero, sobre todo, para prevenir la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza (ver figura).



Fig. II.51 Señalamiento horizontal y vertical en carreteras.

Fuente: tomada de internet como referencia.

#### II.5. Operación

Una vez concluidos los trabajos constructivos del proyecto, se liberará el nuevo carril en los tres tramos y la carretera podrá reanudar su operación al 100%. La apertura del nuevo

carril ayudara a tener una mejor circulación vehicular, y por consiguiente que la carretera mantenga una operación continua y permanente. Cabe mencionar que la velocidad será la misma con la que actualmente se permite sobre la carretera; es decir, 90 km/h.

## II.6. Mantenimiento y conservación.

Con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento y prologar la vida útil de la vía, se tienen consideradas actividades de mantenimiento y conservación, las cuales se dividen en:

- **Conservación rutinaria.**

**Corona:** Se realizará la limpieza de general de la superficie de rodamiento en forma mecánica, se calafatearan grietas existentes en el pavimento, se realizara poreo con mulsión asfáltica, desyerbe de bordilla y acotamiento.

**Derecho de vía:** en el derecho de vía se hará recolección de basura, siembra en taludes, ayuda a la extinción de incendios.

**Obras complementarias:** Limpieza de señalamientos, recolección de basura de depósitos, borrado de grafitis, mantenimiento de las rampas de emergencia.

**Obras de drenaje:** Limpieza y desazolve de cunetas, desazolve de alcantarillas y contracunetas, resane de grietas o fisuras, limpieza de canales de descarga de cunetas.

**Cortes y terraplenes:** monitoreo de cortes y terraplenes con equipo de topografía, chapeo manual de taludes y cortes en el derecho de vía, limpieza de malla triple torsión de material producto de derrumbes.

**Estructuras:** Pintura en parapetos metálicos, calafateo en grietas, inspección visual semestral de estructuras, reparación de juntas de dilatación, mantenimiento menor a puentes.

- **Conservación periódica.**

**Corona:** bacheo profundo y superficial.

**Cortes y terraplenes:** reposición de malla metálica triple torsión de alambre de acero, protección de taludes y muros de concreto con malla geotextil.

**Señalamiento vertical y horizontal:** Repintado de las rayas en la carpeta asfáltica, colocación y reposición de señalamiento vertical (señalamiento restrictivo, preventivo, postes etc.)

- **Reconstrucción**

**Corona:** reconstrucción de pavimento.

**Señalamiento vertical:** Colocación de señalamientos extraordinarios.

**Estructuras:** sustitución de apoyos en puentes, sustitución de juta de dilatación.

## II.7. Personal e insumos.

Se estima que el proyecto permitirá la creación de 50 empleos directos por parte de la Concesionaria, 1,200 empleos en empresas locales subcontratadas y hasta 3,700 empleos indirectos. Con respecto a los insumos a utilizar se muestran en la siguiente tabla.

Etapa	Insumo
Preparación	Energía eléctrica
	Agua potable
	Diésel, gasolina
Construcción	Concreto
	Acero estructural.
	Perfiles, ángulos, soleras, láminas y todo lo necesario para trabajos de herrería.
	Aceites, filtros, llantas y lo necesario para mantenimiento de maquinaria
	Madera para cimbra
	Concreto asfáltico
	emulsión asfáltica
	Tubos metálicos, de concreto, PVC, de diferentes diámetros.
	Pintura (esmalte, de tráfico vinílica)
	Señalamiento vertical (postes, letreros, vialetas)
	Herramientas
	Agua potable
	Diésel, gasolina
	Energía eléctrica

## II.8. Maquinaria y equipo

El equipo y maquinaria que se prevé utilizar serán los siguientes:

GENERADOR 125 KV, MOTOR DIESEL.
CAMION PETROLIZADORA
CAMION PIPA DE AGUA, TIPO DIESEL, CAP. 10,000
COMPACTADOR DE TAMBOR LISO, MOD.CS563 TIPO DIESEL
CORTADORA MANUAL DE CONCRETO
EXTENDEDORA DE ASFALTO, TIPO DIESEL, CAP. 3.05-7.32 M.
GRUA HIAB SOBRE CAMION MCA. HIAB, TIPO DIESEL, CAP. 6 TON-M.
GRUA HIDRAULICA SOBRE NEUMATICOS 27 T.
MOTONIVELADORA, TIPO DIESEL
PINTARRAYAS AUTOPROPULSADA TIPO DIESEL, CAP. 25 GAL.
EXCAVADORA, TIPO DIESEL, CAP. CUCHARON 1.8 YD3,
REVOLVEDORA DE CONCRETO TIPO GASOLINA, CAP. 1 SACO, MOD. 1 SACO
TRACTOCAMION, CAP. 450 H.P.
TRACTOR SOBRE ORUGAS, TIPO DIESEL, CAP. HOJA 4.26 M. X 1.74 M., MOD D8R
VIBRADOR PARA CONCRETO
TRACTOCOMPACTADOR MOD. 815B
TRACTOR SOBRE ORUGAS, TIPO DIESEL, CAP. HOJA 3.26 M X 1.41 M,
EXCAVADORA C/MARTILLO TIPO DIESEL
CAMION DE REDILAS
MARTILLO HIDRAULICO P/HINCADO DE PILOTES
GRÚA TORRE AUTO ESTABLE 10 LC140 8T G1
RETROEXCAVADORA, TIPO DIESEL
RETROEXCAVADORAC/MARTILLO

## II.9. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

### II.9.1. Inventario de recursos forestales.

#### II.9.1.1 Método de muestreo.

El procedimiento utilizado en las actividades de campo para conocer los atributos de la vegetación de la superficie de cambio de uso de suelo fue la técnica de muestreo conocida como “Método de cuadrantes”, técnica seleccionada debido a su eficiencia en la caracterización de la vegetación como la que se encuentra presente en el área del proyecto. En este sentido, los métodos con parcela han sido ampliamente utilizados para la medición de sus atributos; los cuadrantes pueden estar constituidos por cuadros, rectángulos o círculos, y sus dimensiones dependen del tamaño de las plantas a evaluar.

Sobre este respecto, se realizó un recorrido previo con la finalidad de identificar los diferentes estratos presentes, así como las especies que los conforman y los accesos existentes. Una vez reconocida el área de estudio se ubicaron los sitios de muestreo, contabilizando el número de ejemplares por especie cuando la mitad o más del individuo se localizan dentro de los límites, no considerándose en caso contrario su presencia. Cada uno de estos muestreos fue geo-referenciado utilizando el sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS84. En el caso de las especies vegetales que no fue posible su identificación en campo, fueron recolectadas y etiquetadas, además de fotografiarlas para su posterior identificación taxonómica en herbario.

Para realizar las actividades mencionadas se utilizaron los siguientes materiales y equipo: cuerdas con una longitud de 26 m marcadas a los 10 m, cinta métrica de 5 m de longitud, pistola Haggar, forcípulas y cintas diamétricas (para el diámetro de los fustes). Además, se utilizaron materiales de colecta de especímenes botánicos, tales como tijeras de podar, bolsas de papel, periódico y prensa botánica, equipo geoposicionador, viboreras y guantes, entre otros.

#### II.9.1.2 Fórmula utilizada para la estimación del volumen forestal.

El volumen forestal es un parámetro utilizado para determinar la cantidad de madera de una o varias especies existentes en un determinado lugar. El volumen de la madera cosechable se obtiene a partir del área basal y la altura comercial o total del tronco de un árbol. El tronco generalmente tiene forma cónica y, por lo tanto, es necesario tomar esto

en cuenta para lograr una mayor exactitud en el cálculo. El volumen forestal fue calculado mediante la aplicación de la “Fórmula de Huber”:

$$\text{Vol.} = \text{AB} * \text{h} * \text{f}$$

Dónde: Vol. = Volumen del tronco; AB = Área basal del tronco; h = Altura total del tronco; f = Coeficiente mórfico.

Complementando lo anterior, en referencia a la cubicación de especies maderables, se hace mención que la forma arbórea de un espécimen es en su primera fase convexa y a partir de este punto hasta el inicio de la copa se transforma en cóncava y de la copa al ápice es algo recta, motivo por el cual debe utilizarse un coeficiente mórfico que se define como la relación existente entre el volumen real individual y el volumen de un cilindro, o también como un factor de reducción para el volumen de un árbol.

La forma del fuste de los árboles varía ampliamente. La tasa de disminución del diámetro fustal entre la base y el ápice del árbol, conocida como *ahusamiento*, varía dependiendo de la especie, edad y tamaño de los árboles, los factores asociados al manejo del rodal y a las condiciones de sitio.

Sobre este respecto, el estudio de la forma fustal está destinado básicamente a aportar información para la estimación del volumen del árbol. Tradicionalmente se reconocen cuatro líneas, tres de ellas se basan en relaciones simples: I) *factores de forma*, que se derivan del cociente entre volúmenes; II) *cuocientes de forma*, obtenidos del cociente entre diámetros y III) *puntos de forma*, que corresponden al cociente entre alturas; la otra línea se basa en funciones más complejas: IV) curvas, formulas y tablas de ahusamiento.

Tal como ha sido mencionado con anterioridad, para la determinación del volumen de las materias primas forestales a remover por el cambio de uso de suelo previsto por el proyecto, fue necesario determinar los valores de diámetro y altura de cada individuo que fue encontrado dentro de cada parcela de muestreo. Adicionalmente, fue necesaria la utilización de un coeficiente mórfico (*f*), que de acuerdo con Cailliez (1980) resulta complicado definir un valor, ya que está en función de la morfología de cada especie; esto es, la forma y altura del fuste limpio (altura que va de la base hasta donde inician las primeras ramas).

La utilización de coeficientes mórficos resulta particularmente útil para el caso de las zonas en las que no se cuenta con tablas de volumen para las especies de interés (Romahn, 1999), motivo por el cual, tomando en cuenta que los componentes florísticos del sitio presentan poca diversidad en su conformación, para realizar las estimaciones volumétricas de dicha comunidad se optó por utilizar un coeficiente mórfico de 0.45 y un factor de 0.7854, valores promedio citados por Jiménez Pérez (2000) en los Apuntes del Curso “Evaluación de Recursos Forestales” del Programa de Maestría en Ciencias Forestales que ofrece la Universidad Autónoma de Nuevo León.

### II.9.1.3 Esquema de muestreo.

Se llevaron a cabo diferentes recorridos en la superficie prevista a afectar por el proyecto, estableciendo de manera sistemática un número de 12 sitios de muestreo de 5 x 20 m (100 m<sup>2</sup>) para Selva Baja Caducifolia, 13 sitios de muestreo de 5 x 20 m (100 m<sup>2</sup>) para Bosque de Pino - Encino y 5 sitios de muestreo de 5 x 20 m (100 m<sup>2</sup>) para Bosque de Encino - Pino (ver las siguientes tablas), contabilizando la totalidad de los individuos con un diámetro mayor a un centímetro.

Tabla II.3 Coordenadas UTM (Datum WGS84) de las parcelas establecidas de SBC para caracterizar la vegetación en la superficie del proyecto.

CUS SBC					
Centro			Vértice		
Sitio	X	Y	Nº	X	Y
1	504047	1850803	1	504056	1850798
			2	504037	1850804
			3	504038	1850808
			4	504057	1850803
			1	504056	1850798
2	503828	1850854	1	503837	1850850
			2	503818	1850854
			3	503819	1850859
			4	503838	1850855
			1	503837	1850850
3	504809	1850577	1	504817	1850571

CUS SBC					
Centro			Vértice		
Sitio	X	Y	Nº	X	Y
			2	504799	1850579
			3	504801	1850584
			4	504819	1850575
			1	504817	1850571
4	505330	1850347	1	505339	1850342
			2	505320	1850346
			3	505321	1850351
			4	505340	1850347
			1	505339	1850342
5	505400	1850331	1	505409	1850327
			2	505390	1850331
			3	505391	1850335
			4	505410	1850332
			1	505409	1850327
6	506216	1849941	1	506224	1849935
			2	506206	1849943
			3	506208	1849947
			4	506226	1849940
			1	506224	1849935
7	506417	1849861	1	506425	1849856
			2	506406	1849863
			3	506408	1849868
			4	506427	1849860
			1	506425	1849856
8	507422	1849110	1	507427	1849101
			2	507413	1849115
			3	507416	1849119
			4	507431	1849105



CUS SBC					
Centro			Vértice		
Sitio	X	Y	Nº	X	Y
			1	507427	1849101
9	508970	1848355	1	508974	1848345
			2	508962	1848362
			3	508966	1848365
			4	508978	1848348
			1	508974	1848345
10	509090	1848165	1	509093	1848156
			2	509082	1848172
			3	509087	1848175
			4	509097	1848158
			1	509093	1848156
11	511600	1846928	1	511590	1846928
			2	511609	1846933
			3	511610	1846928
			4	511591	1846923
			1	511590	1846928
12	511587	1846916	1	511577	1846917
			2	511596	1846920
			3	511597	1846915
			4	511578	1846912
			1	511577	1846917

Tabla II.4 Coordenadas UTM (Datum WGS84) de las parcelas establecidas de BPQ para caracterizar la vegetación en la superficie del proyecto.

CUS BPQ					
Centro			Vértice		
Sitio	X	Y	Nº	X	Y
1	521132	1845429	1	521139	1845423
			2	521122	1845432
			3	521124	1845436
			4	521141	1845427
			1	521139	1845423
2	526620	1845241	1	526630	1845237
			2	526610	1845240
			3	526611	1845245
			4	526630	1845242
			1	526630	1845237
3	528793	1845171	1	528783	1845167
			2	528800	1845178
			3	528803	1845174
			4	528786	1845163
			1	528783	1845167
4	536132	1848414	1	536139	1848406
			2	536122	1848417
			3	536124	1848421
			4	536141	1848411
			1	536139	1848406
5	535986	1848493	1	535994	1848486
			2	535976	1848495
			3	535978	1848500
			4	535996	1848491
			1	535994	1848486
6	535690	1848562	1	535700	1848559

CUS BPQ					
Centro			Vértice		
Sitio	X	Y	N°	X	Y
			2	535680	1848560
			3	535680	1848565
			4	535700	1848564
			1	535700	1848559
7	535551	1848567	1	535561	1848564
			2	535541	1848565
			3	535541	1848570
			4	535561	1848569
8	524529	1845649	1	524537	1845643
			2	524519	1845651
			3	524521	1845655
			4	524539	1845647
9	536057	1848457	1	524537	1845643
			1	536064	1848450
			2	536047	1848460
			3	536049	1848464
10	535887	1848530	4	536066	1848454
			1	536064	1848450
			1	535896	1848525
			2	535877	1848530
11	536614	1848357	3	535878	1848535
			4	535897	1848530
			1	535896	1848525
			1	536605	1848353
			2	536620	1848365
			3	536624	1848362
			4	536608	1848349

CUS BPQ					
Centro			Vértice		
Sitio	X	Y	N°	X	Y
			1	536605	1848353
12	535941	1848512	1	535949	1848506
			2	535931	1848513
			3	535933	1848518
			4	535951	1848511
			1	535949	1848506
13	535743	1848558	1	535753	1848555
			2	535733	1848556
			3	535733	1848561
			4	535753	1848559
			1	535753	1848555

Tabla II.5 Coordenadas UTM (Datum WGS84) de las parcelas establecidas de BQP para caracterizar la vegetación en la superficie del proyecto.

CUS BQP					
Centro			Vértice		
Sitio	X	Y	N°	X	Y
1	534404	1848390	1	534394	1848388
			2	534412	1848396
			3	534414	1848392
			4	534396	1848383
			1	534394	1848388
2	534117	1848289	1	534107	1848289
			2	534126	1848295
			3	534127	1848291
			4	534109	1848284
			1	534107	1848289
3	534034	1848267	1	534023	1848267

CUS BQP					
Centro			Vértice		
Sitio	X	Y	N°	X	Y
			2	534043	1848272
			3	534044	1848267
			4	534025	1848262
			1	534023	1848267
4	533984	1848250	1	533974	1848250
			2	533993	1848255
			3	533994	1848250
			4	533975	1848245
			1	533974	1848250
5	533889	1848222	1	533879	1848222
			2	533898	1848228
			3	533899	1848223
			4	533880	1848217
			1	533879	1848222

Las parcelas fueron distribuidas de manera sistemática ya que dicho arreglo es uno de los más confiable estadísticamente (Jiménez Pérez, 2000, Apuntes del Curso “Evaluación de Recursos Forestales” del Programa de Maestría en Ciencias Forestales que ofrece la UANL). Con esto, todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados como áreas de muestreo; no obstante, es importante resaltar que, mediante la aplicación de dicho método, se evalúa sólo una fracción de la población de manera objetiva y se extrapolan los resultados obtenidos a la totalidad de la superficie de afectación.

#### II.9.1.4 Procesamiento de datos.

El manejo de los datos contenidos en el sumario de los datos de muestreo de cada cuadrante como producto de la medición de la vegetación leñosa dentro de los polígonos sujetos a afectación se fundamenta en Cox (1972) y Muller-Dombois y Ellenberg (1974).

### II.9.1.5 Resultados obtenidos.

#### a) Volumen calculado para especies maderables de Selva Baja Caducifolia.

La estimación del volumen por sitio de las materias primas forestales resultantes del área del proyecto del tipo de vegetación de SBC y la estimación en la superficie muestreada para Selva Baja Caducifolia (1,200 m<sup>2</sup>) fue de 1.4267 m<sup>3</sup>vta, por lo que para el desarrollo del proyecto (6.0945 ha) se afectara un total de 72.4573 m<sup>3</sup>vta, con un promedio por ha de 11.8890 m<sup>3</sup>vta/ha.

El número de individuos que será removido estadísticamente del tipo de vegetación de SBC de acuerdo con los muestreos realizados en la superficie de CUSTF del proyecto es de 614,326 individuos de especies maderables y 496,702 individuos para las especies de las no maderables.

Cabe señalar que los resultados fueron procesados para determinar su área basal individual para posteriormente calcular su volumen, motivo por lo cual los resultados incluidos en este numeral son expresados como valores promedio del total por especie a manera de resumen. Para mayor referencia se incluye la memoria de cálculo como parte integrante de los archivos de Excel que se encuentran adjuntos en el Anexo 9, presentando la cuantificación del volumen de las materias primas resultantes del cambio de uso de suelo mediante la extrapolación de los resultados obtenidos en las 12 parcelas de muestreo, habiendo sido excluidas del cálculo las especies pertenecientes al estrato herbáceo y al grupo de las cactáceas.

Tabla II.6 Volumen de las materias primas forestales estimado en cada sitio de muestreo para el tipo de vegetación de Selva Baja Caducifolia.

Sitio	Volumen por sitio (m3vta)
1	0.0920
2	0.1011
3	0.0132
4	0.2125
5	0.0351
6	0.0605
7	0.3042

Sitio	Volumen por sitio (m3vta)
8	0.0508
9	0.2976
10	0.1036
11	0.0153
12	0.1408
<b>Total</b>	<b>1.4267</b>

Tabla II.7 Volumen de las materias primas forestales estimado para la superficie de cambio de suelo (especie maderables de SBC).

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (SBC)	UME	Maderable	Aprovechable
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	0.0920	0.7669	4.6739	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Jonote	<i>Trema micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	1	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	2	Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	0.1011	0.8426	5.1353	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	2	Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	2	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>						



## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (SBC)	UME	Maderable	Aprovechable
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	2	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	2	Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	2	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	2	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	2	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	2	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	0.0132	0.1099	0.6695	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	Coralillo	<i>Hamelia patens</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	Jonote	<i>Trema micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	Mala mujer	<i>Cnidocolus multilobus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (SBC)	UME	Maderable	Aprovechable
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	3	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Algodón silvestre	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.2125	1.7705	10.7905	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Cielitos	<i>Ageratum corymbosum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Nanche	<i>Malpighia glabra</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	4	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (SBC)	UME	Maderable	Aprovechable
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	5	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	0.0351	0.2926	1.7830	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	5	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	5	Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	5	Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	5	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	5	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	5	Nanche	<i>Malpighia glabra</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	5	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	5	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	5	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	0.0605	0.5045	3.0745	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Colorín	<i>Erythrina goldmanii</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Copal	<i>Bursera excelsa</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (SBC)	UME	Maderable	Aprovechable
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Jonote	<i>Trema micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Jonote blanco	<i>Hellocarpus donnellsmithii</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Mala mujer	<i>Cnidocolus multilobus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Nanche	<i>Malpighia glabra</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Algodón silvestre	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.3042	2.5351	15.4504	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Cicuito	<i>Hellocarpus terebinthinaceus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Copal	<i>Bursera excelsa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (SBC)	UME	Maderable	Aprovechable
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	7	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	0.0508	0.4234	2.5802	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Cabezona	<i>Smalanthus maculatus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Copal	<i>Bursera excelsa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Jonote	<i>Trema micrantha</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (SBC)	UME	Maderable	Aprovechable
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	8	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	0.2976	2.4801	15.1151	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Colorín	<i>Erythrina goldmanii</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Copal	<i>Bursera excelsa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Jonote	<i>Trema micrantha</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (SBC)	UME	Maderable	Aprovechable
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Nanche	<i>Malpighia glabra</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	9	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Algodón silvestre	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.1036	0.8630	5.2594	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Cielitos	<i>Ageratum corymbosum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Coralillo	<i>Hamelia patens</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (SBC)	UME	Maderable	Aprovechable
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Jonote	<i>Trema micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Jonote	<i>Trema micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Mala mujer	<i>Cnidocolus multilobus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	10	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	0.0153	0.1273	0.7761	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Cabezona	<i>Smalanthus maculatus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Cielitos	<i>Ageratum corymbosum</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>						



## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (SBC)	UME	Maderable	Aprovechable
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Jonote	<i>Trema micrantha</i>	0.1408	1.1731	7.1496	m3vta	Si	No
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>						
Chiapa del Corzo	1	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
Chiapa del Corzo	3	Selva Baja Caducifolia	6.0945	11	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						
Chiapa del Corzo	5	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>						
Chiapa del Corzo	6	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>						
Chiapa del Corzo	7	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>						
Chiapa del Corzo	8	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>						
Chiapa del Corzo	9	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Cabezona	<i>Smalanthus maculatus</i>						
Chiapa del Corzo	10	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>						
Chiapa del Corzo	11	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>						
Chiapa del Corzo	14	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>						
Chiapa del Corzo	15	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>						
Chiapa del Corzo	16	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>						
Chiapa del Corzo	18	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>						
Chiapa del Corzo	19	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>						
Chiapa del Corzo	20	Selva Baja Caducifolia	6.0945	12	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico			Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (SBC)	UME	Maderable	Aprovechable
6.0945	SCT	---	---		1.4267	11.8890	72.4573	m3vta	---	---				

Tabla II.8 Volumen de las materias primas forestales por propietario estimado para la superficie del proyecto (especie maderables).

Volumen por Propietario para el tipo de vegetación de Selva Baja Caducifolia						
No de predio (1)	Proyecto	Superficie CUS (ha)	Sitio	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de SBC (m3vta)
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	1	0.0920	11.8890	72.4573
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	2	0.1011		
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	3	0.0132		
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	4	0.2125		
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	5	0.0351		
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	6	0.0605		
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	7	0.3042		
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	8	0.0508		
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	9	0.2976		
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	10	0.1036		
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	11	0.0153		
1	Carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas.	6.0945	12	0.1408		
<b>Total</b>		<b>6.0945</b>	<b>Total</b>	<b>1.4267</b>	<b>11.8890</b>	<b>72.4573</b>

**b) Volumen calculado para especies maderables de Bosque de Pino – Encino.**

La estimación en la superficie muestreada para BPQ (1,300 m<sup>2</sup>) fue de 3.0144 m<sup>3</sup>vta, el desarrollo del proyecto afectara 4.1440 ha de este tipo de vegetación se afectara un total de 96.0883 m<sup>3</sup>vta, con un promedio por ha de 23.1873 m<sup>3</sup>vta/ha, en las siguientes tablas se presenta la estimación del volumen por sitio.

El número de individuos que será removido estadísticamente del tipo de vegetación de BPQ de acuerdo con los muestreos realizados en la superficie de CUSTF del proyecto es de 369,230 individuos de especies maderables (Tabla Adjunta de manera digital como parte integrante del Anexo 9 el cual contiene la memoria de cálculo en Excel) y 28,179 individuos para las especies de las no maderables.

Los resultados fueron procesados para la determinación de su área basal individual para posteriormente calcular su volumen, motivo por lo cual los resultados son expresados como valores promedio del total por especie a manera de resumen. Para una mejor verificación de la información, se incluye la memoria de cálculo como parte integrante de los archivos de Excel que se encuentran adjuntos en el Anexo 9, presentando la cuantificación del volumen de las materias primas resultantes del cambio de uso de suelo mediante la extrapolación de los resultados obtenidos en las 13 parcelas de muestreo para este tipo de vegetación, habiendo sido excluidas del cálculo las especies pertenecientes al estrato herbáceo y al grupo de las cactáceas.

Tabla II.9 Volumen de las materias primas forestales estimado en cada sitio de muestreo para el tipo de vegetación de BPQ

Sitio	Volumen por sitio (m3vta)
1	0.0853
2	0.1620
3	1.1428
4	0.0562
5	0.5730
6	0.0370
7	0.0499
8	0.0137
9	0.1264
10	0.0645
11	0.0275
12	0.5525
13	0.1236
<b>Total</b>	<b>3.0144</b>

Tabla II.10 Volumen de las materias primas forestales estimado para la superficie de cambio de suelo (especie maderables de BPQ).

Municipio	Pol.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BPQ)	UME	Maderable	Aprov.
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	1	Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	0.0853	0.6563	2.7198	m3vta	Si	No
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	1	Árnica	<i>Verbesina perymenoides</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	1	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	1	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	1	Cabezona	<i>Smalanthus maculatus</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	1	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	1	Flores	<i>Stevia sp</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	1	Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	1	Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	1	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	2	Árnica	<i>Verbesina perymenoides</i>	0.1620	1.2464	5.1651	m3vta	Si	No
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	2	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	2	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	2	Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	2	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	2	Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	2	Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	2	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	1.1428	8.7905	36.4276	m3vta	Si	No
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Pol.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BPQ)	UME	Maderable	Aprov.
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	3	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	0.0562	0.4325	1.7922	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Pol.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BPQ)	UME	Maderable	Aprov.
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	4	Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	5	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	0.5730	4.4075	18.2648	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	5	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	5	Cabezona	<i>Smalanthus maculatus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	5	Capulin	<i>Prunus serotina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	5	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	5	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	5	Flores	<i>Stevia sp</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	5	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	5	Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	5	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	6	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	6	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	6	Cabezona	<i>Smalanthus maculatus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	6	Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Pol.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BPQ)	UME	Maderable	Aprov.
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	6	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	6	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	6	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	6	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	6	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	6	Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	6	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	0.0499	0.3842	1.5922	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>						



## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Pol.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BPQ)	UME	Maderable	Aprov.
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	7	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Árnica	<i>Verbesina perymenoides</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Capulin	<i>Prunus serotina</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Flores	<i>Stevia sp</i>	0.0137	0.1053	0.4363	m3vta	Si	No
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>						
Zinacantán	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	8	Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	0.1264	0.9719	4.0277	m3vta	Si	No

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Pol.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BPQ)	UME	Maderable	Aprov.
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Cabezona	<i>Smilax maculatus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Capulín	<i>Prunus serotina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	9	Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	10	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	0.0645	0.4964	2.0572	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	10	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	10	Capulín	<i>Prunus serotina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	10	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	10	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	10	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Pol.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BPQ)	UME	Maderable	Aprov.
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	10	Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	10	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	10	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	0.0275	0.2115	0.8766	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Flores	<i>Stevia sp</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Pol.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BPQ)	UME	Maderable	Aprov.
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	11	Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	0.5525	4.2498	17.6113	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Cabezona	<i>Smalanthus maculatus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Capulin	<i>Prunus serotina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Flores	<i>Stevia sp</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	12	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Pol.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BPQ)	UME	Maderable	Aprov.
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	13	Cabezona	<i>Smalanthus maculatus</i>	0.1236	0.9505	3.9387	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	13	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	13	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	13	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	13	Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	13	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Pino - Encino	4.1440	13	Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>						
6.0945	SCT	---	3.0144	23.1873	96.0883	m3vta	---	---				

Tabla II.11 Volumen de las materias primas forestales por propietario estimado para la superficie del proyecto de BPQ (especie maderables).

Volumen por Propietario para el tipo de vegetación de Bosque de Pino - Encino						
No de predio (1)	Promovente	Superficie CUS (ha)	Sitio	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de BPQ(m3vta)
1	SCT	4.1440	1	0.0853	23.1873	96.0883
1	SCT	4.1440	2	0.1620		
1	SCT	4.1440	3	1.1428		
1	SCT	4.1440	4	0.0562		
1	SCT	4.1440	5	0.5730		

Volumen por Propietario para el tipo de vegetación de Bosque de Pino - Encino						
1	SCT	4.1440	6	0.0370		
1	SCT	4.1440	7	0.0499		
1	SCT	4.1440	8	0.0137		
1	SCT	4.1440	9	0.1264		
1	SCT	4.1440	10	0.0645		
1	SCT	4.1440	11	0.0275		
1	SCT	4.1440	12	0.5525		
1	SCT	4.1440	13	0.1236		
<b>Total</b>		<b>4.1440</b>	<b>Total</b>	<b>3.0144</b>	<b>23.1873</b>	<b>96.0883</b>

### c) Volumen calculado para especies maderables de Bosque de Encino - Pino

La estimación en la superficie muestreada para el tipo de vegetación de BQP (500 m<sup>2</sup>) fue de 0.3420 m<sup>3</sup>vta. El desarrollo del proyecto afectara 0.6872 ha de este tipo de vegetación, afectando un total de 4.7003 m<sup>3</sup>vta, con un promedio por ha de 6.8398 m<sup>3</sup>vta/ha.

El número de individuos que será removido estadísticamente del tipo de vegetación de Bosque de Encino-Pino de acuerdo con los muestreos realizados en la superficie de cambio del proyecto es de 34,978 individuos de especies maderables (Tabla Adjunta de manera digital como parte integrante del Anexo 9 el cual contiene la memoria de cálculo en Excel) y 2,749 individuos para las especies de las no maderable.

Dichos resultados fueron procesados para determinar área basal individual para posteriormente calcular el volumen, motivo por lo cual los resultados incluidos en este numeral son expresados como valores promedio del total por especie a manera de resumen. Se incluye la memoria de cálculo como parte integrante de los archivos de Excel que se encuentran adjuntos en el Anexo 9, presentando la cuantificación del volumen de las materias primas resultantes del cambio de uso de suelo mediante la extrapolación de los resultados obtenidos en las 5 parcelas de muestreo en este tipo de vegetación, habiendo sido excluidas del cálculo las especies pertenecientes al estrato herbáceo y al grupo de las cactáceas.

Tabla II.12 Volumen de las materias primas forestales estimado en cada sitio de muestreo para el tipo de vegetación de Bosque de Encino - Pino

Sitio	Volumen por sitio (m3vta)
1	0.0231
2	0.0693
3	0.1362
4	0.0136

Sitio	Volumen por sitio (m3vta)
5	0.0997
<b>Total</b>	<b>0.3420</b>



Tabla II.13 Volumen de las materias primas forestales estimado para la superficie de cambio de suelo (especie maderables de BQP).

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BQP)	UME	Maderable	Aprov.
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	1	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	0.0231	0.4627	0.3180	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	1	Aillite	<i>Alnus acuminata</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	1	Berenjena	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	1	Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	1	Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	1	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	1	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	1	Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	1	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	1	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	0.0693	1.3858	0.9523	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Berenjena	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>						

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BQP)	UME	Maderable	Aprov.
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	2	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	0.1362	2.7246	1.8723	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Ailite	<i>Alnus acuminata</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Berenjena	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	3	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	0.0136	0.2727	0.1874	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Ailite	<i>Alnus acuminata</i>						

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Municipio	Poli.	Tipo de vegetación	Sup. (ha)	Sitio	Nombre Común	Nombre Científico	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de (BQP)	UME	Maderable	Aprov.
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Berenjena	<i>Solanum chrysotrichum</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Larga	<i>Verbesina nerifolia</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	4	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	5	Berenjena	<i>Solanum chrysotrichum</i>	0.0997	1.9941	1.3704	m3vta	Si	No
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	5	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	5	Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	5	Escoba	<i>Baccharis confertoides</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	5	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	5	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>						
San Cristóbal de las Casas	1	Bosque de Encino - Pino	0.6872	5	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>						
6.0945	---	---	---		0.3420	6.8398	4.7003	m3vta	---	---		

Tabla II.14 Volumen de las materias primas forestales por propietario estimado para la superficie del proyecto (especie maderables).

Volumen por Propietario para el tipo de vegetación de Bosque de Encino - Pino						
No de predio (1)	Promoviente	Superficie CUS (ha)	Sitio	Volumen por sitio (m3vta)	Volumen por ha (m3vta)	Volumen de BQP(m3vta)
1	SCT	0.6872	1	0.0231	6.8398	4.7003
1	SCT	0.6872	2	0.0693		
1	SCT	0.6872	3	0.1362		
1	SCT	0.6872	4	0.0136		
1	SCT	0.6872	5	0.0997		
Total		0.6872	Total	0.3420	6.8398	4.7003

### II.9.2. Manejo de residuos forestales.

Los residuos vegetales serán triturados y posteriormente esparcidos en los sitios que requieran un mejoramiento de suelo. Se utilizará maquinaria pesada para retirar la vegetación que lo amerite.

## II.10. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

La fracción XLVI del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable describe los recursos biológicos forestales:

*XLVI. Recursos biológicos forestales: Comprende las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación.*

En este sentido, con el fin de desarrollar una perspectiva en la valoración de la biodiversidad, y por ende de los servicios ecosistémicos, es necesario en primer lugar, proporcionar una discusión clara de lo que significa el valor y el papel de la “valoración” en la formulación de políticas ambientales.

El medio natural constituye un gran obstáculo en la aplicación del criterio de racionalidad de costo-beneficio tradicional: algunos bienes y servicios ambientales

prestados a la comunidad no son intercambiados en un mercado, la ausencia de un indicador del valor del medio ambiente en una forma monetaria (precios) no permite evaluar el cambio en el bienestar de las personas, resultantes de una modificación en la calidad del medio ambiente (Caballero y Rojas 2009). Una correcta valoración de los recursos naturales y sus usos permitiría también, en la evaluación de proyectos de desarrollo, incorporar opciones significativas con menor costo ambiental y social, así como corregir los procesos productivos ineficientes o escalas inadecuadas. Hablar de una estimación económica de los recursos forestales es darle valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por este recurso ambiental, independientemente de si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo. El valor económico de cualquier bien o servicio suele medirse teniendo en cuenta lo que estamos dispuestos a pagar por él menos de lo que cuesta proveerlo.

En este sentido, los recursos biológicos forestales de la región representan cierta utilidad para los habitantes de las comunidades que habitan los alrededores del proyecto, ya que las especies vegetales representan indudablemente un valor económico, motivo por el cual, en los siguientes apartados se efectúa un análisis de los ingresos netos que a partir del ecosistema presente se podrían obtener mediante sus distintos usos alternativos, no incluyendo la valoración de la propiedad de la tierra como tal.

#### **a) Vegetación.**

En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o sustitutos que se comercializan, como se verá posteriormente en el caso de las especies arbóreas y arbustivas. Para la valoración de los recursos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existen mercados, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos, y la valoración. Los métodos de medición del valor económico se pueden agrupar de acuerdo con el tipo de mercado que se utiliza para su cálculo: a partir de un mercado real, un mercado sustituto o un

mercado simulado. A continuación se muestran las especies, sus valores y productos propuestos; dividido en Maderable y No maderable. Los precios fueron tomados en base al Acuerdo Estadístico de la Producción Forestal 2016.

### SELVA BAJA CADUCIFOLIA

Tabla II.15 Valoración de los recursos biológicos forestales Medicinales en el área de cambio de uso de suelo.

Medicinal				
Nombre común	Nombre científico	Número de individuos en 6.0945 Ha	Precio unitario (Pesos)	Productos (Pesos)
			Medicinales	Medicinales
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	872	10.00	\$8,724.12
Árnica	<i>Verbesina perymenoides</i>	308	10.00	\$3,079.10
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	2823	10.00	\$28,225.08
Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	513	10.00	\$5,131.83
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	1386	10.00	\$13,855.95
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	103	10.00	\$1,026.37
Escoba	<i>Sida acuta</i>	257	10.00	\$2,565.92
Mala mujer	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	770	10.00	\$7,697.75
Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	103	10.00	\$1,026.37
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	1745	10.00	\$17,448.23
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	13702	10.00	\$137,019.95
Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	1386	10.00	\$13,855.95
<b>Total</b>				<b>\$239,656.62</b>

Tabla II.16 Valoración de los recursos biológicos forestales Ornamentales en el área de cambio de uso de suelo.

Ornamental				
Especie	Nombre científico	Número de individuos en 6.0945 Ha	Precio unitario (Pesos)	Productos (Pesos)
			Ornamental	Ornamental
Algodón silvestre	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	154	10.00	\$1,539.55
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	103	10.00	\$1,026.37

Ornamental				
Especie	Nombre científico	Número de individuos en 6.0945 Ha	Precio unitario (Pesos)	Productos (Pesos)
			Ornamental	Ornamental
Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	154	10.00	\$1,539.55
Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	462	10.00	\$4,618.65
Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	154	10.00	\$1,539.55
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	5748	10.00	\$57,476.53
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	205	10.00	\$2,052.73
Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	154	10.00	\$1,539.55
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	3,695	10.00	\$36,949.20
Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	103	10.00	\$1,026.37
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	205	10.00	\$2,052.73
Chapiz	<i>Syngonium podophyllum</i>	103	10.00	\$1,026.37
Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	3644	10.00	\$36,436.02
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	103	10.00	\$1,026.37
Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	1078	10.00	\$10,776.85
Colorín	<i>Erythrina goldmanii</i>	103	10.00	\$1,026.37
Copal	<i>Bursera excelsa</i>	359	10.00	\$3,592.28
Coralillo	<i>Hamelia patens</i>	205	10.00	\$2,052.73
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	205	10.00	\$2,052.73
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	205	10.00	\$2,052.73
Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>	103	10.00	\$1,026.37
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	103	10.00	\$1,026.37
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	205	10.00	\$2,052.73
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	565	10.00	\$5,645.02
Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	770	10.00	\$7,697.75
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	2823	10.00	\$28,225.08
Jonote blanco	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	51	10.00	\$513.18
Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	616	10.00	\$6,158.20
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	1129	10.00	\$11,290.03
Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	821	10.00	\$8,210.93

Ornamental				
Especie	Nombre científico	Número de individuos en 6.0945 Ha	Precio unitario (Pesos)	Productos (Pesos)
			Ornamental	Ornamental
Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	103	10.00	\$1,026.37
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	3644	10.00	\$36,436.02
Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	205	10.00	\$2,052.73
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	4927	10.00	\$49,265.60
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	3849	10.00	\$38,488.75
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	205	10.00	\$2,052.73
Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	6056	10.00	\$60,555.63
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	2001	10.00	\$20,014.15
<b>Total</b>				<b>\$280,711.28</b>

Tabla II.17 Valoración de los recursos biológicos forestales totales de Selva Baja Caducifolia.

Medicinal	Ornamental	Total
\$239,656.62	\$ 280,711.28	<b>\$ 520,367.90</b>



- **BOSQUE PINO-ENCINO.**

Tabla II.18 Valoración de los recursos biológicos forestales Maderables en el área de cambio de uso de suelo.

Grupos	Nombre común	Nombre científico	Volumen en 4.1440 ha (Metros cúbicos)	Volumen por producto (Metros cúbicos)		Precio Unitario (\$)		Precio de productos en 4.1440 ha (\$)	
				Celulosa	Leña	Celulosa	Leña	Celulosa	Leña
Pino	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	0.620	0.558	-	587.00	-	327.81	-
Otras coníferas	Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	0.781	-	0.702864	-	300.00	-	-
<b>Total</b>								327.81	210.86

\* Madera en Pie

Tabla II.19 Valoración de los recursos biológicos forestales Medicinales en el área de cambio de uso de suelo.

Medicinal				
Nombre común	Nombre científico	Número de individuos en 4.1440 Ha	Precio unitario (Pesos)	Productos (Pesos)
			Medicinales	Medicinales
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	97	10.00	\$966.83
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	999	10.00	\$9,990.58
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	1515	10.00	\$15,147.02
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	64	10.00	\$644.55
Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	64	10.00	\$644.55
Capulin	<i>Prunus serotina</i>	32	10.00	\$322.28
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	935	10.00	\$9,346.03
Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	97	5.00	\$483.42
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	1611	10.00	\$16,113.85
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	8701	10.00	\$87,014.77
Flores	<i>Stevia sp</i>	129	10.00	\$1,289.11
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	1386	10.00	\$13,857.91
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	290	10.00	\$2,900.49
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	64	10.00	\$644.55
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	451	10.00	\$4,511.88
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	32	10.00	\$322.28
<b>Total</b>				<b>\$164,200.09</b>

Tabla II.20 Valoración de los recursos biológicos forestales Ornamentales en el área de cambio de uso de suelo.

Ornamental				
Especie	Nombre científico	Número de individuos en 4.1440 Ha	Precio unitario (Pesos)	Productos (Pesos)
			Ornamental	Ornamental
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	32	10.00	\$322.28
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	129	15.00	\$1,933.66
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	387	10.00	\$3,867.32
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	32	10.00	\$322.28
Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	129	15.00	\$1,933.66
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	32	10.00	\$322.28
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	580	10.00	\$5,800.98
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	1,321	10.00	\$13,213.35

Ornamental				
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	64	5.00	\$322.28
Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>	161	5.00	\$805.69
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	32	10.00	\$322.28
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	645	10.00	\$6,445.54
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	193	15.00	\$2,900.49
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	1257	20.00	\$25,137.60
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	258	10.00	\$2,578.22
<b>Total</b>				<b>\$66,227.91</b>

Tabla II.21 Valoración de los recursos biológicos forestales totales de Bosque Pino-Encino.

Maderable	Medicinal	Ornamental	Total
\$ 538.67	\$ 164,200.09	\$ 66,227.91	<b>\$ 230,966.67</b>

- BOSQUE ENCINO-PINO**

Tabla II.22 Valoración de los recursos biológicos forestales Medicinales en el área de cambio de uso de suelo.

Medicinal				
Nombre común	Nombre científico	Número de individuos en 0.6872 Ha	Precio unitario (Pesos)	Productos (Pesos)
			Medicinales	Medicinales
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	209	10.00	\$2,085.00
Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	83	10.00	\$834.00
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	56	15.00	\$834.00
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	987	15.00	\$14,803.50
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	904	10.00	\$9,035.00
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	2280	10.00	\$22,796.00
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	97	10.00	\$973.00
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	70	15.00	\$1,042.50
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	862	15.00	\$12,927.00
<b>Total</b>				<b>\$65,330.00</b>

Tabla II.23 Valoración de los recursos biológicos forestales Ornamentales en el área de cambio de uso de suelo.

Ornamental
------------

Especie	Nombre científico	Número de individuos en 0.6872Ha	Precio unitario (Pesos)	Productos (Pesos)
			Ornamental	Ornamental
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	42	10.00	\$417.00
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	42	10.00	\$417.00
Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	70	15.00	\$1,042.50
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	264	15.00	\$3,961.50
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	292	10.00	\$2,919.00
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	56	10.00	\$556.00
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	42	10.00	\$417.00
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	111	15.00	\$1,668.00
Pino real	<i>Pinus pseudostrabus</i>	139	15.00	\$2,085.00
<b>Total</b>				<b>\$13,483.00</b>

Tabla II.24 Valoración de los recursos biológicos forestales totales de Bosque Encino-Pino.

Medicinal	Ornamental	Total
\$65,330.00	\$13,483.00	<b>\$ 78,813.00</b>

Tabla II.25 Cuadro de resumen de valoración de los recursos forestales totales en los tipos de vegetación existentes en el área de proyecto.

Selva Baja Caducifolia	Bosque Pino-Encino	Bosque Encino-Pino	TOTAL
\$ 520,367.90	\$ 230,966.67	\$ 78,813.00	<b>\$ 830,147.57</b>

## b) Fauna silvestre.

En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o sustitutos que se comercializan, como se verá posteriormente en la siguiente agrupación de las especies de fauna. Para la valoración de los recursos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existen mercados, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos, y la valoración. Los métodos de medición del valor económico se pueden agrupar de acuerdo con el tipo de mercado que se utiliza para su cálculo: a partir de un mercado real, un mercado sustituto o un mercado simulado.

Tabla II.26 Valoración de reptiles.

Reptiles					
Especie	Nombre científico	Núm. Individuos muestreados	Ind / especie en 10.9257 ha	Costo	
				Unitario (\$)	Total (\$)
Abaniquillo adornado de chiapas	<i>Anolis anisolepis</i>	3	9	350.00	3,277.71
Abaniquillo sedoso	<i>Anolis sericeus</i>	1	3	80.00	249.73
Anolis de bosque de niebla	<i>Anolis unilobatus</i>	2	6	80.00	499.46
Huico gigante	<i>Aspiloscelis motaguae</i>	2	6	90.00	561.89
Iguana de cola espinosa del noreste	<i>Ctenosaura acanthura</i>	1	3	500.00	1,560.81
Culebra ojo de gato bandada	<i>Leptodeira annulata</i>	1	3	1000.00	3,121.63
Lagartija espinosa chiapaneca	<i>Sceloporus carinatus</i>	1	3	100.00	312.16
Lagartija espinosa esmeralda chiapaneca	<i>Sceloporus taeniocnemis</i>	2	6	90.00	561.89
Lagartija espinosa vientre rosado	<i>Sceloporus variabilis</i>	4	12	80.00	998.92
Culebra listonada amarillenta	<i>Thamnophis fulvus</i>	1	3	150.00	468.24
<b>Total</b>		<b>18</b>	<b>56</b>	<b>--</b>	<b>11,612.46</b>

Tabla II.27 Valoración de mamíferos.

Mamíferos					
Especie	Nombre científico	Núm. Individuos muestreados	Ind / especie en 10.9257 ha	Costo	
				Unitario (\$)	Total (\$)
Tlacuache sureño	<i>Didelphis marsupialis</i>	2	3	200.00	582.70
Coatí	<i>Nasua narica</i>	1	1	300.00	437.03
Ardilla vientre rojo	<i>Sciurus aureogaster</i>	3	4	200.00	874.06
Conejo serrano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	1	1	100.00	145.68
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>10</b>	<b>--</b>	<b>2,039.46</b>

Tabla II.28 Valoración de las aves.

Aves					
Especie	Nombre científico	Núm. Individuos muestreados	Ind / especie en 10.9257 ha	Costo	
				Unitario (\$)	Total (\$)
Tordo sargento	<i>Agelaius phoeniceus</i>	9	13	100.00	1,311.08
Colibrí garganta rubí	<i>Archilochus colubris</i>	1	1	150.00	218.51
Rascador oliváceo	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	2	3	80.00	233.08

Momoto garganta azul	<i>Aspatha gularis</i>	2	3	300.00	874.06
Chipe gorra canela	<i>Basileuterus rufifrons</i>	2	3	90.00	262.22
Garza ganadera	<i>Bubulcus ibis</i>	3	4	100.00	437.03
Aguililla cola corta	<i>Buteo brachyurus</i>	1	1	200.00	291.35
Aguililla negra menor	<i>Buteogallus anthracinus</i>	1	1	800.00	1,165.41
Matraca tropical	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	2	3	80.00	233.08
Chipe corona negra	<i>Cardellina pusilla</i>	2	3	70.00	203.95
Zopilote aura	<i>Cathartes aura</i>	7	10	180.00	1,835.52
Zorzal cola canela	<i>Catharus guttatus</i>	1	1	60.00	87.41
Saltapared barranqueño	<i>Catherpes mexicanus</i>	2	3	80.00	233.08
Tortolita cola larga	<i>Columbina inca</i>	3	4	90.00	393.33
Tortolita canela	<i>Columbina talpacoti</i>	2	3	80.00	233.08
Zopilote común	<i>Coragyps atratus</i>	4	6	150.00	874.06
Garrapatero pijuy	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	2	3	90.00	262.22
Chara copetona	<i>Cyanocitta stelleri</i>	2	3	100.00	291.35
Papamoscas vientre amarillo	<i>Empidonax flaviventris</i>	1	1	90.00	131.11
Halcón murcielaguero	<i>Falco rufigularis</i>	1	1	400.00	582.70
Mascarita común	<i>Geothlypis trichas</i>	3	4	80.00	349.62
Pinzón mexicano	<i>Haemorhous mexicanus</i>	6	9	70.00	611.84
Halcón guaco	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	1	1	300.00	437.03
Golondrina tijereta	<i>Hirundo rustica</i>	12	17	80.00	1,398.49
Calandria de Wagler	<i>Icterus wagleri</i>	2	3	90.00	262.22
Paloma arroyera	<i>Leptotila verreauxi</i>	1	1	80.00	116.54
Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>	2	3	110.00	320.49
Carpintero bellotero	<i>Melanerpes formicivorus</i>	2	3	90.00	262.22
Centzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	3	4	80.00	349.62
Pavito alas negras	<i>Myioborus miniatus</i>	1	1	80.00	116.54
Chipe cejas blancas	<i>Oreothlypis superciliosa</i>	2	3	80.00	233.08
Picogordo azul	<i>Passerina caerulea</i>	1	1	90.00	131.11
Sastrecillo	<i>Psaltirparus minimus</i>	2	3	70.00	203.95
Papamoscas cardenalito	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2	3	100.00	291.35
Zanate mayor	<i>Quiscalus mexicanus</i>	4	6	80.00	466.16
Papamoscas negro	<i>Sayornis nigricans</i>	1	1	80.00	116.54
Chipe de Townsend	<i>Setophaga townsendi</i>	2	3	75.00	218.51
Semillero de collar	<i>Sporophila torqueola</i>	1	1	70.00	101.97

Golondrina alas aserradas	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	11	16	80.00	1,281.95
Saltapared común	<i>Troglodytes aedon</i>	2	3	50.00	145.68
Mirlo cuello canela	<i>Turdus rufitorques</i>	3	4	60.00	262.22
Tirano pirirí	<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	3	70.00	203.95
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	7	10	70.00	713.81
Gorrión chingolo	<i>Zonotrichia capensis</i>	3	4	80.00	349.62
<b>Total</b>		<b>126</b>	<b>184</b>	<b>--</b>	<b>19,098.12</b>

Tabla II.29 Resumen de valoración de fauna por clase.

	Reptiles	Mamíferos	Aves	Costo Total
<b>Total</b>	11,612.46	2,039.46	19,098.12	<b>\$ 32,750.04</b>

c) Otros ingresos que generan las áreas forestales.

Independientemente del valor de las plantas y de la fauna silvestre, las áreas forestales generan otro tipo de ingresos, para los cuales a continuación se estimará su valor:

Ingresos por fijación de carbono. La importancia de la captura de carbono como un servicio ecológico, radica en el hecho de que la función de atrapar carbono que realizan las especies vegetales y demás organismos fotosintéticos es fundamental para atenuar el efecto invernadero, causada por el aporte de gases de invernadero derivados principalmente del uso de combustibles fósiles para las actividades industriales y funcionamiento de vehículos automotores.

Por otra parte, se señala que el desconocimiento de los servicios ambientales que presta la vegetación es evidente, por lo que la estimación de sus volúmenes maderables, biomasa y tasa de crecimiento son claves para entender los bienes y servicios que presta este tipo de comunidad vegetal (en los últimos 20 años, los procesos de cambio de uso de suelo como segunda fuente por actividades humanas, han incrementado en un 25% del total las emisiones de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera).

El almacenamiento y la fijación de carbono es uno de los servicios ambientales de los ecosistemas más importantes; la fijación se genera en el proceso de la fotosíntesis realizado por hojas y otras partes verdes de las plantas, que capturan CO<sub>2</sub> atmosférico para producir carbohidratos, se libere O<sub>2</sub> y utilizar el carbono para formar la biomasa de

la planta. En este sentido los ecosistemas, plantaciones forestales y cualquier área en la que exista un crecimiento de la cobertura vegetal pueden cumplir el papel de sumideros de carbono.

Tabla XIII. 9. Cálculo de carbono capturado.

Tipo de vegetación	Volumen total (m <sup>3</sup> rta)	Factor de densidad	Factor CO <sup>2</sup>	Captura CO <sup>2</sup> (t)
Selva Baja Caducifolia	1.0416	0.60	0.45	0.281
Bosque Pino-Encino	1.6244			0.439
Bosque Encino-Pino	0.0118			0.003
<b>TOTAL</b>				<b>0.723</b>

Debido a que se cuenta con poca información para estimar la captura de carbono por año, el resultado total (0.723 t.), es la cantidad de carbono que se ha almacenado en la vegetación que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo. Considerando que las 10.9257 hectáreas son activas en la captura de carbono con un precio internacional de 10 dls/tonelada (J.Bautista-Hernandez, J. A. Torres-Perez, 2003), se tiene un ingreso de \$137.37 pesos mexicanos, usando una tasa de cambio de 19.00 pesos en promedio (Banxico, octubre 2017). De acuerdo a la superficie forestal a afectar por el cambio de uso de suelo para el presente proyecto, se eliminarían 0.723 t. de Carbono que están secuestradas en la vegetación a remover (2.6778 m<sup>3</sup>rta) con un costo de \$ 137.37 por año (\$ 274.74 para los 2 años de vigencia del proyecto).

**Ingresos por protección de aguas.** La captura de agua o desempeño hidráulico es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. La parte de servicio ambiental del agua de escurrimiento es el agua infiltrada o percolada. El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores tales como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros.

Existe muy poca información bibliográfica sobre la valoración de este tema, sobresaliendo la de Kishar y Constantino (1994), citados por Carranza (1996), quienes estimaron el valor del servicio ambiental de protección de aguas como control contra inundaciones entre \$40.00 y \$90.00 por ha/año. De igual manera, se han realizado a nivel internacional distintas valoraciones que estiman la misma cantidad, por lo que asumiendo para este caso un valor mínimo de \$90 /ha/año, la extrapolación arroja un subtotal de \$983.31 por año.



**Ingresos por protección del ecosistema.** México es uno de estos países que en conjunto albergan entre el 60 y el 70% de la biodiversidad total del planeta (Mittermeier y Goettsch, 1992). Esta gran diversidad biológica se debe principalmente a la compleja topografía, la variedad de climas y la conexión de dos zonas biogeográficas (neártica y neotropical) en el territorio mexicano, que en conjunto forman un variado mosaico de condiciones ambientales" (CONABIO, 2000). En particular, las áreas tropicales y de bosque son las zonas donde se encuentra la mayor parte de la riqueza de diversidad genética (calculada en el 10% del total mundial) que existe en México.

Fortunel (2004) identifica dos factores clave para la pérdida de la biodiversidad: (1) la pérdida del hábitat y (2) la degradación del hábitat. Para revertir esto, la SEMARNAT y CONABIO han establecido que la mejor manera de conservar a las especies, los ecosistemas y sus servicios ambientales es la protección de las zonas naturales, como las áreas naturales protegidas. De esta manera, las áreas naturales protegidas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido alterado significativamente por la actividad humana y que proporcionan servicios ambientales de diversos tipos, es decir, tener una alta diversidad e integridad ecológica.

Sobre este respecto, no obstante el no ser muy profusa la investigación en este tema, varios autores han arribado a valores netos por hectárea para protección del ecosistema hasta de \$4,000.00 por año (Costanza *et.al.*, 1997, The value of the world's ecosystem services and natural capital, Nature, Vol. 387, 253-260 p), lo que reflejaría una cantidad de \$43,702.80 por año.

En resumen, la Tabla siguiente muestra la valoración de los servicios ambientales aplicables a las porciones de terreno solicitadas para cambio de uso del suelo (10.9257 ha [**SBC** 6.0945 ha, **BPQ** 4.1440 ha y **BQP** 0.6872 ha]), tomando en cuenta la vigencia estimada del proyecto (2 años), lo que asciende a \$952,544.57 (Novecientos cincuenta y dos mil quinientos cuarenta y cuatro pesos 57/100).

**Tabla XIII.10.** Valoración económica de los recursos biológico-forestales de la superficie de cambio de uso de suelo una vez extrapolados a los 2 años de vida útil del proyecto.

Concepto	Valor (\$)	Unidad de medida	Valor de cálculo	Valor total (\$)
Madera	Variable	planta	variable	\$ 830,147.57
Fauna	Variable	ejemplar	variable	\$ 32,750.04
Fijación de carbono	190	hectárea	variable	\$ 274.74
Protección de aguas	90	hectárea	10.9257	\$ 1,966.62
Protección del ecosistema	4,000.00	hectárea	10.9257	\$ 87,405.60
<b>Total</b>				<b>\$ 952,544.57</b>

### **II.11. Desmantelamiento y abandono.**

Por la naturaleza del proyecto no se prevé su abandono, se pretende que con un mantenimiento adecuado pueda extender su vida útil (estimada en 65 años) y continúe con su operación por tiempo indefinido.

Con respecto a las obras provisionales se realizará el cierre y desmantelamiento de las estructuras que fueron desplantadas, como lo son: estructuras auxiliares y/o provisionales de la implantación de la planta de asfalto, trituración, zona de habilitado de estructuras, almacén, oficinas, entre otras. Posterior al desmantelamiento se procederá a retirar todo tipo de concreto o revestimiento que se haya colocado en terreno natural. Subsecuentemente se llevará a cabo la limpieza de la zona retirando restos de madera, metales, sólidos y todo objeto ajeno a las características iniciales del suelo.

Una vez realizada la limpieza se procederá a la restauración del suelo de acuerdo a la morfología del área, pretendiendo en la medida de lo posible readecuarlo a su estado inicial, para lo cual se utilizarán los residuos vegetales y materia orgánica producto del desmonte y despalme.

### **II.12. Generación de residuos**

Las acciones a realizar en los diferentes frentes de trabajo generarán fuentes variadas de residuos, principalmente líquidos de desechos de maquinaria (aceites gastados, lodos aceitoso, sólidos de mantenimiento automotriz), cuyo manejo dependerá de la clasificación que se les otorgue (peligrosos o no peligrosos). Independientemente de cual su clasificación de los desechos, estos se entregarán a una empresa autorizada para su disposición final, dicha actividad quedara asentada en una bitácora de entrega recepción.

En cuanto a residuos peligrosos previstos a generar, en la siguiente tabla se integra un estimado de volúmenes.

Tabla II.30 Generación de residuos.

No. <sup>16.4.1</sup>	Descripción del residuo peligroso <sup>16.4.2 a</sup>	Clave del residuo <sup>16.4.3</sup>	Código de peligrosidad de los residuos (CPR): <sup>16.4.4</sup>									M <sup>16.4.5</sup>	Clave genérica (Tabla No. 2) <sup>16.4.6</sup>	No. CAS: <sup>16.4.7</sup>	Cantidad (Ton/Año) <sup>16.4.8</sup>
			C	R	E	T	Te	Th	Tt	I	B				
1	ACEITES GASTADOS (LUBRICANTES)	NA				X							1	NA	1.6
2	LODOS ACEITOSOS	NA				X							L6	NA	3.0
3	SÓLIDOS (DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ)	NA				X						X	SO2	NA	2.4
4															
29															
30															
Total <sup>16.4.9</sup>														7.0	
Categoría <sup>16.4.10</sup>														<b>PEQUEÑO GENERADOR</b>	

Respecto a los residuos orgánicos e inorgánicos deberán depositarse sólo en los contenedores y lugares especificados e identificados para cada caso. Los recipientes o contenedores deberán estar en buen estado, estar pintados y rotulados acorde al tipo de residuo a contener y deberán mantenerse tapados. Dichos contenedores estarán colocados sobre una membrana impermeable de polipropileno, para evitar algún escurrimiento al suelo.

Los contenedores estarán estratégicamente colocados en cada uno de los frentes de trabajo.

Las áreas de trabajo deberán mantenerse limpias, ordenadas y con buena imagen.

No deberán mezclarse residuos peligrosos con residuos no peligrosos (como basura o residuos reciclables), como tampoco deberán ser quemados, enterrados ni dispuestos en sitios no autorizados como barrancas, cauces o terreno aledaños al proyecto. En la siguiente imagen se muestra el tipo de contenedor a utilizar para el depósito de los residuos.

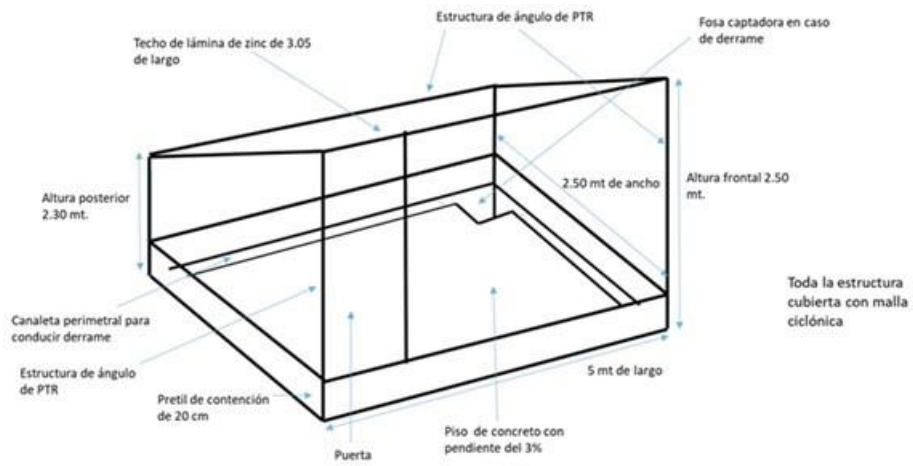
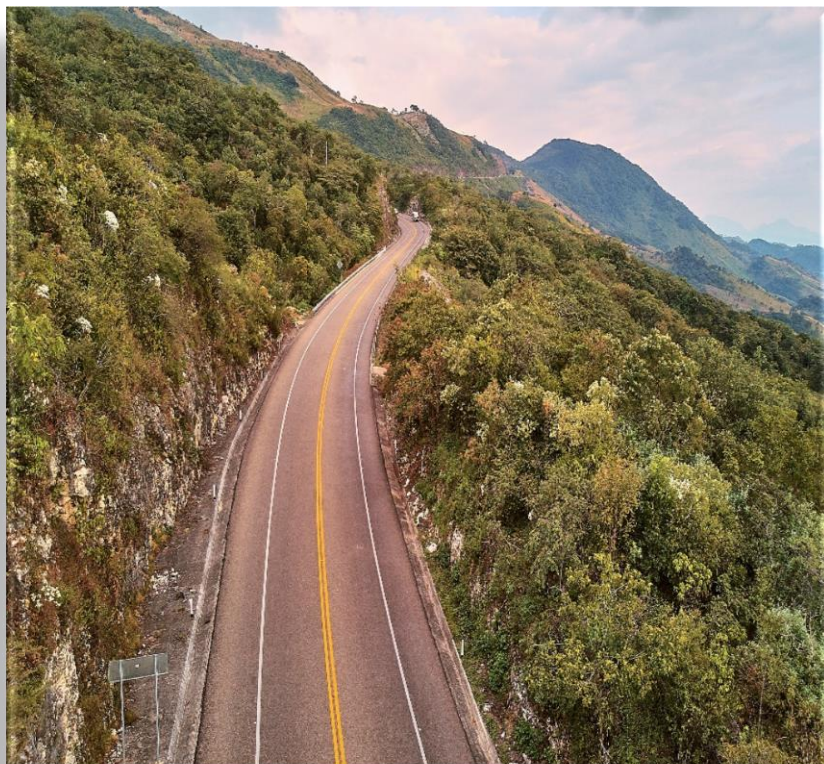


Fig. II.52 Contenedor para residuos.

# CAPÍTULO III

## *VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.*



## I. Contenido

<b>III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....</b>	<b>4</b>
<b>III.1. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>III.2. Instrumentos Legales.....</b>	<b>6</b>
III.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	6
III.2.2. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	10
III.2.3. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	12
III.2.4. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.....	15
III.2.5. Ley General de Vida Silvestre.....	16
III.2.6. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	17
III.2.7. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	18
III.2.8. Ley de Aguas Nacionales.....	20
III.2.9. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.....	21
III.2.10. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.....	21
III.2.11. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.....	24
III.2.12. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	25
III.2.13. Ley General de Cambio Climático.....	26
<b>III.3. Instrumentos de Política Ambiental.....</b>	<b>27</b>
III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	27
III.3.2. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (POETECH).....	36
III.3.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de San Cristóbal de las Casas	45
<b>III.4. Normas Oficiales Mexicanas.....</b>	<b>66</b>
<b>III.5. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas.....</b>	<b>68</b>
III.5.1. Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal.....	68
III.5.2. Áreas naturales Protegidas de Jurisdicción Estatal.....	69
III.5.3. Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción Municipal.....	70
<b>III.6. Sitios Ramsar.....</b>	<b>71</b>

## II. Índice de Tablas

Tabla III.1. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	10
Tabla III.2. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	13
Tabla III.3. Vinculación del proyecto con la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.....	16
Tabla III.4. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	18
Tabla III.5. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	19
Tabla III.6. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.....	20
Tabla III.7. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.....	21

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. ....	21
Tabla III.9. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.....	24
Tabla III.10. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. ....	25
Tabla III.11. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático. ....	26
Tabla III.12. Políticas y estrategias establecidas para las UAB’s 48, 53 y 54 aplicables al proyecto. ....	29
Tabla III.13. Vinculación del proyecto con las estrategias establecidas para las UAB’s aplicables del POEGT.....	30
Tabla III.14. Resumen de las UGA’s 49, 59, 66, 69 y 75 en las que incide el proyecto dentro del POETECH.....	38
Tabla III.15. Vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas. ....	66

### III. Índice de Figuras

Figura III.1. Ubicación del proyecto con respecto al POEGT. ....	29
Figura III.2. Ubicación del predio de proyecto con respecto al POETECH.....	36
Figura III.3. Ubicación del predio de proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de San Cristóbal de las Casas.....	46
Figura III.4. Ubicación del proyecto con respecto al Área Natural Protegida denominada Parque Nacional “Cañón del Sumidero”.....	69
Figura III.5. Ubicación del predio de proyecto con respecto a ANP Estatal. ....	70
Figura III.6. Ubicación del predio de proyecto con respecto ANP’s Municipal.....	71
Figura III.7. Ubicación del predio de proyecto con respecto a Sitio Ramsar.....	72

### III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

#### III.1. Introducción

El Acuerdo emitido con fecha 22 de diciembre de 2010, por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal [...], con el beneficio dirigido a los interesados para simplificar y unir los trámites, y tiempos de respuesta, en torno a las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia de cambio de uso de suelo forestal, para lo cual se requiere presentar lo que se ha denominado Documento Técnico Unificado (DTU).

Dicho Acuerdo por el que se unifican los trámites antes referidos, prevé dos modalidades para el DTU y que a continuación se mencionan en el siguiente gráfico:

**Modalidad A**, relativa a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras o actividades descritas sólo en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Esto es, mediante esta modalidad se evalúa únicamente el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su impacto ambiental.

**Modalidad B**, corresponde a la autorización de las obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la LGEEPA, excepto la prevista en la fracción V del mismo artículo, y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previstos en el artículo 117 de la LGDFS. Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúan los impactos ambientales derivados del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y de las obras o actividades del proyecto que requieren de autorización.

En este contexto, el proyecto entra en la modalidad B, del Documento Técnico Unificado ya que para el desarrollo del proyecto que nos ocupa, se requerirá realizar el cambio de uso de suelo y se desarrollarán obras y actividades de las previstas en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, ya que el proyecto



consistirá en la ampliación de un tercer carril en sitios puntuales de la carretera “Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las casas” en un total de 29.36 km, ocupando un área de 56.268 ha con el objetivo de ampliar la capacidad de la carretera, permitir el correcto flujo vehicular y que la carretera mantenga las medidas de seguridad adecuadas. Al mismo tiempo que necesitará realizar la ampliación de cuatro puentes, siete PIV la modernización de un entronque y de tres rampas de frenado existentes, ubicándose así el presente proyecto en los supuestos de una vía general de comunicación.

Por otra parte, en el citado Acuerdo se define al Documento Técnico Unificado (DTU-B) como a continuación se transcribe:

*“...SEGUNDO. Para los efectos del presente Acuerdo se entenderá por:*

*...*

*II. Documento técnico unificado, el que integra la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades regional o particular, señaladas en los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, con el estudio técnico justificativo señalado en el artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y cuyo contenido se describe en los artículos Sexto y Séptimo del presente Acuerdo.*

*...”*

De conformidad con la anterior transcripción se observará que el proyecto que se propone se ajusta a lo previsto por el citado Acuerdo.

Ahora bien, para la realización del presente capítulo, se llevó a cabo un análisis acucioso y exhaustivo de la legislación federal en materia ambiental, así como los programas sectoriales, planes de desarrollo, ordenamientos ecológicos del territorio y demás instrumentos de política ambiental en el ámbito nacional e internacional vinculados al proyecto, lo anterior con el propósito de acreditar plenamente su cumplimiento y viabilidad.

En este tenor y de conformidad con lo establecido en el artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el artículo 13 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales aplicables, como son programas de

desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Adicionalmente, se ha observado lo dispuesto en el artículo 121, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, para conformar el presente Documento Técnico Unificado, en observancia de las disposiciones jurídicas aplicables para su elaboración tal como se muestra en los subsecuentes títulos, del presente Capítulo.

### **III.2. Instrumentos Legales.**

En materia ambiental, el artículo 27 Constitucional establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

Por su parte, el Artículo 28 de la LGEEPA, como ya se mencionó, prevé un procedimiento de evaluación del impacto ambiental a través del cual se establecen 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, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en dicho ordenamiento, como lo es en el presente caso, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

En el presente apartado se realizará el análisis de los siguientes instrumentos normativos, así como también se establece la vinculación específica con cada uno de ellos.

#### **III.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), es el máximo cuerpo normativo de nuestro sistema jurídico del cual emana todo ordenamiento legal ya sea

federal o local. En él contiene los principios y objetivos de la nación. Establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos.

La teoría jurídica mexicana divide el estudio de la Constitución en dos grandes partes: la dogmática, que incluye las garantías o derechos individuales; y, la pragmática, que establece: 1) la estructura, funcionamiento, y facultades de los poderes federales y locales; 2) los principios que rigen a la nación y el Estado mexicano; 3) prevenciones generales y complementarias; y, 4) disposiciones transitorias. Se le denomina también carta magna, carta fundamental, pacto federal o ley fundamental.

Entonces, en nuestra carta fundamental se establecen los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, se trata de la norma jurídica suprema y ninguna otra ley, precepto legal o disposición pueden contravenir lo que en ella expresa.

En México la libertad de tránsito es un derecho que está garantizado por nuestra carta magna. El mismo se contempla en el artículo 11 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el cual a la letra dice:

*“Artículo 11. Todo hombre tiene derecho para entrar en la república, salir de ella, viajar por su territorio y mudar de residencia, sin necesidad de carta de seguridad, pasaporte, salvoconducto u otros requisitos semejantes. El ejercicio de este derecho estará subordinado a las facultades de la autoridad judicial, en los casos de responsabilidad criminal o civil, y a las de la autoridad administrativa, por lo que toca a las limitaciones que impongan las leyes sobre emigración, inmigración y salubridad general de la república, o sobre extranjeros perniciosos residentes en el país.”*

Lo que quiere decir que no deben de existir restricciones para aquellos que deseen salir y entrar en el país, así como transitar de manera libre por los territorios de la nación; estos derechos son aplicables tanto para nacionales como para extranjeros.

Resulta necesario mencionar en este respecto, que tal derecho y tales limitantes al mismo, han permanecido prácticamente sin cambios a lo largo de poco más de siglo y medio; el contenido del actual artículo 11 constitucional, conserva una redacción casi idéntica a la estipulada en el mismo artículo 11 de la Carta Fundamental de 1857.

Por citar un ejemplo, el tránsito diario promedio anual en las autopistas de cuota durante el 2008, fue de 1 millón 45 mil 305 vehículos. Siendo de estos 783 mil 811 automóviles; 56 mil 600, autobuses; y 204 mil 894, camiones. Por lo que se refiere al

número de pasajeros atendidos en los aeropuertos de ASA y Grupos Aeroportuarios en el año 2008, el informe de la SCT, registra un total de 87 millones 600 mil pasajeros.

Y en lo relativo al movimiento de pasajeros a través del sistema ferroviario nacional, el mismo documento de la SCT establece que durante el 2009, fueron movilizados 24 millones 416 mil pasajeros. Reportándose un incremento considerable en el número de pasajeros durante ese año, en comparación al anterior (2008), derivado de la puesta en funcionamiento del llamado Tren Suburbano.

De la información obtenida de dicho documento de la SCT, se desprende que aproximadamente 500 millones de desplazamientos se suscitan de manera anual a lo largo y ancho de la república. Lo que equivale a decir, que en teoría todos y cada uno de los mexicanos, nos movilizamos aproximadamente 5 veces al año a través de los distintos puntos del país.

Lo anterior refleja de manera ineludible, que la movilidad de nuestro país, en sus distintos tipos (en términos de Kaufmann); movilidad urbana, movilidad residencial, viaje y migración, es bastante intensa. Y dadas las precarias condiciones económicas que nos envuelven, resulta claro que el grueso de los desplazamientos atiende a su carácter indispensable y necesario para la supervivencia y desarrollo de los mexicanos.

La inmensa mayoría de los mexicanos se desplaza principalmente a través de la estructura carretera. De ahí que a su vez, resulte clara la creciente movilidad de la población, impulsada mayoritariamente por el uso de vehículos privados a motor, movilidad que tiene su mayor desafío en la práctica ausencia de medios de transporte masivo (trenes o metros). De esta manera la “privatización” de la movilidad cotidiana y de los viajes a través del automóvil particular surge como fuente de nuevas marginaciones por razones económicas.

Del contenido del artículo 11 constitucional se infiere que no deben existir medidas que impidan la libre movilidad de los individuos al interior de la república, y el artículo 25 del mismo ordenamiento, declara que la libertad, la seguridad y la dignidad también serán resguardadas, como a continuación se transcribe, en conjunción con el artículo 26.

*“Artículo 25.- Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el*

*empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege. (...)*

*El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la Constitución. (...)*

*Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente. (...)*

**Artículo 26.-**

*El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.*

*Los fines del proyecto nacional contenidos en la Constitución determinarán los objetivos de la planeación. Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la administración pública federal.*

*La ley facultara al ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del Plan y los Programas de Desarrollo. (...)*

En materia ambiental, el artículo 27 de la CPEUM, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar **obras públicas** y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

**“Artículo 27.- (...)**

*La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictaran las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de*

*población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; (...) y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.*  
 (...)

El proyecto se ajusta a las disposiciones que emanen de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en tanto que a través de la elaboración del presente DTU-B, se coadyuva con las metas buscadas por el Gobierno Federal en materia de planeación y regulación de actividades con la ejecución del presente proyecto, la propuesta de implementación de una estrategia de medidas tendientes a la preservación y mantenimiento del equilibrio ecológico.

### III.2.2. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

En el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Evaluación del Impacto Ambiental es un instrumento de Política Ambiental con carácter preventivo con un marco jurídico federal que establece la regulación de las actividades u obras que pudieran provocar un desequilibrio ecológico en las áreas pretendidas para su realización.

Adicionalmente, en esta Ley se establece que el impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establecerá las condiciones a que se sujetará la realización de las obras y actividades que puedan causar un desequilibrio ecológico, listando aquellas que requieren de autorización previa. Los principales artículos con que se vincula el proyecto que nos ocupa se mencionan a continuación.

Tabla III.1. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
<p><i>“...ARTÍCULO 15.- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:</i></p> <p><i>...                      IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación</i></p>	<p>El presente proyecto sujeto a evaluación de impacto ambiental, se ajusta al cumplimiento del artículo en cita, ya que dentro del cuerpo del DTU se contemplaron acciones y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales que pudiera ocasionar el desarrollo del proyecto (Ver capítulo V y VII del presente DTU.</p>

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
<p><i>implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales</i>                      ...”</p>	
<p><i>“...Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.</i></p> <p><i>Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo, alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</i></p> <p>...</p> <p><i>I.- Obras hidráulicas, <b>vías generales de comunicación</b>, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;</i></p> <p>...</p> <p><i>VII.- Cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas,</i>                      ...”</p>	<p>Son aplicables al proyecto las fracciones I y VII, del artículo 28 de la LGEEPA y por tanto sus obras y actividades requieren de someterse previamente al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental.</p> <p>Al ubicarse las obras y actividades dentro de los supuestos jurídicos que se citan y solicitar su autorización, se da cumplimiento al carácter preventivo que prevé el artículo 28, ya que de manera previa a la realización del proyecto se somete a consideración de la Autoridad el presente DTU, para obtener la autorización correspondiente.</p> <p>Adicionalmente, el proyecto se ajusta a las disposiciones establecidas en la presente Ley, ya que el desarrollo de las obras y/o actividades requieren ser evaluadas en materia de impacto ambiental por el cambio de uso de suelo</p>
<p><i>“...Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente....”</i></p>	<p>El proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita, ya que para obtener la autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo, se presenta para su respectiva evaluación en materia de impacto ambiental el DTU.</p> <p>El DTU presentado para su evaluación, incluye una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto, así como las estrategias ambientales definidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>
<p><i>“...ARTICULO 35 .- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.</i></p>	<p>Para determinar la viabilidad ambiental del sitio donde se pretende llevar a cabo el desarrollo del proyecto se llevó a cabo un análisis técnico-jurídico, con o se acredita el cumplimiento al primer y segundo párrafo del artículo en cita.</p> <p>Lo anterior se sostiene así ya que en el presente Capítulo se presenta la viabilidad del proyecto con respecto a las Leyes y Reglamento que se</p>

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
<p><i>Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</i></p> <p>...</p> <p><i>Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación</i></p> <p>..."</p>	<p>han considerado guardan relación directa con el mismo, así como también se demuestra su viabilidad con respecto a los ordenamientos y programas de desarrollo urbano que le han resultado aplicables.</p>

De acuerdo con lo anterior, se evidencia ante la autoridad evaluadora del presente proyecto, que éste cumple con las disposiciones establecidas en esta Ley a fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental que en ésta se prevé, atendiendo al carácter preventivo que guarda el procedimiento de evaluación del impacto ambiental; asimismo propone en el contenido del presente DTU-BR medidas preventivas y correctivas para minimizar los impactos ambientales que durante el desarrollo del proyecto se pudieran ocasionar al medio ambiente.

### III.2.3. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El Artículo 28 de la LGEEPA, establece que es el Reglamento de dicho ordenamiento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el que determina cuales son las obras o actividades, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances puedan producir impactos ambientales significativos, desequilibrios ecológicos, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas, y de igual forma también determina cuales son aquellas obras o actividades que no deban sujetarse al proceso de evaluación de impacto ambiental; bajo este tenor se vinculará el proyecto con el artículo 5º, del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como con otras disposiciones que se consideraron aplicables al proyecto



De acuerdo con sus características, el proyecto se ajusta con lo establecido en el Artículo 5° del Reglamento en cuestión, donde se establece lo siguiente:

Tabla III.2. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
<p><i>“...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:</i></p> <p>...</p> <p><b>B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:</b></p> <p><i>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, con excepción de:</i></p> <p>...</p> <p><b>O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:</b></p> <p><i>I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de <b>vías generales de comunicación</b> o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;</i></p> <p>...</p> <p>”</p>	<p>El proyecto como se ha mencionado con anterioridad, consiste en la ampliación a una vía general de comunicación y la cual requiere en algunos de sus tramos el cambio de uso de suelo, encuadrando así dentro de los supuestos contenidos en el inciso B) y O), del presente artículo.</p>
<p><i>“Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:</i></p> <p><i>I.- Regional, o</i></p> <p><i>II.- Particular.”</i></p>	<p>El proyecto que nos ocupa se presenta en modalidad regional incluida dentro de un Documento Técnico Unificado.</p>
<p><i>“Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener a rasgos generales la siguiente</i></p>	<p>El proyecto cumple con el alcance del precepto reglamentario en cita, ya que para aspirar a la</p>

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
<p><i>información:</i></p> <p><i>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</i></p> <p><i>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;</i></p> <p><i>III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;</i></p> <p><i>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</i></p> <p><i>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</i></p> <p><i>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</i></p> <p><i>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</i></p> <p><i>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.”</i></p>	<p>viabilidad del proyecto y su autorización correspondiente, el promovente de manera previa a la realización de cualquier obra y/o actividad, ha procedido a la elaboración de un DTU que incluye los requisitos previstos en el presente artículo, a través del cual da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generará la obra y su actividad propuesta, así como la forma de evitar o atenuar los mismos dentro del marco de evaluación de impacto ambiental.</p> <p>Asimismo, el contenido del DTU ha dado cumplimiento al presente artículo, comprendiendo en su contenido cada una de las fracciones de referencia.</p>
<p><i>“Artículo 14. Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.”</i></p>	<p>Este supuesto jurídico se actualiza con el proyecto, al pretender la realización de obras y actividades que requieren de someterse al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, además de que involucra el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, razón por la que se presenta ante la autoridad el presente Documento Técnico Unificado, cuyo trámite también se encuentra considerado en el “Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal (...)”</p>
<p><i>“...Artículo 44. Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:</i></p> <p><i>Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;</i></p> <p><i>II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y</i></p> <p><i>III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los</i></p>	<p>En el Capítulo IV del presente DTU, se describen las condiciones actuales del sistema ambiental, lo cual nos da una idea general de que tan conservada o perturbada se encuentra la zona en que se desarrollará el proyecto. Una vez descrito el medio ambiente, se podrán determinar los posibles impactos que puedan ser ocasionados al entorno en función del tipo de obras y/o actividades que conforman al proyecto.</p>

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
<i>efectos negativos sobre el ambiente ..."</i>	
<i>"Artículo 47.- La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables."</i>	El proyecto se sujetará a lo dispuesto en la resolución respectiva, en el caso de una autorización a favor del mismo, así como lo establecido en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, condición que se expresa de antemano en el presente DTU, al igual que dicha condición será medible a través de los informes y/o reportes que en el futuro se rindan para efectos de cumplimiento y verificación.
<i>"...Artículo 49.- Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas.  Asimismo, los Promoventes deberán dar aviso a la Secretaría del inicio y la conclusión de los proyectos, así como del cambio en su titularidad ..."</i>	Como se ha hecho del conocimiento de la Autoridad evaluadora, la elaboración del presente Documento Técnico Unificado en su modalidad B Regional, atiende a criterios ambientales previstos en la legislación, y al emitirse la resolución correspondiente la promovente atenderá los criterios que devienen de los instrumentos legales y serán interpretados y aplicados de la mejor forma a mi mandante, la cual respetara y cumplirá las imposiciones pertinentes.

El proyecto se ajusta a los artículos de referencia, ya que de manera previa a la realización de cualquier obra o actividad listada en el inciso B) y O) del artículo 5º del Reglamento de referencia, se está presentando ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de su Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental el DTU del proyecto, para su evaluación y correspondiente autorización en materia de impacto ambiental y de Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales por excepción, ajustándose a lo dispuesto por el presente Reglamento.

### III.2.4. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.

La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías, por lo que el presente proyecto se encuentra regulado por la presente Ley, al tratarse de una vía general de comunicación, competencia de la Federación.

Tabla III.3. Vinculación del proyecto con la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>"...Artículo 20.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:</i></p> <p><i>I. Caminos o carreteras:</i></p> <p><i>a) Los que entronquen con algún camino de país extranjero.</i></p> <p><i>b) Los que comuniquen a dos o más estados de la Federación; y</i></p> <p><i>c) Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios. (...)</i></p>	<p>De acuerdo a la presente Ley, el proyecto encuadra dentro de sus supuestos, al tratarse de una carretera de competencia federal cuya construcción se realizará con fondos federales, lo que también coadyuva con lo previsto en el artículo 5, inciso B) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.</p>

### III.2.5. Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre tiene por objeto establecer el marco relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana, por lo que en observancia de su contenido se hace la siguiente vinculación.

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
<p><i>"... Artículo 4o. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.</i></p> <p><i>Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.</i></p> <p><i>Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia..."</i></p>	<p>A pesar de que el presente proyecto no pretende desarrollar actividades de aprovechamiento de vida silvestre, sin embargo pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo, dentro del presente DTU propone un Programa de Manejo de Flora y otro de Fauna dando prioridad a especies de movilidad baja y aquellas que se encuentren dentro de la NOM-059- SEMARNAT-2010, con la finalidad de que puedan seguir con su desarrollo natural.</p>
<p><i>"...Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos</i></p>	<p>El presente dispositivo, se encuentra dirigido a las Autoridades, no obstante ello, el proyecto coadyuvará con dichas acciones, por lo que previo a la ejecución del proyecto, será gestionado ante las autoridades competentes en los tres ámbitos de gobierno, las autorizaciones y licencias correspondientes y como parte del DTU se presentarán las propuestas de Programas de Manejo de Flora y Fauna (Ver Capítulo VII), que previa aprobación de la autoridad y derivado de la autorización de impacto se ejecutarán.</p>

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
<p><i>negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat. [...]</i></p>	
<p><i>“...Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento.</i></p> <p><i>Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat. ...”</i></p>	<p>El proyecto contempla estrategias ambientales cuyas acciones están orientadas a la protección y conservación de las especies de flora y fauna en riesgo o prioritarias (Ver Capítulo VII), dichas acciones consideran acciones preventivas, de mitigación y/o compensación a fin de atenuar los impactos adversos que pudieran presentarse en el desarrollo del proyecto.</p>

Como se puede apreciar en la vinculación anterior, es evidente que el proyecto en comento no realizara ninguna acción contraria a las que regula y protege la Ley General de Vida Silvestre, basado en dos supuestos, no es un proyecto que pretenda actividades de aprovechamiento, así como el que se proponen medidas a fin de conservar especies de flora y fauna que pudieran verse afectadas por el desarrollo del proyecto.

### III.2.6. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

La presente Ley 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 las competencias que en materia forestal corresponden a la Federación, los Estados y los Municipios, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

En virtud de que el proyecto requiere de la autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, definido de acuerdo a la nueva Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en su fracción VI, artículo 7° como *“la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales”*. En la

siguiente tabla se presenta la vinculación del proyecto con el ordenamiento jurídico en cita.

Tabla III.4. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>“...Artículo 69. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;...”</i></p> <p><i>“...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.</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y 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.”</i></p>	<p>Mediante la presentación del DTU-B, que además de cubrir los requisitos de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, a su vez incluye el Estudio Técnico Justificativo que cumple con los requisitos establecidos en el Reglamento de la presente Ley actualmente vigente, estudios que se someten al análisis y evaluación de la autoridad a fin de que con la información presentada pueda corroborar que el proyecto no compromete la biodiversidad, además de que se han propuesto diversas medidas a fin de mitigar los efectos que por el cambio de uso de suelo se ocasionarán.</p>

Como se observa el proyecto se ajusta a la disposición señalada en el a Tabla que antecede, dándose cumplimiento a la presente Ley.

### III.2.7. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración, cuyas disposiciones se han observado en la presente vinculación. En la siguiente tabla, se citan los artículos que se vinculan con el proyecto.

Tabla III.5. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>Artículo 120.-</b> Para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;</li> <li>-Lugar y fecha;</li> <li>-Datos de ubicación del predio o conjunto de predios, y</li> <li>-Superficie forestal solicitada para el cambio de uso del suelo y el tipo de vegetación por afectar.</li> <li>-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 inscrita 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 de suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio de uso de suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.</li> </ul>	<p>El proyecto cumple con las disposiciones establecidas en el Reglamento, particularmente a las que se hace referencia en el presente artículo, por lo que cabe mencionar que en el presente DTU-B, se incluye el Estudio Técnico Justificativo, como medio para obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.</p>
<p><b>Artículo 121.</b> Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:</p> <p>...</p> <p>V. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;</p> <p>IX. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;</p> <p>X. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;</p> <p>XI. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;</p> <p>XII. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;</p> <p>...</p> <p>XIV. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, y</p>	<p>El presente Documento Técnico Unificado se ajusta a las fracciones en cita, mismas que han sido precisadas en el “Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal...”, en su Artículo Séptimo.</p>

Artículo	Vinculación con el proyecto
...	

### III.2.8. Ley de Aguas Nacionales.

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y 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.

Al respecto, el proyecto se vinculará con las disposiciones que de ésta Ley se estimaron aplicables al mismo.

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>“Artículo 44.</b> La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas del Distrito Federal, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue “la Autoridad del Agua”, en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley.</p> <p>...</p> <p>Las personas que infiltren o descarguen aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores distintos de los sistemas municipales de alcantarillados de las poblaciones, deberán obtener el permiso de descarga respectivo, en los términos de esta Ley independientemente del origen de las fuentes de abastecimiento.</p> <p>Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante aviso.”</p>	<p>En la operación del proyecto no habrá generación de aguas residuales, en consecuencia no habrá descargas de aguas residuales en cuerpos de aguas. Únicamente en la etapa constructiva, la generación de aguas residuales serán de tipo sanitario, para lo cual se contratará a una empresa especializada para la colocación de sanitarios portátiles, quién será responsable del manejo y disposición final de residuos líquidos conforme a la normatividad aplicable.</p>



### III.2.9. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Adicional a la Ley de Aguas Nacionales, es vinculante al proyecto el presente Reglamento en su Título Séptimo sobre la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas, como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla III.7. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>"Artículo 135.- Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:</i></p> <p><i>I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;</i></p> <p><i>...</i></p> <p><i>Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado, se podrán llevar a cabo con sujeción a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y mediante un simple aviso."</i></p>	<p>Como se ha mencionado con anterioridad, durante la ejecución de las obras y actividades las aguas de desecho que se contempla generar, serán las producidas por la estancia de trabajadores en la zona de obras, para su disposición se contrataran sanitarios portátiles, mismos que serán manejados por la empresa prestadora del servicio.</p>

### III.2.10. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

La vinculación de esta Ley con el proyecto, se orienta al cumplimiento de los preceptos establecidos prioritariamente en la etapa de preparación de sitio y construcción, ya que en la etapa operativa se considera que no habrá generación de residuos dada la naturaleza del proyecto.

Por lo tanto, el proyecto es responsable del manejo de todo tipo de residuos desde la prevención, generación, valorización y gestión integral de los mismos, tanto peligrosos, como residuos sólidos urbanos y de manejo especial, incluyendo la prevención de la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. La presente Ley señala las obligaciones del generador de acuerdo al volumen de generación anual. Así como los lineamientos para el manejo integral de los residuos generados, por lo que se vinculará el proyecto con aquellos artículos que se han considerado aplicables al mismo.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
-----------	------------------------------

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
<p><i>“...Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.</i></p> <p><b>Artículo 19.</b> <i>Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:</i></p> <p>...</p> <p><i>VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; (...)</i></p> <p>...”</p>	<p>Como se ha mencionado con anterioridad se implementará un Programa de Manejo de Residuos el cual se detalla en el Capítulo VII del presente DTU, en el que también se ha considerado a aquellos residuos de manejo especial a fin de dar cumplimiento a los preceptos legales aplicables.</p>
<p><b>Artículo 21.-</b> <i>Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:</i></p> <p><i>I. La forma de manejo;</i></p> <p><i>II. La cantidad;</i></p> <p><i>III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos;</i></p> <p><i>IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;</i></p> <p><i>V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación;</i></p> <p><i>VI. La duración e intensidad de la exposición, y</i></p> <p><i>VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.”</i></p>	<p>Con la intención de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, que pudieran generarse por la producción de residuos durante el desarrollo del proyecto, se implementará un Programa de Manejo de Residuos, en el que se considerarán los factores de riesgo citados, con la finalidad de prevenir cualquier eventualidad ya sea de carácter ambiental o a la salud humana, tales acciones serán difundidas entre todos y cada uno de los actores participantes en el proyecto.</p>
<p><b>“...Artículo 40.-</b> <i>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.</i></p> <p><i>En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este</i></p>	<p>Para el cumplimiento de dicho artículo, dentro de las acciones ambientales que se han considerado para el proyecto, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual se ha realizado en observancia de la normatividad (NOM’s) y legislación aplicable, a fin de prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, el cual está incluido en el presente DTU. (Véase el Capítulo VII)</p>

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
ordenamiento, en lo que resulten aplicables. ..."	
<p><b>“...Artículo 41.-</b> 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>En cumplimiento con la presente ley así como tener el fin de dar un manejo adecuado y seguro a los residuos generados, se implementará el Programa de Manejo de Residuos, en el que se incluye, las acciones de identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diversas obras manifestadas y acorde a la normatividad aplicable, dando así cumplimiento a dicha disposición.</p>
<p><b>“...Artículo 42.-</b> Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p><i>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</i></p> <p><i>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</i> ...”</p>	<p>En observancia de dicho artículo, para la ejecución del Programa de Manejo de Residuos, el proyecto a considerado la contratación de una empresa prestadora de servicios para la recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos, para lo cual la promovente del proyecto se cerciorará que dichas empresas cuenten con las autorizaciones respectivas por las autoridades competentes.</p>
<p><b>“...Artículo 54.-</b> Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.</p> <p><i>La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo...”</i></p>	<p>La identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diferentes obras sujetas a evaluación, se llevarán acorde a la normatividad aplicable y atendiendo a dicho artículo; es decir, en cuanto al manejo interno se refiere se identificarán y evitará la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales con el fin de evitar su contaminación o reacción química que pueda provocar efectos en la salud, el ambiente o los recursos naturales, para ello se dará cabal seguimiento a la NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el Procedimiento</p>

Artículo.	Vinculación con el proyecto.
	para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, cuya vinculación particular se realiza más adelante.

### III.2.11. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Este reglamento es vinculante con el proyecto en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos peligrosos a generar en sus diferentes etapas, el proyecto dará cumplimiento como se describe a continuación.

Tabla III.9. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<b>Artículo 35, 36 y 40 Capítulo I Identificación de Residuos Peligrosos del Título Cuarto Residuos Peligrosos.</b> ..."	El proyecto da cumplimiento al presente ordenamiento al identificar y clasificar sus residuos peligrosos a partir de lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005 <i>Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</i>
<b>Artículos 82, 83 y 84, de la Sección I, Capítulo IV, Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos; Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.</b>	Durante el desarrollo del proyecto se tiene considerado destinar un área de almacenamiento temporal de los residuos dentro del sitio del proyecto conforme a las características y especificaciones establecidas por las disposiciones legales aplicables.
<b>Artículos 85 y 86, de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos ..."</b>	Para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, ésta se llevará a cabo a través de una empresa prestadora de servicios que cuente con la autorización correspondiente.
<b>Artículos 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99, de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos</b>	El promovente contará con los manifiestos de disposición de residuos peligrosos en caso de que así se requiera, con el fin de comprobar que la disposición final de los residuos peligrosos generados realizada por la empresa prestadora de servicios en sitios debidamente autorizados conforme a lo establecido en los presentes lineamientos.

Con lo anterior vinculación, resulta evidente que se tomaran las medidas e implementaran los programas suficientes, para evitar causar algún desequilibrio por los residuos que en las diferentes etapas del proyecto se puedan generar, por lo que el proyecto dará cabal cumplimiento al reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en materia de manejo de residuos peligrosos, durante cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.

### III.2.12. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

De las disposiciones legales contenidas en la presente Ley, es de resaltarse que se regulan las obligaciones derivadas de los daños ocasionado al ambiente razón por la que el presente proyecto se vincula con las siguientes disposiciones.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>“Artículo 10.-</b> Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.</p> <p>De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.”</p>	<p>A efecto de no contravenir la presente disposición, una vez que se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto, el mismo se ajustará a la resolución que la autoridad emita, no obstante que, en caso de generar un daño al ambiente, la promovente reparará o compensará el mismo, conforme a las disposiciones legalmente aplicables y vigentes.</p>
<p><b>“Artículo 11.-</b> La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.</p> <p>En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.</p> <p>Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.”</p>	<p>Con la finalidad de no realizar acciones que pudieran ser ilícitas y den lugar a una responsabilidad por daños ocasionados al ambiente, es que se ha sometido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental el proyecto, para obtener la autorización correspondiente, en la que la autoridad precisará las obras y actividades autorizadas, así como en su caso, las condiciones a que se sujetarán las mismas; por lo que una vez que sea expedida dicha autorización, el promovente se ajustará a la misma.</p>

### III.2.13. Ley General de Cambio Climático.

La Ley General de Cambio Climático fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, en la cual se establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el Registro Nacional de Emisiones (RENE) que permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país para dar trazabilidad, evaluar tendencias y establecer estrategias nacionales de reducción de emisiones. Un registro de emisiones les permitirá a las empresas e industrias identificar sus fuentes de emisión con el objetivo de reducir su huella de carbono, generar oportunidades de negocio y ser más competitivos. En observancia de la citada Ley, se ha vinculado el proyecto con las disposiciones legales siguientes:

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><b>“Artículo 28.</b> La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos:</p> <p>(...)</p> <p>IV. Ecosistemas y biodiversidad, en especial de zonas costeras, marinas, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos;</p> <p>(...)”</p>	<p>Como se observa en dicha disposición legal, corresponde a una atribución y obligación a cargo de las autoridades en el ámbito de su competencia, siendo éstas las que cuentan con facultades para ejecutar las acciones necesarias para la política nacional de adaptación frente al cambio climático, por cuanto hace a ecosistemas y biodiversidad.</p> <p>No obstante lo anterior, el proyecto implementará las mejores prácticas y equipos de trabajo con tecnología limpia que minimice las emisiones de gases a la atmósfera, principalmente durante las etapas de preparación de sitio y construcción.</p>
<p><b>“Artículo 34.</b> Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:</p> <p>I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:</p> <p>a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.</p>	<p>Considerando la naturaleza del proyecto, se coadyuvará en la reducción de emisiones, como ya se mencionó, adoptando las mejores prácticas durante la preparación de sitio y construcción, haciendo uso de maquinaria y equipos en óptimas condiciones, sin dejar de observar la normatividad que resulte aplicable.</p>

...	
<p><i>“Artículo 88. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.”</i></p>	<p>El artículo en comento, se vincula con el proyecto, ya que en el desarrollo del mismo, se generarán emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero por la operación de motores de combustión interna pertenecientes al uso de maquinaria, generación que será de forma temporal y no permanente y que en caso de ser necesario, considerando las emisiones que se pudieran generar, serán reportadas ante la autoridad.</p>

### III.3. Instrumentos de Política Ambiental.

El ordenamiento ecológico del territorio es un instrumento de política ambiental, el cual debe llevarse a cabo como un proceso de planeación el cual contiene la regionalización o la determinación de las zonas ecológicas, según corresponda, y los lineamientos ecológicos aplicables al área de estudio; mientras que los programas de desarrollo urbano, buscan establecer usos de suelo buscando un crecimiento ordenado de las áreas urbanas principalmente, pues el desarrollo urbano en México se ha caracterizado por la expansión desordenada de sus áreas urbanas, lo que ha generado zonas marginadas, segregación habitacional y la ocupación irregular del suelo en las periferias.

Tomando en consideración lo anterior, el presente proyecto se vinculará con los siguientes instrumentos de ordenación:

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de San Cristóbal de las Casas.

#### III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012. Tiene el propósito de regionalizar ecológicamente el territorio nacional en su conjunto, para poder determinar claramente los lineamientos y estrategias ecológicas que preserven, protejan, restauren y propicien el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a través de

acciones coordinadas e integrales entre los distintos niveles de gobierno y la sociedad, que permitan la articulación de las políticas, programas y acciones para enfrentar los retos en materia ambiental, frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio nacional. El Acuerdo por el que se expide el POEGT, establece, entre otros puntos, lo siguiente:

El POEGT es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, quienes deberán observarlo en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos y en sus programas de obra pública.

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal –a quienes está dirigido este Programa– que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objetivo autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

De lo anterior se desprende que le corresponde a la Administración Pública Federal, y a las entidades Paraestatales, la formulación e instrumentación del POEGT; no obstante a ello, y a la escala en la que se presentan las Unidades Ambientales Biofísicas (17:2,000,000), se llevó a cabo la revisión de este instrumento de planeación identificando que el proyecto incide en las siguientes Unidades Ambientales Biofísicas (UAB's).



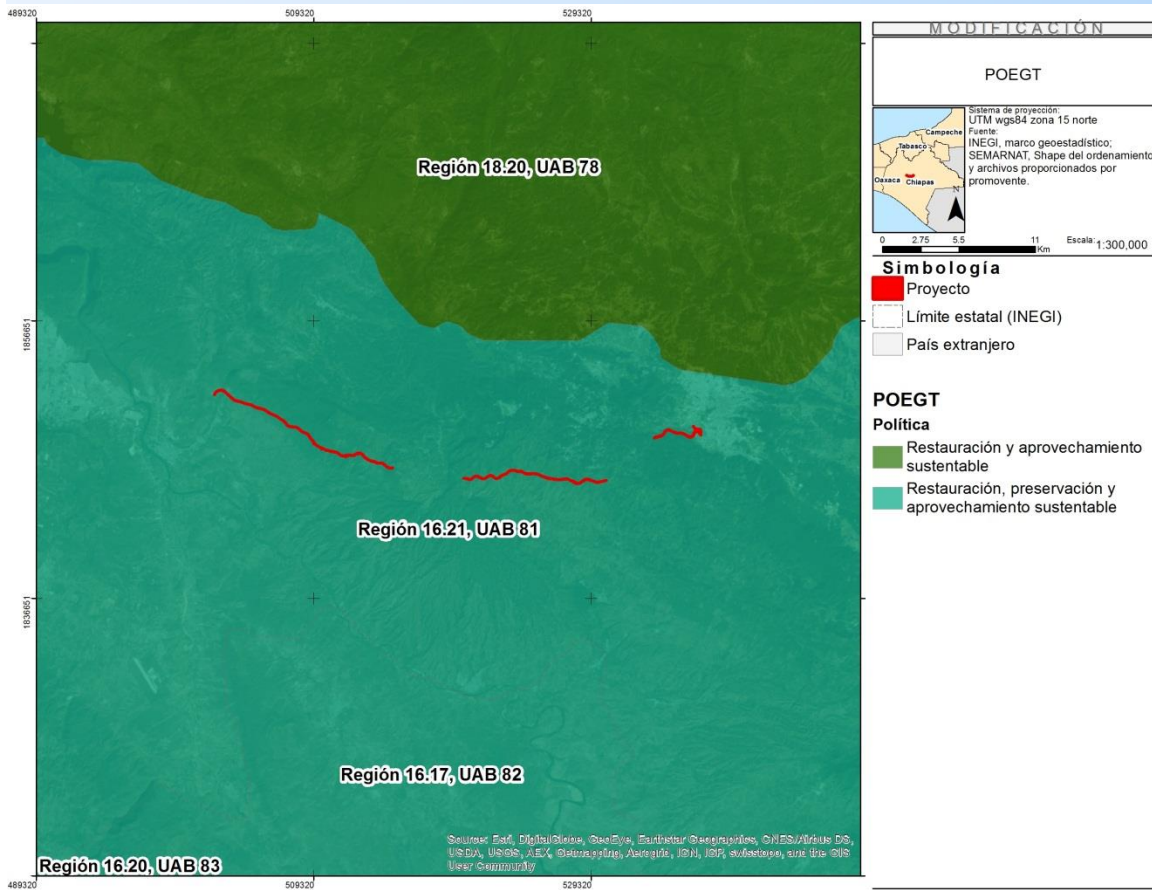


Figura III.1. Ubicación del proyecto con respecto al POEGT.

De la imagen anterior se observa que el trazo del proyecto se localiza en la región 16.21, UAB 81; asimismo, como se aprecia en la siguiente figura, sus políticas ambientales son de RESTAURACIÓN, PRESERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE cuyas características y estrategias sectoriales de vinculan en la siguiente tabla.

Tabla III.12. Políticas y estrategias establecidas para las UAB's 48, 53 y 54 aplicables al proyecto.

UAB/Región.	Rectores del desarrollo.	Coadyuvantes del desarrollo.	Asociados del desarrollo.	Otros sectores de interés.	Política Ambiental.	Estrategias sectoriales.
UAB 81 Región 16.21	FORESTAL TURISMO	POBLACIONAL	AGRICULTURA- GANADERÍA	MINERÍA – PUEBLOS INDÍGENAS- PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	RESTAURACIÓN, PRESERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

En la siguiente tabla se presentan las estrategias de cada una de las Unidades Ambientales Biofísicas en las que incide el proyecto así como su vinculación y congruencia con el mismo.

Tabla III.13. Vinculación del proyecto con las estrategias establecidas para las UAB's aplicables del POEGT.

Vinculación con el proyecto.		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Durante el desarrollo del proyecto se implementaran acciones ambientales de protección y conservación de flora y fauna en el área del proyecto. Estas acciones se encuentran estructuradas en los diversos programas que se encuentran propuestos en el Capítulo VI del presente DTU-B. Las acciones ambientales incluyen el rescate y reubicación de individuos. Lo anterior conlleva a la sustentabilidad ambiental del proyecto en torno al ecosistema en que pretende desarrollarse.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El presente proyecto no tiene por objeto realizar ningún aprovechamiento, sin embargo en observancia de lo dispuesto por el artículo 3, fracción III de la LGEEPA, se respetará la integridad funcional y la capacidad de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Dado que no se contemplan actividades de aprovechamiento de los suelos agrícolas y pecuarios, la estrategia en cita no es de observancia para la promovente.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No guarda relación con el proyecto la presente estrategia, ya que no se pretende tecnificar zonas de cultivo.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No habrá aprovechamiento de recursos forestales, por lo que no es de observancia el presente criterio, para la promovente.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	La empresa promovente responsable de la ejecución del proyecto, consiente del compromiso ambiental, implementará acciones

Vinculación con el proyecto.		
		ambientales, que permitan la conservación y protección del ecosistema y sus recursos naturales, y por ende los servicios ambientales que estos nos brindan.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo acciones mediante la implementación de diversos programas, para la conservación y protección de la fauna, suelo, agua, entre otros, con la finalidad de atenuar, minimizar o compensar los impactos causados por el proyecto, lo que garantizará la protección a ecosistemas.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No habrá uso de agroquímicos por el proyecto, por lo que el presente criterio no es de observancia en este acto por la promotora del proyecto.
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Aun cuando el objeto del proyecto que se presenta para la evaluación y posterior autorización, no es la restauración de estos ecosistemas, encuentra su compatibilidad al hacer las gestiones pertinentes para que el impacto del proyecto sea mínimo, con los mismos.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Debido a la naturaleza del proyecto, éste no pretende realizar actividades relacionadas con la minería, por tal motivo el mismo no es de observancia de la promotora.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El presente proyecto como ha quedado de manifiesto no pertenece al sector minero, aunado a ello el promover este tipo de políticas es de correspondencia de los diversos órganos de Gobierno. Por tal motivo la misma estrategia no guarda relación con el proyecto.

<b>Vinculación con el proyecto.</b>		
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	La presente estrategia, no es de observancia de la promovente, sin embargo, en su caso, coadyuvara indirectamente con la misma, pues al pertenecer a las vías generales de comunicación aportara un medio para que esta industria pueda agilizar sus procesos y el mejoramiento de las mismas.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El proyecto coadyuva con la presente estrategia, en virtud de que facilitará los traslados orientando efectivamente la política turística.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) -beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El proyecto coadyuva con la presente estrategia, en virtud de que facilitará los traslados orientando efectivamente la política turística.
A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	La presente Estrategia, no es de observancia de la promovente toda vez que corresponde a la Administración Pública el materializar la mismas, sin embargo coadyuvara de alguna manera el presente proyecto, en virtud de que se crearán empleos temporales en la zona que apoyará de algún modo al cumplimiento de la estrategia en comento.

<b>Vinculación con el proyecto.</b>		
B) Zona de Riesgo y Prevención de Contingencias.	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	En caso de surgir algún evento meteorológico durante el desarrollo del proyecto o algún evento natural que se considere como un riesgo, se atenderá a las instrucciones que las autoridades municipales o estatales instruyan, no obstante que se tomarán las acciones inmediatas que por la naturaleza de dichos acontecimientos sea necesario implementar.
	26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	El proyecto no tiene por objeto promover la reducción de vulnerabilidad física, sin embargo, se implementarán programas y medidas para reducir los riesgos en los trabajadores durante el desarrollo del proyecto, no obstante que se observarán las disposiciones legales que en materia de protección civil deban cumplirse.
C) Agua y Sedimento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	La Estrategia que engloba el numeral, no es de observancia de la promovente, en virtud que el mismo es de aplicación para las autoridades competentes.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	La consolidación de la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico, no es una actividad considerada para el desarrollo del proyecto, dado que el mismo pretende la construcción y operación de una vía general de comunicación.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Como se ha mencionado con anterioridad, el tema hídrico no es materia de interés del proyecto, no obstante que la presente estrategia, al tratarse de un tema de seguridad nacional, debe ser atendido por las autoridades y no por los particulares
E) Desarrollo social	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.	Si bien la presente estrategia es de observancia de la Autoridad administrativa en los diversos ámbitos de su competencia, también lo es que el proyecto será un coadyuvante con la misma, pues creación de infraestructura carretera, resulta de vital importancia para el desarrollo social.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta	Si bien la presente estrategia es de observancia de la Autoridad

<b>Vinculación con el proyecto.</b>		
	marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	administrativa en los diversos ámbitos de su competencia, también lo es que el proyecto será un coadyuvante con la misma, pues creación de infraestructura carretera, resulta de vital importancia para el desarrollo social.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	La estrategia que engloba el numeral, no es de observancia de la promovente ya que la misma debe ser implementada por las autoridades competentes en la materia.
E) Desarrollo social	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.	Las estrategias definidas en el ámbito social, no son de observancia al proyecto que nos ocupa. El proyecto corresponde al sector vías generales de comunicación, empero, en las etapas de construcción y operación del proyecto, se pretende generar empleos temporales y fijos que permitan un bienestar social, mismos empleos que serán otorgados conforme capacidades y aptitudes y no por género, o condición social, dando un trato equitativo para la totalidad de las personas que se empleen.
	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.	
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	La estrategia en cita, se cumple por el proyecto ya que no habrá afectación a los derechos de propiedad rural.

Vinculación con el proyecto.		
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Corresponde a la Autoridad local y estatal 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.	La estrategia en comento, no es de observancia de la promovente corresponde a la Autoridad local o estatal la planeación del ordenamiento territorial, no obstante ello en el presente Capítulo se ha observado a los Programas de Ordenamiento que le son aplicables al proyecto.

Adicionalmente, para el desarrollo del proyecto se han considerado acciones ambientales tendientes a la protección y conservación de la flora y la fauna, y a prevenir, mitigar y, en su caso, a compensar los impactos ambientales que serán generados. Estas medidas se encuentran detalladas en el capítulo VII del presente DTU-BR.

### III.3.2. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (POETECH).

El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (POETECH) fue publicado el 07 de diciembre del 2012 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Chiapas.

El modelo de ordenamiento ecológico del territorio del Estado de Chiapas, está conformado por unidades de gestión ambiental a las cuales se asignan las políticas y criterios de manejo con base en los resultados de los procesos analíticos, de criterios definidos en plan de desarrollo municipal, de discusión con actores sociales de los talleres de planeación participativa y pronósticos del OET. Las cuatro políticas ambientales consideradas en el presente ordenamiento son las de protección, conservación, restauración y aprovechamiento que dictan la dirección de las actividades que se realicen dentro de las unidades de gestión ambiental.

Con la finalidad de conocer las unidades de gestión ambiental en que incide el proyecto, se hizo la georreferenciación correspondiente como se muestra en la siguiente figura:

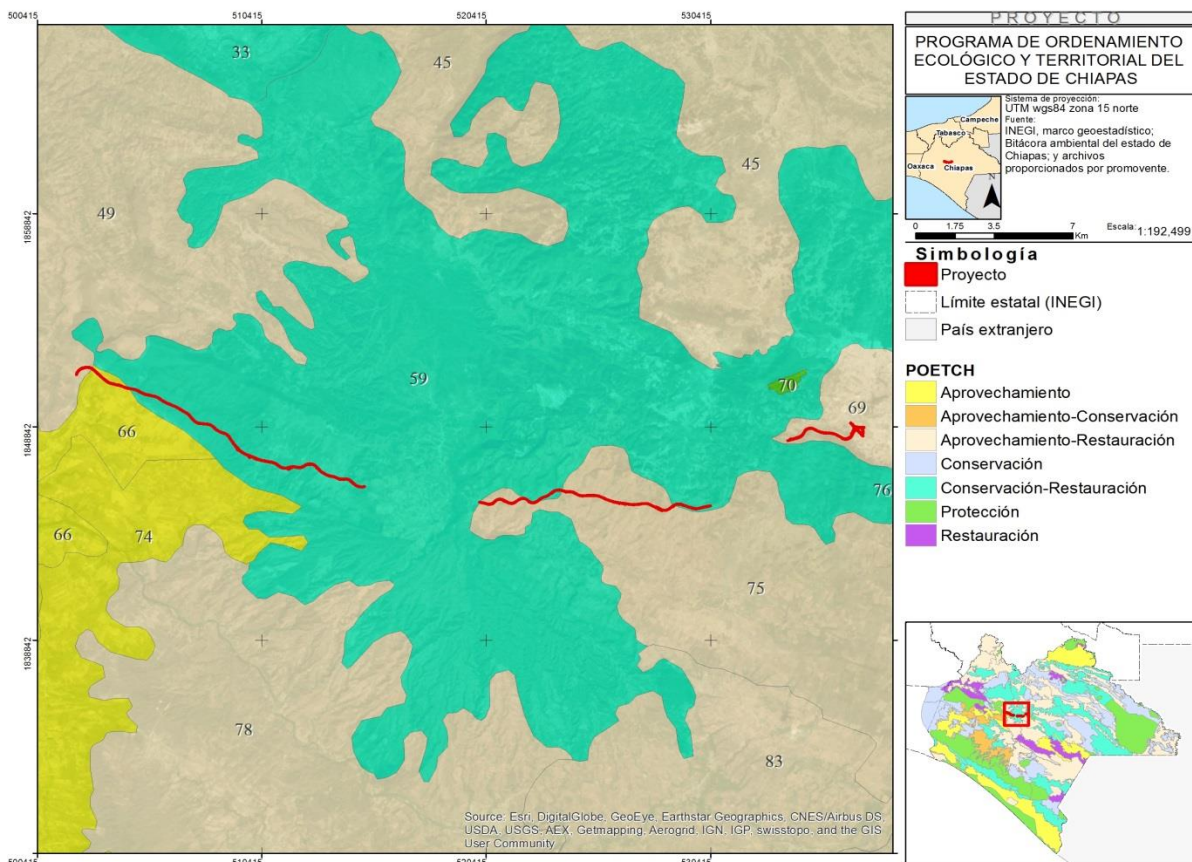


Figura III.2. Ubicación del predio de proyecto con respecto al POETECH.



De la imagen anterior, se aprecia que el proyecto incide en las unidades de gestión ambiental (UGA's) 49, 59, 66, 69 y 75; en este sentido se muestra en la siguiente tabla los lineamientos, usos recomendados con condiciones, usos no recomendados, criterios y estrategias que aplican y se contemplan en dicho Programa.

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

Tabla III.14. Resumen de las UGA's 49, 59, 66, 69 y 75 en las que incide el proyecto dentro del POETECH.

UGA Y POLITICA	LINEAMIENTOS	USOS RECOMENDADOS	USOS RECOMENDADOS CON CONDICIONES	USOS NO RECOMENDADOS	CRITERIOS	ESTRATEGIAS
<b>49 AR</b>	Lograr un desarrollo sustentable de las actividades agropecuarias, aumentando su productividad. Mitigando los impactos ambientales que generan, fomentando la creación de agroecosistemas y sin crecimiento de la superficie actual ocupada (16,500 ha). (producción por ha, número de proyectos de agroecosistemas) Restaurar 13,300 ha de vegetación natural perturbada y las zonas agropecuarias que presenten una pendiente mayor a 30° (superficie de vegetación restaurada) Conservar los ecosistemas naturales en buen estado (2,100 ha) (superficie de vegetación natural conservada)	Agroturismo Pesca	Ecoturismo. Agricultura Ganadería Ganadería semi-Intensiva o sistemas agrosilvopastoriles) Asentamientos humanos Plantaciones. Forestal Acuacultura Turismo	Minera, Industria	A01, A02, A03, A04, A05, AG1, AG2, AG3, AG4, AG5, AG6, AG7, AG8, AG9, AG10, AG11, AT1, AT2, AT3, AR1, AR2, AR3, AR4, AC1, GA1, GA2, GA3, GA4, GA5, CC1, CC2, CC3, CC4, CC5, CC6, CC7, CC8, CC9, RS1, RS2, RS3, RS4, RS5, AH1, AH2, AH3, AH4, AH5, AH6, AH7, AH8, AH9, FO1, FO2, FO3, FO4, PS1, PS2, PS5, CA1, CA2, CA3, CA4, ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, TU1, TU2, TU3, TU4, TU6, TU7, IV1, IV2, CO1, CO2, CO3, CO4, CO5, CO6, CO7, CO8, IF2, IF3, IF4, IF5, IF6, IF7, IF8, IF9,	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 34, 36, 38, 40, 46, 55, 56, 59
<b>59 CR</b>	Restaurar 13, 800 ha de vegetación natural perturbada y las zonas agropecuarias que presenten una pendiente mayor a 30°. Conservar los ecosistemas naturales en buen estado (15,900 ha) (superficie de vegetación natural conservada). Proteger el territorio de la zona sujeta a conservación ecológica reserva biótica Gertrude Duby.	-	Ecoturismo Agroturismo. Agricultura. Ganadería. Asentamientos Humanos Plantaciones Forestal Acuacultura	Industria Turismo Infraestructura Minería	A01, A02, A03, A04, A05, AG1, AG2, AG3, AG4, AG5, AG6, AG7, AG8, AG9, AG10, AG11, AT1, AT2, AT3, AC1, GA1, GA2, GA3, GA4, GA5, CC1, CC2, CC3, CC4, CC5, CC6, CC7, CC8, CC9, RS1, RS2, RS3, RS4, RS5, AH1, AH2, AH3, AH4, AH5, AH6, AH7, AH8, AH9, FO1, FO2, FO3, FO4, CA1, CA2, CA3, CA4, ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, IV1, IV2, CO1, CO2, CO3, CO4, CO5, CO6, CO7, CO8.	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 38, 40, 46, 55, 56, 59.
<b>66 A</b>	Permitir el aprovechamiento racional de los espacios del centro poblacional, consolidado la función habitacional promoviendo las actividades económicas, mitigando los impactos ambientales y mejorando la claridad de vida de	Agricultura Ganadería Agroturismo Ecoturismo Turismo	Infraestructura Asentamientos humanos Acuacultura Minería Pesca Industria	-	A01, A02, A03, A04, A05, AG1, AG2, AG3, AG4, AG5, AG6, AG7, AG8, AG9, AG10, AG11, AT1, AT2, AT3, AR1, AR2, AR3, AR4, AC1, GA1, GA2, GA3, GA4, GA5, CC1, CC2, CC3, CC4, CC5, CC6, CC7, CC8, CC9, AH1, AH2, AH3, AH4, AH5, AH6, AH7, AH8, AH9, AU1, AU2, AU3, AU4, AU5, AU6, AU7, AU8,	6, 8, 14, 16, 19, 20, 23, 24, 25, 27, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 43, 44, 45, 46, 52, 53, 58, 59.

	la población, y permitir su crecimiento con criterios ecológicos de planeación y factibilidad de dotación de servicios.				AU9, AU10, AU11, AU12, AU13, FO1, FO2, FO3, FO4, CA1, CA2, CA3, CA4, ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, IN1, IN2, IN3, IN4, IN5, IN6, IN7, TU1, TU2, TU3, TU4, TU6, TU7, IV1, IV2, EX1, EX2, EX3, EX4, IF2, IF3, IF4, IF5, IF6, IF7, IF8, IF9.	
<b>69 AR</b>	<p>Lograr un desarrollo sustentable de las actividades agropecuarias, aumentando su productividad, mitigando los impactos ambientales que generan, fomentando la creación de agroecosistemas y sin crecimiento de la superficie actual ocupada (25,200 ha).</p> <p>Restaurar 19,600 ha de vegetación natural perturbada y las zonas agropecuarias que presenten una pendiente mayor a 30°.</p> <p>(superficie de vegetación restaurada) Proteger el territorio de la Zona sujeta a Conservación Ecológica Humedales de Montaña La Kisst (superficie conservada) Proteger el territorio de la Zona sujeta a Conservación Ecológica Humedales de Montaña María Eugenia (superficie conservada)</p>	Agroturismo Ecoturismo Pesca	Agricultura Ganadería Asentamientos humanos. Forestal Acuacultura. Infraestructura. Plantaciones Turismo.	Industria Minería	A01, A02, A03, A04, A05, AG1, AG2, AG3, AG4, AGS, AG6, AG7, AGS, AG9, AG10, AG11, AT1, AT2, AT3, ARL, AR2, AR3, AR4, AC1, GAL, GA2, GA3, GA4, GA5, CC1, CC2, CC3, CC4, CC5, CC6, CC7, CC8, CC9, RS1, RS2, RS3, RS4, RS5, AH1, AH2, AH3, AH4, AH5, AH6, AH7, AHS, AH9, AU1, AU2, AU3, AU4, AU5, AU6, AU7, AU8, AU9, AU10, AU11, AU12, AU13, FO1, FO2, FO3, FO4, PS1, PS2, PS5, CAL, CA2, CA3, CA4, ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, TU1, TU2, TU3, TU4, TU6, TU7, IV1, IV2, IF2, IF3, IF4, IF5, IF6, IF7, IF8, IF9.	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 32, 33, 34, 36, 38, 41, 42, 43, 45, 46, 52, 55, 56, 58, 59.
<b>75 AR</b>	<p>Lograr un desarrollo sustentable de las actividades agropecuarias, aumentando su productividad, mitigando los impactos ambientales que generan, fomentando la creación de agroecosistemas y sin crecimiento de la superficie actual ocupada (21,400 ha). (producción por ha, número de proyectos de agroecosistemas)</p> <p>Restaurar 10,900 ha de</p>	Agroturismo Ecoturismo Pesca	Agricultura Ganadería Asentamientos humanos Forestal Acuacultura Infraestructura Turismo	Industria Minería	A01, A02, A03, A04, A05, AG1, AG2, AG3, AG4, AG5, AG6, AG7, AG8, AG9, AG10, AG11, AT1, AT2, AT3, AR1, AR2, AR3, AR4, AC1, GA1, GA2, GA3, GA4, GA5, CC1, CC2, CC3, CC4, CC5, CC6, CC7, CC8, CC9, RS1, RS2, RS3, RS4, RS5, AH1, AH2, AH3, AH4, AH5, AH6, AH7, AH8, AH9, FO1, FO2, FO3, FO4, PS1, PS2, PS5, CA1, CA2, CA3, CA4, ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, TU1, TU2, TU3, TU4, TU6, TU7, IV1, IV2, IF2, IF3, IF4, IF5, IF6, IF7, IF8, IF9.	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 33, 34, 36, 38, 41, 42, 43, 46, 52, 56, 58, 59

	<p><i>vegetación natural perturbada y las zonas agropecuarias que presenten una pendiente mayor a 30° (superficie de vegetación restaurada)</i></p> <p><i>Proteger la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "El Recreo" (superficie de vegetación natural conservada)</i></p>					
--	--	--	--	--	--	--

**AR.** Aprovechamiento-Restauración. **A.** Aprovechamiento. **CR.** Conservación-Restauración.

Tomando como referencia lo anterior, se presenta la siguiente vinculación del proyecto con los criterios y estrategias que le resultan aplicables, esto es, que los criterios relacionados con las Actividades de Industria; Turísticas; Ecoturísticas; Agroturísticas; Investigación; Agrícolas Generales; Agricultura de Temporal; Agricultura de Riego; Plantaciones de Cacao y Café; Acuicultura, Ganadería; Asentamientos Humanos Rurales; Asentamientos Humanos Urbanos; Aprovechamientos Forestales; Pesca y Actividades Extractivas, no han sido vinculados a partir de que el proyecto no guarda relación con las mismas, dado que está considerando la ampliación de una vía general de comunicación.

VINCULACIÓN CON EL POETCH			
No.	CRITERIOS	UGA	VINCULACIÓN
<b>INFRAESTRUCTURA (IF)</b>			
2.	<i>Toda obra o actividad productivas que implique cambio de uso de suelo se deberán realizar fuera de las áreas de recarga y descarga natural de los acuíferos.</i>	49, 66, 75	El presente proyecto guarda relación con una vía general de comunicación y no con una actividad productiva, no obstante que no pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo.
3.	<i>En las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de caminos, o nuevos proyectos que modifiquen la cobertura natural se deberá evitar comprometer la biodiversidad y preservar las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial. Se entiende que se compromete la biodiversidad cuando los cambios en la cobertura vegetal provocan fragmentación o pérdida del hábitat en el que habiten las especies, a tal grado que limiten su distribución y procesos reproductivos.</i>	49, 66, 75	El criterio de referencia no guarda relación con el proyecto, dado que no llevará a cabo obras o actividades que para la construcción de un camino, sino ampliará una vía general de comunicación existente, dentro de la cual aprovechará el derecho vía existente y desprovisto de vegetación.
4.	<i>En las áreas implicadas en la construcción de infraestructura, como puentes, bordos, carreteras (zona de desplante, bancos de material, bancos de extracción, zonas de tiro y de campamentos de apoyo), terracerías, veredas, puertos, muelles, canales o cualquier otro tipo de infraestructura se deberán incluir medidas de preservación de la integralidad de los flujos hidrológicos para niveles ordinarios y extraordinarios de inundación y la conservación de la</i>	49, 66, 75	Al respecto, dentro del apartado VII del presente DTU se han propuesto diversas medidas ecológicas para el desarrollo y operación del proyecto, sin embargo no se verá afectado el flujo hidrológico de la zona, lo anterior en virtud de que, es una superficie modificada por una carretera existente, cuya zona de aprovechamiento será el derecho de vía, esto es, el proyecto incide sobre escurrimientos superficiales; sin embargo, es importante reiterar que el proyecto consiste en una ampliación de un cuerpo carretero existente, por lo tanto ya se encuentran obras de drenaje que

	<i>vegetación natural.</i>		permiten el libre paso de los cauces; por lo que, solo se realizara la ampliación de estas obras, sin tener que afectar la dirección de los escurrimientos.
5.	<i>Los bordes de caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.</i>	49, 66, 75	Esta medida no es contemplada por la promovente, pues no es de observancia para la misma al no contemplar la realización de bordes de caminos rurales, por tal motivo no existe contravención entre el criterio que se vincula y el proyecto.
6.	<i>En las acciones para deshierbar los derechos de vía de las carreteras se deberá evitar la quema, el uso de plaguicidas persistentes y no persistentes (herbicidas, insecticidas y rodenticidas) para impedir la contaminación del suelo y manto freático, afectación de fauna benéfica y alteración de redes tróficas.</i>	49, 66, 75	Para el desarrollo del proyecto, no se realizará ninguna acción que pueda contaminar el suelo por el uso de sustancias o la quema de éste.
7.	<i>No se permite la obstrucción y desviación de escurrimientos pluviales, para la construcción de obras de ingeniería con excepción de las requeridas para captación, almacenamiento y recarga de acuíferos.</i>	49, 66, 75	El proyecto, no contempla el obstruir o desviar escurrimientos pluviales, por tal motivo el presente criterio no se contraviene. Es importante mencionar que todos los escurrimientos por los que atravesará el proyecto presentan obras de drenaje, cuyas obras ya han sido autorizadas
8.	<i>En desarrollos turísticos, la construcción de caminos, u otras obras de infraestructura deberán utilizar materiales que permitan la infiltración del agua pluvial al subsuelo, así mismo, los caminos deberán ser estables, consolidados y con drenes adecuados.</i>	49, 66, 75	El proyecto no pertenece al sector turístico, por tal motivo el criterio en comento no es de observancia para la promovente.
9.	<i>Las autoridades competentes federal o estatal evitarán que se lleve a cabo la extracción de arena de las playas como material de construcción, relleno o para la creación de playas artificiales.</i>	49, 66, 75	El proyecto propuesto no guarda relación con el criterio de referencia ya que no pretende la extracción de arena de playa.
<b>CRITERIOS PARA RESTAURACION (RS)</b>			
1.	<i>Las áreas deterioradas susceptibles de ser restauradas en la UGA deberán restaurarse con vegetación nativa.</i>	59, 75	El proyecto no guarda relación con el criterio, ya que no pretende llevar a cabo actividades de restauración, sin embargo se han considerado como medidas la recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo y la revegetación a través de la implementación de un Programa de Conservación del Suelo que se propone en el Capítulo VII del presente DTU.
2.	<i>Se protegerán las márgenes de los ríos, manantiales y arroyos con una barrera natural de especies arbóreas nativas.</i>	59, 75	El proyecto cumple con el presente criterio, en virtud de que, el proyecto no pretende la realización de actividades cercanas a márgenes de ríos, asimismo, no se prevén actividades propiamente de restauración sino que en el apartado VII del presente DTU-B, se han manifestado diversas medidas de mitigación y compensación para el desarrollo y operación del proyecto, y en ese sentido, el criterio enunciado

			no se relaciona con el proyecto. Por último es de mencionar que, en virtud de que es un DTU y se prevé la remoción de vegetación forestal, en ese sentido, se pagará como compensación al Fondo Forestal Mexicano a efecto de que se realicen las compensaciones forestales en el área que tenga a bien indicar la Autoridad en la materia como lo es la Comisión nacional Forestal.
3.	<i>Se establecerán los programas y se tomarán acciones concertadas e integrales para la prevención y la intervención en caso de peligros hidrometeorológicos y la restauración de las áreas afectadas.</i>	49, 59, 75	El criterio de referencia no guarda relación con el proyecto, dado que no establecerá programas para prevenir riesgos hidrometeorológicos, ya que los mismos deberán implementarse a través a través de las autoridades locales.
4.	<i>Las autoridades competentes federales, estatales y municipales establecerán los programas integrales para la prevención y el combate contra los incendios y la restauración de las áreas incendiadas.</i>	49, 59, 75	La observancia del presente criterio, corresponde a las autoridades competentes federales, estatales y municipales, no obstante, cabe señalar que la promovente coadyuvará en todo lo necesario y dará cumplimiento a lo que establezca la autoridad en dicho sentido, siempre y cuando así le resulta aplicable.
5.	<i>La autoridad competente federal o estatal establecerá un programa específico de restauración de la UGA que garantice la recuperación del borde de los ríos, zonas de alta fragilidad y la calidad del agua.</i>	49, 59, 75	La observancia del presente criterio, corresponde a las autoridades federales o estatales, razón por la cual en caso de existir el programa de referencia y le resulte aplicable al proyecto se dará cumplimiento en los términos que se prevean.
<b>CRITERIOS PARA CONSERVACIÓN (CO)</b>			
1.	<i>En las áreas conservadas de vegetación natural de la UGA se evitará la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo autorización expresa para pie de cría, investigación o cambio de uso de suelo autorizado por la autoridad competente. La autorización para el cambio de uso del suelo forestal a otro uso otorgado por la autoridad competente estará condicionada a la presentación en la Manifestación de Impacto Ambiental.</i>	49, 59	El proyecto no afectará áreas conservadas de vegetación natural, partiendo de que la ampliación del carril pretendido aprovechará el derecho de vía existente, además de que no se realizarán actividades de captura o comercialización, y que para el cambio de uso de suelo que se pretende se está solicitando la autorización respectiva, además de que se están proponiendo diversas medidas, por lo que se da cumplimiento al presente criterio.
2.	<i>Se fomentaran y apoyarán técnica y financieramente los programas comunitarios de conservación y rescate de fauna y flora silvestre.</i>	49, 59	El proyecto no tiene por objeto el fomento o el apoyo técnico y financiero de programas comunitarios, motivo por el cual el criterio en cita no guarda relación con el mismo.
3.	<i>Las autoridades federales y estatales competentes fomentarán programas de reintroducción de la fauna nativa desplazada en los ecosistemas conservados de la UGA.</i>	49, 59	La observancia del presente criterio, corresponde a las autoridades competentes federales o estatales, por lo que el criterio de referencia no guarda relación con el proyecto.
4.	<i>La introducción de especies de flora y fauna exóticas en los ecosistemas</i>	49,	El proyecto no contempla introducir especies de flora o fauna, motivo por el cual el criterio

	<i>conservados requerirá la autorización de la autoridad competente.</i>	59	respectivo no resulta de observancia de la promovente.
5.	<i>Las actividades que se llevan a cabo en las unidades no deberán interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos.</i>	49, 59	El proyecto no interrumpirá el flujo y/o comunicación de los corredores biológicos, dado que se localizará sobre una zona previamente modificada por una vía general de comunicación que cuenta con una autorización previa al presente proyecto.
6.	<i>La autoridad estatal competente elaborará para los ecosistemas de la UGA un inventario de flora y fauna que contenga datos de distribución y demografía, entre otros, que permitirá definir la línea base o punto de partida de las acciones de conservación.</i>	49, 59	La observancia del presente criterio, corresponde a la autoridad competente estatal y no a los particulares.
7.	<i>La autoridad estatal competente realizará un monitoreo continuo de las poblaciones de especies de flora y fauna con importancia ecológica, económica y comercial.</i>	49, 59	La observancia del presente criterio, corresponde a la autoridad competente estatal.
8.	<i>La autoridad estatal competente realizará estudios específicos que permitirán delimitar las áreas de reproducción de especies sujetas a status y elaborar planes de manejo para su conservación.</i>	49, 59	La observancia del presente criterio, corresponde a la autoridad estatal, no obstante que el proyecto no guarda relación con la actividad e referencia.
<b>CRITERIOS PARA CUERPOS DE AGUA (CA)</b>			
1.	<i>La autoridad competente establecerá un programa de saneamiento a corto, mediano y largo plazo para los cuerpos de agua y zonas inundables contaminadas.</i>	49, 59, 66, 69, 75	Al tratarse de una atribución directa de la autoridad, el proyecto no guarda relación con el criterio de referencia.
2.	<i>La autoridad competente restaurará la vegetación a la orilla de los cuerpos de agua.</i>	49, 59, 66, 69, 75	Se observa que la restauración de vegetación en las orillas de cuerpos de agua debe ser llevada a cabo por la autoridad, no obstante ello, se ha propuesto como medida, la revegetación así como también se implementará un Programa de Conservación del Suelo.
3.	<i>Las autoridades competentes fomentarán entre los pescadores, prestadores de servicios turísticos y desarrolladores turísticos el empleo de tecnologías de bajo impacto ambiental a los cuerpos de agua.</i>	49, 59, 66, 69, 75	El proyecto que se propone no guarda relación con servicios turísticos, no obstante que para su cumplimiento requiere de la intervención de la autoridad.
4.	<i>La explotación de los recursos pesqueros será autorizada por parte de la autoridad competente con base en un estudio de capacidad de carga del cuerpo de agua para garantizar la sustentabilidad de las poblaciones ícticas.</i>	49, 59, 66, 69, 75	El proyecto no realizará actividades pesqueras.



En relación a las estrategias, se ha manifestado dentro del presente ordenamiento que de acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico, se tratan de la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de ordenamiento ecológico. Cada estrategia cuenta con una o varias acciones puntuales dirigidas a atender sus objetivos específicos, en este sentido requieren de la intervención de las autoridades para su realización, sin que el presente proyecto sea contrario a las mismas, por lo que al tratarse de acciones que no pueden ser atribuibles a los particulares, es motivo por el cual no se han vinculado, sin embargo de la revisión a las señaladas estrategias el proyecto como ya se mencionó no es contrario a las mismas.

Como se puede apreciar, no hay un incumplimiento o una contravención del proyecto en relación al presente ordenamiento, siendo congruente el mismo con los criterios ya referidos, por lo que en todo caso se puede concluir que el mismo es compatible.

En este sentido es de señalarse, que únicamente se realizó la vinculación del proyecto, con los criterios que resultan de observancia para la promovente respecto del Programa referido, sin embargo, se adjunta como Anexo 3, el documento que contiene el resto de los criterios que regulan las UGA's en donde se ubica el proyecto, y que no fueron vinculados con el mismo por no corresponder ni ser de observancia para la promovente, atendiendo a las actividades y naturaleza del proyecto.

### **III.3.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de San Cristóbal de las Casas**

El presente Programa de Ordenamiento Ecológico del territorio del Municipio de San Cristóbal de las Casas, se publicó en el Periódico Oficial del Estado el 14 de agosto del 2018, mismo que es de orden público e interés social, es el ordenamiento ecológico territorial eje rector del uso del suelo rural y crecimiento urbano, con el cual se establecen los sitios en que la obra pública, en sus diferentes modalidades, pueda ser planeada con visión territorial y defina las localidades que deban contar con equipamientos y servicios.

Asimismo se incluyen Fichas Técnicas, que incluyen información relacionada con las 70 Unidades de Gestión Ambiental que conforman el presente Programa de Ordenamiento. Las fichas incluyen información sobre los rangos de vulnerabilidad que se refiere a las amenazas concretas, puesto que nace de la combinación de factores sociales, económicos, físicos y ambientales.

Considerando lo anterior, se ha georrefenciado el trazo del proyecto dentro del presente Ordenamiento como se muestra en la siguiente figura:

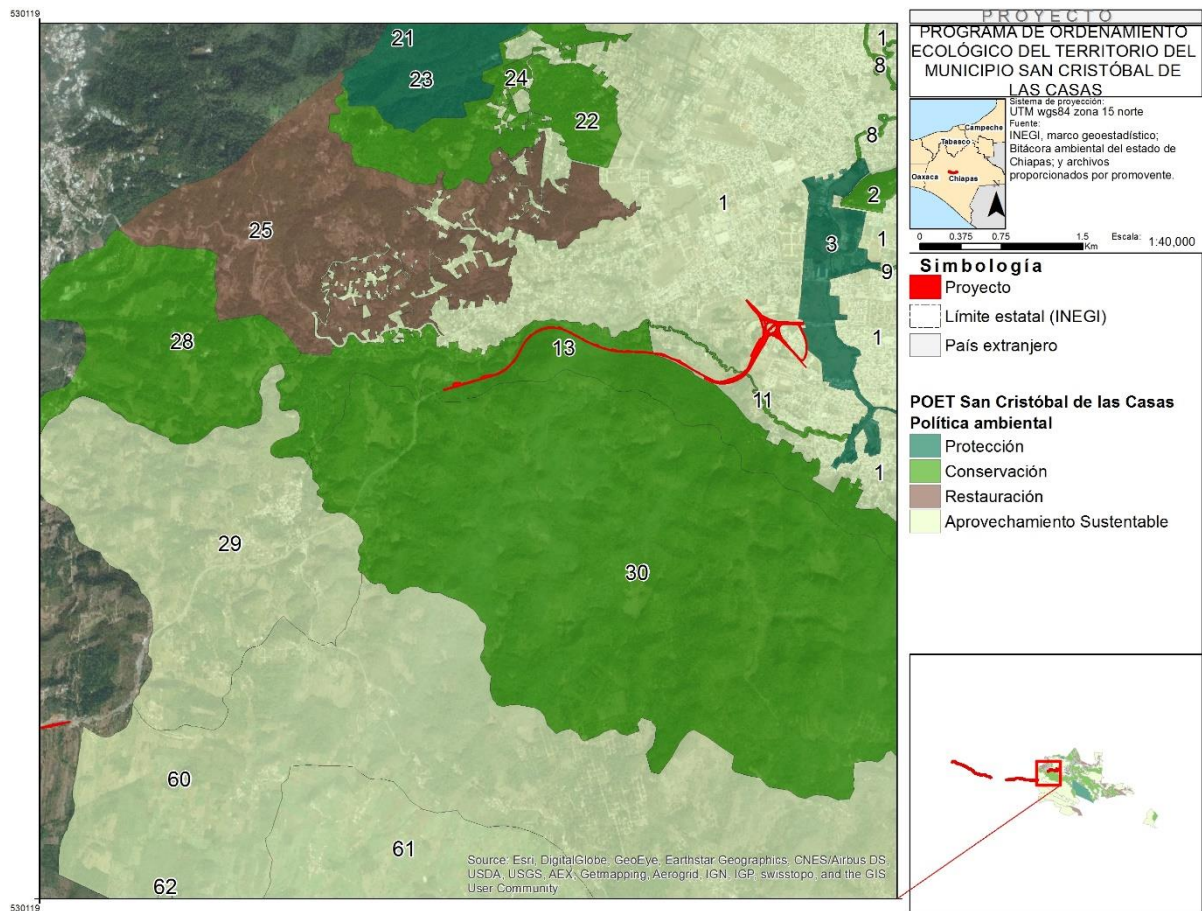
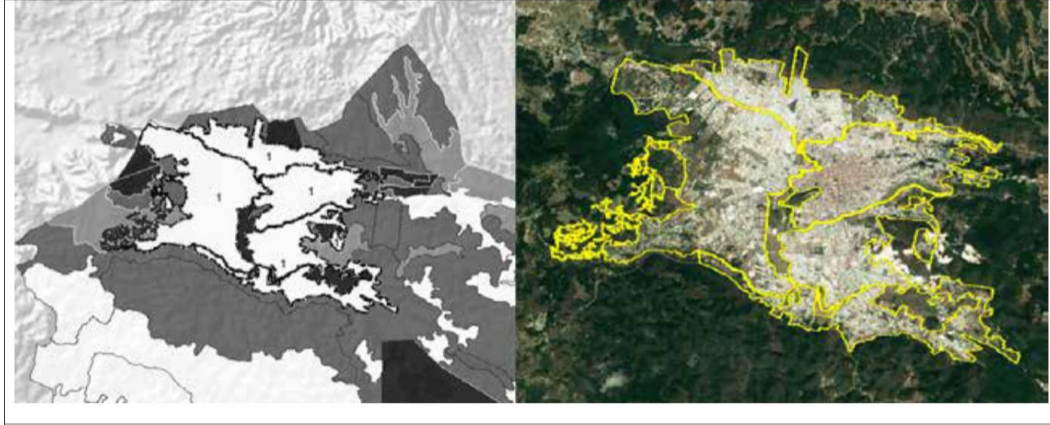


Figura III.3. Ubicación del predio de proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

De la imagen anterior, se advierte que el proyecto incide en una parte de su trazo, sobre la Región identificada dentro del Ordenamiento que nos ocupa como **Bajío**, en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) 1, 11 y 13, cuyas políticas son de Conservación y Aprovechamiento Sustentable.

Derivado de lo anterior, se vinculará el proyecto con las referidas Unidades de Gestión Ambiental, cuyas características son las siguientes:

UGA 1 – CENTRO DE POBLACIÓN DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS.



<b>Diagnóstico y Lineamientos</b>	
<p><b>Política:</b> Aprovechamiento Sustentable</p> <p><b>Superficie:</b> 3,053.69 Ha.</p> <p><b>Cobertura:</b> Asentamientos Humanos (80%), Otros usos (20%)</p> <p><b>% de UGA por cota de elevación (msnm):</b> 2041-2356 (70%), 2228 (30%)</p> <p><b>% de UGA por clase de pendiente (%):</b> pendiente muy ligeramente inclinada 0-5 grados (60.57%), pendiente ligeramente inclinada 5-10 grados (13.95%), pendiente medianamente inclinada 10-20 grados (9.2%), pendiente fuertemente inclinada 20-30 grados (6.24%), pendiente muy fuertemente inclinada &gt;30 grados (10.04%).</p> <p><b>Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes):</b> Área urbana del Municipio de San Cristóbal de las Casas, Vistahermosa Huitepec, San Antonio del Monte, Las Peras, Río Arcotete, Molino de los Arcos.</p> <p><b>% de UGA en superficies vulnerables a inundación o a otro tipo de fenómenos naturales:</b> Erosión actual 2.07%. Potencial la de pendiente mayor a 30 grados. Inundación 12%.</p> <p><b>% de UGA que son áreas prioritarias para la conservación:</b> 11.31%</p> <p><b>Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos:</b> 10.45%.</p> <p><b>Recursos vulnerables:</b> Humedales, zonas forestales.</p>	<p><b>Impactos ambientales potenciales:</b> Contaminación por residuos sólidos, riesgo de contaminación de acuíferos por aguas residuales. Presión sobre los recursos naturales por incremento de asentamientos humanos irregulares.</p> <p><b>Lineamiento ecológico:</b> Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, se propone la posibilidad de crear reservas para el desarrollo urbano en localidades como Corazón de María y el Duraznal.</p> <p>Se sujetará a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano.</p> <p><b>Estrategia ecológica:</b> Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona.</p> <p><b>Usos compatibles:</b> Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano.</p> <p><b>Usos incompatibles:</b> Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano.</p>

Criterios de regulación ecológica aplicables a la UGA																				
Criterios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Conservación																				
Forestal																				
Turismo																				
Desarrollo urbano																				

Estrategias ecológicas													
		Acciones											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Conservación	Objetivo 1												
	Objetivo 2												
	Objetivo 3												
	Objetivo 4												
	Objetivo 5												
	Objetivo 6												
Forestal	Objetivo 1												
Turismo	Objetivo 1												
	Objetivo 2												
Desarrollo urbano	Objetivo 1												
	Objetivo 2												

UGA 11 – Municipio de San Cristóbal de Las Casas

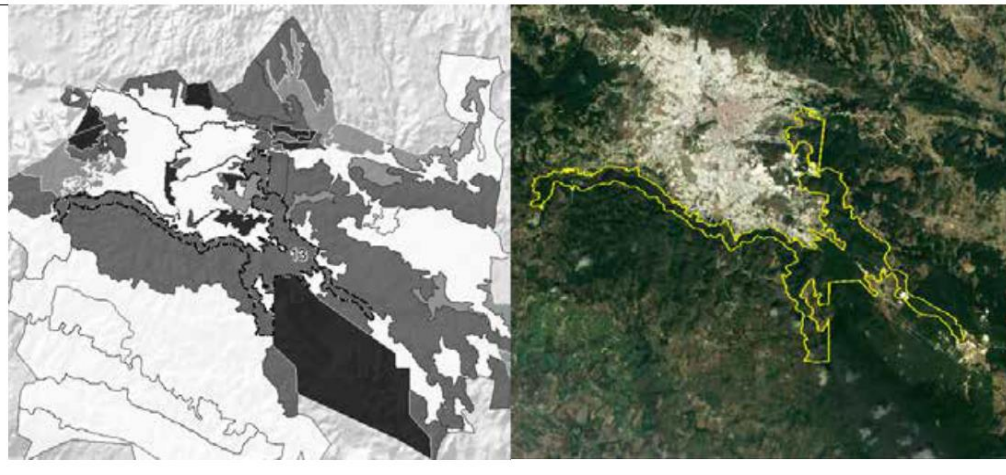


Diagnóstico y Lineamientos	
<p><b>Política:</b> Conservación</p> <p><b>Superficie:</b> 7.35 ha</p> <p><b>Cobertura:</b> Asentamiento humano (20%), Vegetación Secundaria de Bosque de Encino Pino (80%).</p> <p><b>% de UGA por cota de elevación (msnm):</b> 2041 (100%)</p> <p><b>% de UGA por clase de pendiente (%):</b> pendiente muy ligeramente inclinada 0-5 grados (90%).</p> <p><b>% de UGA en superficies vulnerables a inundación o a otro tipo de fenómenos naturales:</b> Erosión actual 19.63%. Inundación 100%</p> <p><b>% de UGA que son áreas prioritarias para la conservación:</b> 100%</p> <p><b>Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos:</b> 100%</p> <p><b>Recursos vulnerables:</b> Humedales, Vegetación de galería</p>	<p><b>Impactos ambientales potenciales:</b> Invasión y reducción de las áreas hidráulicas de los afluentes por asentamientos humanos.</p> <p><b>Lineamiento ecológico:</b> Queda prohibida la reducción o la invasión de las áreas hidráulicas de los afluentes o el desvío de los cauces.</p> <p>La UGA deberá quedar libre de toda ocupación y únicamente podrá ser aprovechada en los términos que establece la Ley de Aguas Nacionales.</p> <p>El cauce deberá dejarse a cielo abierto, no se permite embovedarlo.</p> <p>El tramite de concesión de la zona federal y permiso de obra esta regulado por los requisitos publicados en el Diario Oficial de la Federación y detallados en el portal de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria.</p> <p>Toda persona que ocupe con obra o instalaciones dichas áreas sin respetar lo establecido en los párrafos anteriores estarán obligados a retirarlas o a demolerlas. En su caso, la Procuraduría ordenará el retiro o demolición de las obras, los gastos serán a cuenta del propietario o poseedor.</p> <p>En caso que el predio colinde o pase por un afluente, se deberá respetar la delimitación del área federal por medio de un dictamen emitido por la Comisión Nacional del</p>
	<p>Agua; esta dependencia emitirá las autorizaciones específicas, si fuese el caso para la realización de obras y actividades a solicitud del promovente.</p> <p><b>Usos compatibles:</b> Conservación.</p> <p><b>Usos incompatibles:</b> Agricultura, Forestal, Pecuario, Turismo, Desarrollo Urbano y Extracción de materiales pétreos.</p>

Criterios de regulación ecológica aplicables a la UGA																				
Criterios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Conservación																				

Estrategias ecológicas																					
		Acciones																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
Conservación	Objetivo 1																				
	Objetivo 2																				
	Objetivo 3																				
	Objetivo 4																				
	Objetivo 5																				
	Objetivo 6																				

UGA 13 – Municipio de San Cristóbal de Las Casas



Diagnóstico y Lineamientos	
<p><b>Política:</b> Conservación</p> <p><b>Superficie:</b> 1,408.81 Ha</p> <p><b>Cobertura:</b> Agricultura de Temporal (3%), Asentamientos Humanos (1%), Bosque de Encino (11%), Bosque de Encino Pino (32%), Bosque de Encino Pino con Vegetación Secundaria (10%), Bosque de Pino (1%), Bosque de Pino Encino (33%), Sin Vegetación Aparente (2%), Vegetación Secundaria de Bosque de Encino Pino (7%).</p> <p><b>% de UGA por cota de elevación (msnm):</b> 2041-2228 (20%), 2356-2467 (80%).</p> <p><b>% de UGA por clase de pendiente (%):</b> pendiente medianamente inclinada 10-20 grados (10.28%), pendiente fuertemente inclinada 20-30 grados (17.21%), pendiente muy fuertemente inclinada &gt;30 grados (66.27%).</p> <p><b>% de UGA en superficies vulnerables a inundación o a otro tipo de fenómenos naturales:</b> Erosión 2.32% e inundación 0%</p> <p><b>% de UGA que son áreas prioritarias para la conservación:</b> 91.73%</p> <p><b>Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos:</b> 91.71%</p>	<p><b>Impactos ambientales potenciales:</b> Presión por asentamientos humanos, Amenaza de urbanización, Deforestación</p> <p><b>Umbrales o capacidad de carga:</b> Umbral de aprovechamiento forestal en su límite.</p> <p><b>Lineamientos ecológicos:</b> Mantener el Bosque de Encino, Bosque de Encino Pino y Bosque de Pino Encino (1035.44 ha). Permitir la restauración natural de 143.76 Ha de Bosque de Encino Pino con Vegetación Secundaria. Se promueve el manejo forestal de 98.76 Ha de Vegetación Secundaria de Bosque de Encino Pino. Se tolerará un aprovechamiento del 10% de la vegetación de la superficie total de la UGA (143.8 ha), promoviendo la reforestación de la misma (con especies nativas) en el mismo momento del aprovechamiento. Debe promoverse la capacitación para el manejo forestal, con un sistema rotativo anual de aprovechamiento de rodales, para evitar la pinarización y mantener el Bosque de Encino, de Encino Pino y de Pino Encino aun en las zonas de aprovechamiento. Dentro de este porcentaje de aprovechamiento, se permitirá el desarrollo de la agricultura de temporal con sistemas culturales automantenidos, en una superficie de no más de 60 ha, promoviendo la reconversión de actividades agrícolas a agroforestería. La instalación de infraestructura para la recreación y para el establecimiento de un área de acampado, será con materiales naturales.</p>
<p><b>Recursos vulnerables:</b> Bosque de Encino, bosque de encino pino, bosque de pino encino.</p>	<p><b>Usos compatibles:</b> Conservación, Forestal y Turismo</p> <p><b>Usos incompatibles:</b> Agricultura, Desarrollo urbano, Pecuario y Extracción de materiales pétreos</p>

Criterios de regulación ecológica aplicables a la UGA																				
Criterios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Conservación																				
Forestal																				
Turismo																				

Estrategias ecológicas													
		Acciones											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Conservación	Objetivo 1												
	Objetivo 2												
	Objetivo 3												
	Objetivo 4												
	Objetivo 5												
	Objetivo 6												
	Objetivo 2												
Forestal	Objetivo 1												
	Objetivo 3												
Turismo	Objetivo 1												
	Objetivo 2												

A continuación se presenta la tabla de criterios de regulación ecológica y su vinculación; aclarando, que se realiza la vinculación únicamente con los criterios que guardan relación y que son de observancia para la promotora atendiendo a la naturaleza del proyecto:

Tabla IIII-15. Vinculación del proyecto con los criterios aplicables a las UGA's 1, 11 y 13 del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

No.	CRITERIOS DE REGULACIÓN	UGA	VINCULACIÓN
<b>Criterios del sector Conservación</b>			
1	<i>Elaborar para los ecosistemas de la UGA, un inventario y diagnóstico de flora y fauna con datos de distribución y demografía, así como la caracterización a nivel comunidad, de los bienes y recursos naturales presentes, las condiciones de los cuerpos de agua, de los manantiales y sitios de recarga, que permitirán definir el punto de partida de las acciones de conservación.</i>	1, 11, 13	<p>El proyecto no tiene considerado dentro de sus obras y actividades la realización de un inventario y diagnóstico de flora y fauna, así como tampoco la caracterización, las condiciones de los cuerpos de agua, manantiales o sitios de recarga, motivo por el cual el criterio no guarda relación con el proyecto.</p> <p>No obstante lo anterior, dentro del presente DTU se ha realizado una descripción del sistema ambiental regional, con la finalidad de ponderar una evaluación eficiente del impacto del proyecto sobre dicho.</p> <p>Se hace importante mencionar, que para la ampliación del proyecto, se hará uso del derecho de vía existente, además de que se está proponiendo un Programa de Conservación del Suelo y Agua, cuya finalidad es la recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo y revegetación, así como también se ha propuesto un Programa de Manejo de Flora, para el rescate, resguardo y reubicación de flora y un Programa de Fauna para la identificación de fauna susceptible al programa, ahuyentamiento, rescate, reubicación</p>

			<p>de la misma y monitoreo de frentes activos.</p> <p>En este sentido, se coadyuva con el criterio en cita, aun cuando no tiene por objeto la elaboración de las actividades señaladas en el presente criterio.</p>
2	<p><i>Monitorear las especies de flora y fauna con importancia ecológica, económica y comercial, que sean susceptibles de aprovechamiento ilícito y/o desmesurado, sin ningún plan de manejo, y promover las acciones que lleven a la formulación de éste para que los aprovechamientos posteriores que se autoricen, si fuera el caso, sean de forma planeada y bajo supervisión técnica.</i></p>	1, 11, 13	<p>La observancia del presente criterio se da dentro del presente proyecto con la implementación de los programas de manejo de flora y fauna, con la finalidad de su rescate, resguardo y reubicación de flora, así como la identificación de fauna susceptible, ahuyentamiento, rescate, reubicación de fauna y monitoreo de frentes activos, aclarándose que el proyecto no pretende llevar a cabo ningún tipo de aprovechamiento, motivo por el cual no se contraviene el criterio de referencia.</p>
3	<p><i>Limitar al máximo el aprovechamiento, extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestres, así como de plantas medicinales y no medicinales o forestales (usos alimenticios, rituales, ornamentales, entre otros). Estos aprovechamientos sólo podrán realizarse para uso doméstico, o bien de forma intensiva dentro de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS) que cuenten con autorización y un programa de manejo verificado por la SEMARNAT. La colecta de ejemplares de flora y fauna silvestre con fines científicos también deberá ser autorizada y supervisada por la autoridad competente.</i></p>	1, 11, 13	<p>El proyecto no contempla la realización de obras o actividades de aprovechamiento, extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestres, así como de plantas medicinales y no medicinales o forestales (usos alimenticios, rituales, ornamentales, entre otros), por lo cual no resulta de observancia para la promovente el presente criterio.</p>
4	<p><i>Realizar estudios específicos que permitan mejorar el estado y las condiciones de especies de flora y fauna en las UGA cada vez más amenazadas por los cambios de uso de suelo, o con actividades productivas dentro o en sus alrededores. Dentro de los objetivos a cumplir se encuentran: delimitar las áreas de reproducción de especies sujetas a estado de conservación y elaborar planes de manejo para tal efecto; la reintroducción de fauna nativa en las áreas donde haya sido desplazada; la elaboración de programas de protección y restauración de los relictos de vegetación natural; el diagnóstico para determinar la factibilidad, magnitud y limitaciones para desarrollar actividades de manejo de especies de fauna silvestre en semi cautiverio; llevar a cabo las acciones necesarias que impidan el aislamiento de estos territorios, estableciendo corredores con áreas más conservadas y menos vulnerables, entre</i></p>	1, 11, 13	<p>El criterio no guarda relación con el proyecto a partir de no tiene como objetivo particular y específico la realización de estudios a que se hace referencia en el presente apartado, sin embargo, se coadyuva con el contenido del mismo al proponerse un programa de manejo de flora con la finalidad de su rescate, resguardo y reubicación y otro programa de manejo de fauna para la identificación de fauna susceptible ahuyentamiento, rescate, reubicación de la misma, así como su monitoreo de frentes activos.</p>

	<i>otras acciones.</i>		
5	<i>Monitorear las actividades relacionadas con la introducción de especies de flora y fauna exóticas en los ecosistemas conservados, así como en aquellos que hayan sido identificados como ambientalmente frágiles.</i>	1, 11, 13	El proyecto no tiene por objeto monitorear las actividades relacionadas con la introducción de especies exóticas.
6	<i>Asegurar que las actividades que se lleven a cabo en las UGA de conservación o en aquellas con presencia importante de vegetación primaria, permitan el flujo y comunicación de los corredores biológicos. Los fragmentos de vegetación también deberán protegerse, y se buscará la forma de incrementar la conectividad entre ellos.</i>	1, 11, 13	Al respecto se manifiesta que el proyecto se llevará a cabo sobre el derecho de vía existente, motivo por el cual no se fragmentará ningún ecosistema, por lo que no se verá afectado ningún flujo o comunicación de corredores biológicos, además de que ya existe la carretera materia de la ampliación del presente proyecto.  Adicionalmente, de conformidad con el artículo 124 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se realizará el pago ante el Fondo Forestal Mexicano, cuyo monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales por excepción, será destinado a actividades de reforestación o restauración y mantenimiento de los ecosistemas afectados, preferentemente en las entidades federativas en donde se haya autorizado el cambio de uso del suelo, las cuales serán realizadas por la Comisión Nacional Forestal.
7	<i>Limitar al máximo la construcción de obras o la realización de actividades que transformen el medio natural en las zonas dedicadas a la conservación de flora y fauna o con características naturales, sobresalientes o frágiles, o bien en las áreas que necesiten ser restauradas. Particularmente, se restringe y se regula el aprovechamiento de materiales pétreos, las quemas agrícolas y la disposición de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Se permiten las actividades científicas y turísticas o ecoturísticas de bajo impacto que no afecten la integridad de los ecosistemas, es decir la extensión, la estructura y los servicios ambientales presentes en la UGA.</i>	1, 11, 13	El presente criterio no resulta de observancia por la promovente, a partir de que no es la autoridad que restringe el máximo de construcción de obras. Asimismo, el proyecto no transformará el medio natural, ya que el proyecto formará parte de la carretera existente, aprovechando su derecho de vía. Por otra parte se ha propuesto en el presente DTU, diversos programas como el flora, fauna y un Programa de Manejo de Residuos. En este sentido, el proyecto no es contrario al criterio de referencia, además de que no llevará a cabo las actividades que se restringen en el criterio, y el proyecto no guarda relación con la realización de actividades científicas o turísticas.
8	<i>Trabajar para la restauración de las áreas con vegetación secundaria, deforestadas, erosionadas y con grados severos de deterioro o alteración, en colaboración con los habitantes locales y quienes realicen actividades productivas.</i>	1, 11, 13	El presente proyecto coadyuva con el criterio que se analiza, a partir de que contempla implementar un Programa de Conservación del Suelo y Agua, cuyo alcance será la recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo, la revegetación, así como también se implementará un Programa de Manejo de Flora, que



			contempla la revegetación con especies herbáceas registradas en el área del proyecto y realizará al pago ante el Fondo Forestal Mexicano.
9	<i>Promover acciones de reforestación con especies nativas, para reforzar las actividades efectuadas por los sectores productivos en compensación por el impacto de sus actividades y las llevadas a cabo en áreas degradadas, de forma que se ayude a los objetivos de conservación del bosque.</i>	1, 11, 13	El proyecto no tiene por objeto promover acciones de reforestación, sin embargo, contempla implementar un Programa de Conservación del Suelo y Agua, cuyo alcance será la recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo, la revegetación, así como también se implementará un Programa de Manejo de Flora, en el que se ha contemplado la revegetación con especies herbáceas registradas en el área del proyecto y realizará el pago ante Fondo Forestal Mexicano, cuyo monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales por excepción, será destinado a actividades de reforestación o restauración y mantenimiento de los ecosistemas afectados, por lo que se coadyuva con el criterio de referencia.
10	<i>Establecer y emprender un programa de saneamiento a corto, mediano y largo plazo de los cuerpos de agua, áreas inundables y humedales, que considere el control estricto de las descargas de aguas residuales sin tratamiento, y que incorpore la participación de todos los sectores, del gobierno y de la población de la región.</i>	1, 11, 13	El proyecto no tiene por objetivo el establecer o emprender un programa de saneamiento de cuerpos de agua, ya que requiere de la intervención de las autoridades para su cumplimiento. No obstante ello, no se realizarán descargas de aguas residuales.
11	<i>Restringir la tala, aprovechamiento o desmonte de la vegetación de galería de los cuerpos de agua, cauces y lugares de recarga, y a la par mantener o restaurar con especies nativas, la vegetación correspondiente a estas áreas, que ayude a restaurar los procesos que ahí suceden y a mejorar la calidad del agua.</i>	1 11 13	El criterio de referencia se cumple para el desarrollo del proyecto, toda vez que, no se realizarán actividades de tala o aprovechamiento forestal en los cuerpos de agua, cauces y lugares de recarga; adicionalmente los usos actuales del suelo que se presentarán sobre el trazo del proyecto son agricultura de temporal anual, vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino, bosque de pino-encino, esto de acuerdo al uso de suelo y vegetación de INEGI 2016 serie VI, como se podrá observar en el Capítulo II y IV del presente DTU, en este sentido la vegetación posible a efectar por el cambio de uso de suelo será de este tipo y no de vegetación de galería.
12	<i>Delimitar las áreas inundables, cuerpos de agua y humedales que son importantes para las aves residentes y migratorias, en donde el uso de los recursos será restringido. La caza, captura, o el daño de esta fauna está</i>	1, 11, 13	El proyecto no realizará actividades de delimitación de áreas inundables, cuerpos de agua o humedales, además de que no realizará actividades de caza.

	<i>restringido al máximo.</i>		
13	<i>Restringir la construcción de caminos sobre humedales, cuerpos de agua y bosques de galería. De autorizarse estas obras, deberá garantizarse el libre flujo del agua a ambos lados del camino, y diseñar las medidas y estructuras que minimicen el atropellamiento de fauna local.</i>	1, 11, 13	El proyecto no tiene por objeto la construcción de caminos sobre humedales, cuerpos de agua y bosques de galería, sin embargo la ampliación de la carretera, hará uso del derecho de vía existente y se seguirá garantizando el libre flujo de agua, ya que la dirección de los escurrimientos superficiales identificados en la zona del proyecto, no se verán afectados, ya que con la ampliación pretendida al cuerpo carretero existente, este ya cuenta con obras de drenaje que permiten el libre paso de los mismos, así como también ya existen pasos de fauna, motivo por el cual no se contraviene el criterio de referencia.
14	<i>Considerar e instalar las medidas precautorias para evitar que las líneas de conducción y distribución eléctrica colocadas sobre o cerca de humedales, cuerpos de agua y bosques de galería, afecten a la fauna local (aves).</i>	1, 11, 13	El proyecto no prevé la instalación de líneas de conducción o distribución eléctrica, solamente se realizarán ampliaciones de las obras de drenaje ya existentes, para darles continuidad al libre paso de los escurrimientos que se encuentran en la zona, al igual que las cunetas y contra cunetas que son parte del cuerpo de la carretera serán modificadas.
15	<i>Restringir las actividades que afecten el funcionamiento de los humedales, su interacción con los ríos, o que provoquen cambios en las características y servicios ecológicos que prestan, ya que son sitios importantes de recarga acuífera, reguladores de avenidas de agua en época de lluvias y hábitat de aves y otras especies residentes y migratorias.</i>	1, 11, 13	El proyecto no realizará obras o actividades que afecten el funcionamiento de humedales.
16	<i>Las autoridades involucradas con el desarrollo de los asentamientos rurales (1-2500 habitantes) existentes o de nueva creación, así como las propias autoridades rurales, deberán atender los siguientes criterios que aumenten las posibilidades de elevar las condiciones de vida de sus habitantes.</i>  <i>- Mejorar la accesibilidad a las comunidades más aisladas, por medio del desarrollo de las vialidades y los transportes, y acercando los servicios de salud, educación y telecomunicaciones a las localidades más pobladas de las distintas regiones.</i>  <i>- Abastecer de equipamiento básico a las comunidades rurales de nueva generación.</i>  <i>- Instalar sistemas domésticos para la captación de agua de lluvia.</i>  <i>- Promover el aprovechamiento de energía</i>	1, 11, 13	El proyecto no guarda relación con el criterio en cita, por la naturaleza del mismo; además que no intervendrá como autoridad en la regulación de asentamientos rurales.

	<p><i>renovable para uso doméstico (paneles solares).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Promover el uso de fogones ecológicos o estufas ahorradoras de leña.</i></li> <li>- <i>Promover otro tipo de ecotecnias para el manejo y disposición de los residuos domésticos y de los establos (compostaje), alternativos a la quema a cielo abierto.</i></li> <li>- <i>Promover ecotecnias para la disposición y manejo de las descargas humanas en fosas sépticas, letrinas o baños secos (en el caso de que se carezca de drenaje o de acceso a él), y el uso de sistemas alternativos como el entramado de raíces o lagunas de oxidación para el manejo de las aguas residuales, con capacitación y asesoría oportunas.</i></li> <li>- <i>Promover la construcción de calles empedradas para evitar los escurrimientos y el arrastre de sedimentos, y permitir la absorción de agua por el suelo y subsuelo.</i></li> </ul> <p><i>Queda prohibido rebasar los límites máximos permitidos de emisión de ruido,</i></p>		
17	<p><i>Queda prohibido rebasar los límites máximos permitidos de emisión de ruido, establecidos en la norma oficial mexicana nom-081-ecol-1994, tanto en fuentes fijas como móviles.</i></p>	1, 11, 13	<p>El proyecto observará en todo momento el cumplimiento a los parámetros establecidos dentro de la Norma Oficial Mexicana de referencia.</p>
<b>Crterios de regulación del sector Forestal</b>			
1	<p><i>Restringir los aprovechamientos forestales maderables y no maderables en las áreas naturales protegidas que cuenten o no con un programa de manejo, o bien en las áreas o polígonos que entren en un proceso de aprobación y eventual decreto, como áreas naturales protegidas comunitarias, privadas, municipales o estatales, o bien en aquellas áreas que contengan ecosistemas frágiles y especies raras o en peligro de extinción, o bajo alguna categoría de protección, o bien zonas (UGA) de restauración o con alta presencia de vegetación primaria. Los aprovechamientos forestales que se encuentren en operación y se localicen dentro del perímetro de estas áreas, deberán someterse a un proceso de evaluación para determinar la sustentabilidad de la práctica, y en dado caso implementar las sanciones correspondientes y empezar a trabajar para su conversión hacia actividades más sustentables o bien cesar la actividad (las actividades pueden consultarse en el apartado de estrategias para el sector forestal).</i></p>	1, 13	<p>Cabe precisar que el proyecto no realizará obras y/o actividades relacionadas con el sector forestal, a partir de que la obra pretendida guarda relación con un vía general de comunicación y no realizará ningún aprovechamiento forestal dentro de Áreas Naturales Protegidas.</p> <p>Asimismo, se manifiesta que el artículo 7, fracción III, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, define a un Aprovechamiento forestal sustentable, como <i>“La extracción realizada en los términos de esta Ley, de los recursos forestales del medio en que se encuentren, incluyendo los maderables y los no maderables, en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos por periodos indefinidos;...”</i></p> <p>Esto es, que el aprovechamiento, es el uso, por parte del hombre, de los recursos maderables y no maderables provenientes del medio en que se encuentran, y comprende desde la obtención hasta el</p>

			momento de su transformación, de tal manera que el proyecto no realizará una actividad de aprovechamiento forestal, al pretender llevar a cabo la ampliación de un cuerpo carretero.
2	<i>Evaluar los aprovechamientos forestales maderables y no maderables dentro o fuera de las ANP, para determinar la sustentabilidad de sus actividades y procesos. En el caso de que existan zonas que rehabilitar, se procederá a la determinación de las acciones inmediatas (que pueden ser la rotación de la producción para permitir el descanso del terreno, actividades de reforestación, actividades de limpieza de cuerpos de agua, entre otras). En el caso de que la rehabilitación del terreno no fuere posible por el grado de afectación, deberán considerarse y plantearse las medidas compensatorias correspondientes en otras áreas. Estas actividades deberán ser evaluadas y en determinado caso aprobadas por las autoridades técnicas y jurídicas competentes, y ser supervisadas durante su ejecución.</i>	1, 13	Considerando que el proyecto pretende realizar la ampliación a un cuerpo carretero, no realizará evaluación de aprovechamientos forestales, dentro o fuera de algún Área Natural Protegida, razón por la cual no guarda relación con el criterio que se analiza.
3	<i>Las áreas forestales son espacios de recursos y procesos estratégicos en los que se limitará al máximo el cambio de uso de suelo hacia el desarrollo urbano, extracción de materiales pétreos, usos agropecuarios o cualquier otro, pero se buscará que la forma en que se desarrolla el aprovechamiento forestal sea armónica con el cuidado del medio ambiente (aprovechamiento forestal sustentable).</i>	1, 13	<p>La ampliación que se propone en el presente proyecto, requiere del cambio de uso de suelo, y que si bien el presente criterio señala que se limitará al máximo el mismo hacia el desarrollo urbano, permite que el mismo se realice de manera armónica con el cuidado del medio ambiente.</p> <p>En este sentido, la ampliación de la carretera intervendrá principalmente el derecho de vía existente y alguna superficie adicional en donde así sea necesario, además de que se adoptarán medidas, tales como la recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo; la revegetación con especies herbáceas de la zona del proyecto; rescate, resguardo y reubicación de flora.</p> <p>En razón de lo anterior, el proyecto da cumplimiento al criterio, no obstante que también realizará el pago al Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, de conformidad con el artículo 124 del Reglamento la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, cuyos recursos que se obtengan por concepto de compensación ambiental serán destinados actividades de reforestación o restauración y mantenimiento de los ecosistemas afectados, actividades que serán llevadas a cabo por la Comisión Nacional Forestal.</p>

4	<p><i>Condicionar la concesión de permisos para el aprovechamiento forestal, a la presentación de estudios sustentados técnicamente que evalúen las tasas óptimas, programación y sistemas de extracción sustentable de los recursos maderables y no maderables. Para el aprovechamiento forestal se deberán prever las etapas sucesionales de los bosques y de las condiciones de los suelos, para elaborar los calendarios de rotación y plantación por rodales. Se deberá permitir la permanencia de rodales sin aprovechar alrededor de los rodales extraídos, evitando talar de manera simultánea áreas extensas. También se buscará conformar “un mosaico heterogéneo de rodales con diferentes estados de sucesión”.</i></p>	1, 13	<p>El criterio que se cita es para la consideración de la autoridad, en virtud de que es la que deberá tomar en consideración su contenido, quien a través de su acto de autoridad es la que podrá condicionar la concesión de permisos.</p> <p>Por otro lado, el proyecto pretende la obtención de una autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, por lo que dentro del presente DTU aún y cuando su fin no se llevar a cabo actividades de aprovechamiento forestal, ha realizado un análisis y presenta estudios que demuestran su viabilidad.</p>
5	<p><i>“En los aprovechamientos forestales [maderables] de bosques nativos [vegetación primaria], la intervención en el área de corta no deberá extraer más del 50% de los árboles, pero se deberá cortar al menos el 35%, tratando de reducir la densidad de la masa a un nivel inferior al original (considerado de saturación) y dejar una densidad residual homogénea. La selección de árboles a cortar en cada rodal se hará eligiendo árboles decrepitos, defectuosos, de mayor riesgo de pérdida o de que interfieran sobre el desarrollo de la masa forestal que se desea dejar en pie, y dejando en pie un conjunto de ejemplares de todas especies presentes en el rodal [...] En los aprovechamientos forestales en los que se pretenda intervenir la masa forestal con una intensidad mayor [al 50%] se deberá desarrollar una metodología que permita definir un volumen de extracción de madera en el que se tome en cuenta además de la maximización de extracción, la permanencia de los bienes y servicios ambientales que provee el bosque”.</i></p>	1, 13	<p>Se reitera que el presente proyecto no realizará aprovechamiento forestal, motivo por el cual no guarda relación el presente criterio con el mismo.</p>
6	<p><i>Previo al aprovechamiento forestal maderable o tala, se deberán rescatar los ejemplares pertenecientes a las familias Bromeliaceae y Orquideaceae y reubicarse en los árboles que queden en pie y que ofrezcan condiciones parecidas a las originales para incrementar sus posibilidades de sobrevivir. También se deberán rescatar y reubicar ejemplares de fauna de vertebrados.</i></p>	1, 13	<p>El proyecto no llevará a cabo el aprovechamiento forestal, sin embargo para la realización del cambio de uso de suelo, se ha propuesto un Programa de Manejo de Flora, cuya finalidad es el rescate, resguardo y reubicación de flora y otro de fauna, cuyo fin es la identificación de fauna susceptible al programa, ahuyentamiento, rescate, reubicación de la misma y el monitoreo de frentes activos; así como la revegetación con especies herbáceas registradas en el área del proyecto y el pago al Fondo Forestal Mexicano.</p>

7	<p><i>Los programas de manejo forestal deberán garantizar la permanencia de corredores faunísticos y biológicos, considerando zonas de exclusión para el aprovechamiento.</i></p> <p><i>Los fragmentos de vegetación también deberán protegerse, y se buscará la forma de incrementar la conectividad entre ellos.</i></p>	1, 13	El proyecto pretende la obtención de una autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción y NO la autorización para el aprovechamiento de los recursos forestales maderables a través de un programa de manejo forestal, motivo por el cual el criterio de referencia no guarda relación con el proyecto.
8	<i>En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal maderable y no maderable deberán realizarse labores de protección, restauración y conservación de suelos, de acuerdo con los lineamientos de la CONAFOR.</i>	1, 13	El criterio no es de observancia para el proyecto, al tratarse de una obra y actividad distinta a la actividad que se menciona en este numeral.
9	<i>Los cuerpos de agua ubicados dentro de los terrenos de aprovechamiento forestal, deberán protegerse con una franja de al menos 10 m de vegetación. Se respetará la vegetación de galería y circundante, y si fuere el caso, se llevarán a cabo actividades de reforestación con especies nativas. Se restringe el aprovechamiento de la vegetación de galería para uso doméstico.</i>	1, 13	La ampliación al cuerpo carretero que se propone y se somete a la consideración de la autoridad, no incluye para su desarrollo la realización de actividades de aprovechamiento forestal, además de que no afectará vegetación de galería.
10	<i>La introducción de especies exóticas al desarrollo forestal debe ser regulada, particularmente cuando se lleve a cabo la reforestación posterior al aprovechamiento forestal. La introducción de especies exóticas se permitirá en las plantaciones forestales que tengan un plan de manejo en el que se contemplen las actividades de control de dichas especies y que garanticen que no se alterará la estabilidad de los ecosistemas presentes y circundantes, y sus procesos naturales.</i>	1, 13	El proyecto no pretende la introducción de especies exóticas.
11	<i>En los aprovechamientos forestales se deberá establecer y operar viveros en los que se reproduzcan las especies sujetas al aprovechamiento, particularmente cuando se trate de vegetación nativa, lo que ayudará a la reforestación y reposición de la cobertura forestal.</i>	1, 13	El proyecto no pretende el aprovechamiento forestal, sin embargo como parte de los programas que propone se encuentra el Programa de Manejo de Flora, que entre sus acciones contempla el rescate, resguardo y reubicación de flora.
12	<i>Los propietarios y poseedores de terrenos forestales y de aptitud preferentemente forestal están obligados a prevenir los incendios forestales mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, a la limpieza y el control de material combustible y a la integración de brigadas preventivas. Se deberán desarrollar programas y protocolos de prevención y control de los incendios en atención a los lineamientos de la CONAFOR</i>	1, 13	Al respecto, en caso de así requerirse, se coadyuvará con la autoridad en caso de presentarse alguna contingencia por incendio, ya que el criterio de referencia no guarda relación con el proyecto.
13	<i>Se deberá utilizar la red de caminos existentes para los aprovechamientos forestales,</i>	1,	El proyecto no realizará un aprovechamiento forestal, además de que la

	<p><i>evitando construir nuevos y proceder a rehabilitar los actuales. En el caso de autorizar la construcción de nuevos caminos, deberán ser diseñados de tal forma que impliquen la menor alteración posible al entorno natural. Además, los aprovechamientos forestales y la apertura de caminos deberán evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales y respetar al máximo las zonas de recarga hídrica.</i></p>	13	<p>dirección de los escurrimientos superficiales identificados en la zona del proyecto, no se verán afectados, ya que con la ampliación pretendida al cuerpo carretero existente, este ya cuenta con obras de drenaje que permiten el libre paso de los mismos.</p>
14	<p><i>Los terrenos abandonados por agotamiento de los recursos forestales, deberán ser sometidos a trabajos de restauración apoyados y supervisados por la Secretaría del Campo, así como por los organismos relacionados con el cuidado del medio ambiente y el desarrollo forestal del municipio. En el caso de que una de las actividades para la rehabilitación del terreno sea la reforestación, deberá cuidarse que las especies sean locales y tengan más de un año de vida; que los árboles sean plantados al inicio de la temporada de lluvias, y que se cuente con la capacitación, el manejo y mantenimiento correspondientes para incrementar las posibilidades de crecimiento y desarrollo exitoso de los ejemplares arbóreos. Se evitará la "forestación con especies de eucalipto, pirul y casuarina, debido a que son especies altamente competitivas, no aportan materia orgánica al suelo y absorben grandes cantidades de agua".</i></p>	1, 13	<p>El presente criterio requiere de la intervención de la autoridad, sin embargo el proyecto coadyuva en el sentido de que realizará un pago compensación ambiental al Fondo Forestal Mexicano, instrumento para promover la conservación, incremento, aprovechamiento sustentable y restauración de los recursos forestales y sus recursos asociados (art. 139 de la LGDFS), no obstante que el presente proyecto propone dentro de sus medidas un Programa de Conservación del Suelo y Agua.</p>
15	<p><i>Los aprovechamientos forestales sustentables permitidos con ciertos límites en zonas agropecuarias abandonadas, en zonas de restauración (degradadas), con ecosistemas frágiles o con alta presencia de vegetación primaria mencionados en los criterios FOR_1 y FOR_3, pueden referirse a los sistemas agroforestales o silvopastoriles, cuando los terrenos tengan la aptitud necesaria para el cultivo y aprovechamiento de recursos forestales, agrícolas y/o producción animal. Se dará prioridad al establecimiento de las plantaciones forestales comerciales en terrenos degradados que no se encuentren bajo un programa o actividades de restauración, o que hayan tenido un uso productivo previo, y deberán considerar los siguientes criterios, entre otros:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Establecer las plantaciones forestales en altitudes menores a los 3000 msnm y con pendientes inferiores a los 45°.</i></li> <li>- <i>Separar las áreas de producción y los ecosistemas naturales donde no se utilicen productos químicos.</i></li> </ul>	1, 13	<p>El proyecto no guarda relación con el criterio transcrito, ya que no realizará actividades de aprovechamiento forestal.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer una zona con vegetación establecida mediante la siembra o la regeneración natural entre áreas de diferentes cultivos permanentes o semipermanentes, o entre diferentes sistemas de producción, así como cercas que impidan el paso del ganado (que ocasionan degradación del suelo por pisoteo), pero sí el tránsito de la fauna silvestre.</li> <li>- Mantener franjas de vegetación de galería de al menos 20 m a ambos lados de los cauces o en el perímetro de los cuerpos de agua dentro de la plantación.</li> <li>- Controlar el cultivo de especies invasoras y exóticas como eucalipto, pirul y casuarina, que son “especies altamente competitivas, no aportan materia orgánica al suelo y absorben grandes cantidades de agua”.</li> <li>- Mantener la integridad de los ecosistemas acuáticos y/o terrestres, dentro o fuera de las áreas de producción.</li> <li>- Disminuir la carga animal (ganadera) para favorecer la regeneración y mantenimiento de la vegetación natural.</li> <li>- Controlar y manejar los residuos vegetales de las cortas realizadas, así como la vegetación herbácea arvense (maleza) para su integración en la elaboración de compostas que sirvan para el mejoramiento del suelo de la plantación.</li> <li>- Atender las disposiciones (lineamientos, estrategias y criterios) del POET en materia de las actividades desarrolladas por los sectores agrícola y pecuario, y si fuera el caso, acuícola también.</li> </ul>		
16	<p>Promover la regulación de la tenencia de la tierra de manera que se facilite la otorgación de apoyos, y se minimicen los conflictos entre comunidades.</p>	1, 13	<p>Corresponde a las autoridades el cumplimiento del criterio y no al promovente del proyecto.</p>
<b>Criterios de regulación del sector Desarrollo Urbano</b>			
1	<p>Los asentamientos urbanos existentes acatarán los dictámenes del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población, de su carta urbana correspondiente y vigente respecto al uso del territorio en la ciudad y los límites de crecimiento, así como los lineamientos del Atlas de Riesgos; en caso de no existir éste último, se atenderán los dictámenes de Protección Civil en materia de planeación de uso de suelo y desarrollo urbano. También se promoverá la realización o la actualización de planes parciales de</p>	1	<p>El proyecto no pretende la realización de obras y actividades relacionadas con los asentamientos humanos, no obstante el presente proyecto ha observado los instrumentos de ordenación y planeación que le resultan aplicables.</p>



	<i>desarrollo en zonas importantes de las ciudades.</i>		
2	<i>Los asentamientos ubicados en zonas identificadas como riesgosas por dictámenes de riesgo, el Atlas de Riesgos municipal y/o las autoridades de Protección Civil, deberán atenerse a la legislación vigente y empezar un proceso de sensibilización y búsqueda de nuevos territorios para su reubicación y prevenir futuros desastres.</i>	1	Como ya se ha mencionado el proyecto no pretende la realización de obras y/o actividades relacionadas con los asentamientos humanos, sin embargo en caso de aplicarle al proyecto la legislación Municipal observará la misma para su cumplimiento.
3	<i>En los asentamientos urbanos existentes, se promoverán acciones de reforestación con especies nativas de las márgenes de la ciudad que hayan sido sobreexplotadas forestalmente, ya que representan un riesgo por erosión y deslave. Dentro de la ciudad también se llevarán a cabo acciones de forestación o reforestación, con especies preferentemente nativas, de las vialidades, camellones, banquetas y espacios abiertos públicos, para mejorar las condiciones microclimáticas y el paisaje urbano. La vegetación arbórea y arbustiva existente en las áreas urbanas y asentamientos humanos (incluida la propiedad privada), deberá respetarse y no ser talada o derribada a menos de que se tenga una justificación técnica avalada y haya sido autorizada; las podas por otro lado, son permitidas y fomentadas. En caso de ser procedente la solicitud de corte o derribo de árboles y vegetación, la autoridad dictaminará las acciones de compensación, que deberán incluir la plantación y mantenimiento de las especies por parte de los responsables, en terrenos alternativos.</i>	1	El proyecto coadyuva con el criterio en mención, al contemplar el pago al Fondo Forestal Mexicano por concepto de compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales, con el fin de rehabilitar ecosistemas forestales deteriorados, de controlar o evitar los procesos de degradación de los mismos y de recuperar parcial o totalmente las condiciones que propicien su persistencia y evolución; adicionalmente se implementarán los programas que se ha propuesto dentro del DTU, como son el Programa de Conservación del Suelo y Agua y el Programa de Manejo de Flora.
4	<i>La presencia de establos y corrales dentro del área urbana deberá de extremar las condiciones sanitarias de los mismos.</i>	1	El presente criterio no es de observancia para el proyecto, al referirse a establos y corrales que no forman parte de la naturaleza del mismo.
5	<i>En el mediano plazo (no más de cinco años a partir del decreto del POET) deberá gestionarse y si fuese el caso instalarse la infraestructura y el equipamiento para la recolección, acopio y manejo de los residuos sólidos urbanos que se generen en las ciudades del municipio11, conforme a las condiciones topográficas y de accesibilidad en la zona. La disposición final de los residuos sólidos se efectuará en una Planta de Manejo de Residuos Sólidos cuya localización deberá considerar los análisis de fragilidad geológica y riesgo ante eventos naturales. La Planta de Manejo de Residuos Sólidos debe contener un componente para seleccionar los residuos inorgánicos y una planta de composta para el tratamiento de los residuos orgánicos. Las localidades con poblaciones menores a los 2500 habitantes (localidades</i>	1	El proyecto coadyuva con el criterio de referencia al considerarse para el proyecto, la implementación de un Programa de Manejo de Residuos, cuyo fin sea la identificación, separación, almacenamiento temporal, valorización y disposición final adecuada de residuos.

	<i>rurales), deberán contar con sistemas alternativos para el manejo y tratamiento de las aguas residuales y los residuos sólidos (ver criterio DU_16 de asentamientos rurales para consultar ejemplos).</i>		
6	<i>En el mediano plazo (cinco años a partir del decreto del POEL) deberá construirse la infraestructura y el equipamiento para la recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales domésticas e industriales generadas en las ciudades, que no podrán ser vertidas directamente en los ríos y cuerpos de agua, y deberán contar con el permiso de descarga vigente que para tal efecto expida la Comisión Nacional del Agua y sujetarse estrictamente a las condiciones particulares y generales de descarga que establezca dicha comisión. Eventualmente, podrá planearse la reutilización de las aguas provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales, para riego de áreas verdes y en las actividades de ciertas industrias. El manejo y disposición final de los lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales, deberá efectuarse en lugares adecuados, promoviéndose su uso para fines agrícolas o de otra índole de acuerdo con su calidad.</i>	1	Como se ha mencionado con anterioridad dentro del presente documento se propone un la implementación de un Programa de Manejo de Residuos, cuyo fin sea la identificación, separación, almacenamiento temporal, valorización y disposición final adecuada de residuos. No obstante ello, no se realizarán descargas de aguas residuales a cuerpos de agua.
7	<i>Se deberá promover el aumento de la densidad poblacional en las áreas ya urbanizadas mediante la construcción de vivienda en terrenos baldíos, y el impulso de la construcción vertical en las reservas territoriales, previos estudios de impacto urbano, ambiental, económico y social. Una vez considerada esta redensificación, el desarrollo de las zonas de reserva urbana deberá efectuarse de forma gradual, pero siempre con la idea de densificar los centros de población, en contraposición con el modelo de desarrollo habitacional disperso.</i>	1	El proyecto no pretende promover el aumento de la densidad poblacional, por lo que el criterio en cita no guarda relación con el proyecto.
8	<i>Los cauces y cuerpos de agua, así como la zona federal de los ríos y arroyos presentes en las áreas urbanas y asentamientos humanos, deberán respetarse, evitando su invasión, obstrucción y embovedamiento. Se emprenderán acciones en el corto para su limpieza, restauración y protección, y se conformarán equipos permanentes para su cuidado y monitoreo, que deberán incluir en todo momento la participación ciudadana.</i>	1	El cumplimiento del presente criterio, requiere de la intervención de las autoridades para su cumplimiento, sin embargo el proyecto guarda congruencia con su contenido, ya que no invadirá, obstruirá o embovedará cuerpos de agua.
9	<i>En el mediano plazo (no más de cinco años a partir del decreto del POET) deberá construirse la infraestructura y el equipamiento para la recolección y manejo de las aguas pluviales, cuyo drenaje deberá estar separado del drenaje sanitario para poder ser reutilizado a un relativo bajo costo en relación</i>	1	Este criterio deberá ser cumplido por la autoridad local, además de que la carretera existente ya cuenta con obras de drenaje y cunetas que con la ampliación que se propone en el presente DTU, serán ampliadas en algunos casos.

	<i>con las aguas residuales urbanas.</i>		
10	<i>Restringir el establecimiento de asentamientos humanos y la planeación para el desarrollo urbano en las áreas naturales protegidas que cuenten o no con un programa de manejo, o bien en las áreas o polígonos que entren en un proceso de aprobación y eventual decreto, como áreas naturales protegidas comunitarias, privadas, municipales o estatales, o bien en aquellas áreas que contengan ecosistemas frágiles<sup>12</sup> y especies raras o en peligro de extinción, o bajo alguna categoría de protección, o bien zonas (UGA) de restauración o con alta presencia de vegetación primaria. Los asentamientos humanos que se localicen dentro del perímetro de estas áreas, deberán de entrar en un proceso de evaluación y negociación para resolver si se permite o no su regularización, pero en todos los casos se impondrá un límite a este crecimiento, así como deberán establecerse las actividades de compensación que deberán desempeñar los pobladores en la misma zona para mitigar el impacto de su asentamiento.</i>	1	El proyecto no contempla asentamientos humanos, además de que aprovechará la infraestructura existente para la ampliación del cuerpo carretero, no obstante que se han observado en la vinculación del proyecto los Decretos de Áreas Naturales Protegidas como se observará en un apartado por separado del presente Capítulo.
11	<i>Con el fin de evitar procesos de erosión del suelo y riesgos a la vivienda y espacios públicos por deslave o derrumbe, la construcción se deberá desarrollar en terrenos con pendientes menores al 30%.</i>	1	El proyecto no prevé la construcción de viviendas o espacios públicos, motivo por el cual el criterio en cita no guarda relación con el mismo.
12	<i>Limitar al máximo el desmonte de la cobertura vegetal primaria, así como la remoción de la vegetación de galería, para el establecimiento de asentamientos humanos. Cuando esto fuere inminente, se deberá recuperar la vegetación de importancia y el suelo fértil, para un inmediato trasplante y manejo. Está cubierta será reubicada en la misma área, o en una diferente pero con condiciones ambientales similares a la original, para garantizar el éxito de la reubicación de las especies vegetales y del suelo. Así mismo, se deberá promover la creación de viveros para las acciones de restauración y compensación. También se deberá considerar o rescatar la fauna presente. El deshierbe del terreno durante la preparación del mismo, se efectuará de manera mecánica o manual, evitando la aplicación de productos químicos y actividades de quema. Se efectuarán tareas de compensación en zonas alternas, por los impactos ambientales causados en el territorio en el que se pretende hacer el nuevo desarrollo habitacional, en una proporción de 3:1 (por cada hectárea afectada, reforestar o restaurar tres). Estas actividades deberán ser evaluadas y en determinado caso aprobadas por las autoridades técnicas competentes, así como</i>	1	El proyecto guarda relación con el sector vías generales de comunicación, al pretenderse la ampliación de una carretera existente, por lo que el criterio de referencia no guarda relación el mismo ya que no se pretende la construcción de obras y/o actividades relacionadas con los asentamientos humanos, asimismo, con motivo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción se realizará el pago correspondiente al Fondo Forestal Mexicano por concepto de compensación, además de que se implementarán diversas medidas, para lo cual se han propuestos dos Programas, uno para el Manejo de Flora y otro para la Conservación del Suelo y Agua.

	<i>supervisadas durante su ejecución.</i>		
13	<i>En la planeación y construcción de los nuevos asentamientos humanos, deberán considerarse los siguientes criterios (complementar visión con las estrategias de desarrollo urbano planteadas): - La superficie mínima de las áreas verdes será de 8 m2/habitante, de acuerdo con la ONU y la OMS, aunque se recomienda alcanzar 12 m2/habitante. - Se fomentará la creación de instalaciones para la recreación y el deporte, centros culturales y sociales, instalaciones para deportes de exhibición al aire libre, parques naturales y jardines. - Las vialidades deberán bordearse con vegetación arbórea nativa con la finalidad de mejorar las condiciones microclimáticas y el paisaje urbano. - Se promoverá la instalación de infraestructura pública y sistemas domésticos para la captación del agua de lluvia proveniente de pisos, terrazas, techos y pavimento. - Se privilegiará y promoverá el diseño de una ciudad policéntrica, con centros de barrio, en las que la movilidad de las personas para realizar sus actividades profesionales y personales se haga más eficiente. - En concordancia con el punto anterior, también se promoverá la densificación de los nuevos polos de desarrollo, de manera que se limite el modo actual de crecimiento que implica la dispersión de las localidades y su consecuente marginalización de los servicios urbanos.</i>	1	El criterio no guarda relación con el proyecto ya que no pretende la planeación o construcción de nuevos asentamientos humanos.
14	<i>La construcción de infraestructura en los centros urbanos existentes, pero particularmente en los nuevos asentamientos o bien aquella que se plantee como parte de los procesos de desarrollo de una región, deberá considerar los siguientes criterios que incrementen las posibilidades de mitigación de los impactos correspondientes al funcionamiento de un centro de población, siempre en atención y cuidado del medio natural, que es indispensable para la seguridad y calidad de la vida humana, así como someterse a los estudios de impacto ambiental y legislación pertinentes. - Todo proyecto de infraestructura, conjuntamente con las autoridades competentes, deberá informar a la población circundante de los riesgos al desarrollo de la misma, y deberán participar en la implementación de los planes de contingencia correspondientes. - - En las áreas de protección sólo se permitirá la instalación de obras de infraestructura siempre y cuando no tengan efectos negativos sobre los ecosistemas o recursos naturales del municipio.</i>	1	Como se ha mencionado con anterioridad el proyecto no contempla nuevos asentamientos humanos, además de que la ampliación que se somete a la consideración de la autoridad, se realizará sobre un cuerpo carretero ya existente.

15	<p><i>La industria que pretenda asentarse en la región de estudio, será de tipo ligero que demande bajos volúmenes de agua u optimice su uso, y genere una mínima contaminación ambiental (suelo, aire, agua), y deberá cumplir con la normatividad correspondiente respecto a impacto ambiental, prevención de riesgos y manejo de residuos y aguas residuales, así como manejo y disposición de materiales tóxicos y peligrosos. Toda industria, conjuntamente con las autoridades competentes, deberá informar a la población circundante de los riesgos inherentes a los procesos de producción y conducción, y deberán participar en la implementación de los planes de contingencia correspondientes.</i></p>	1	<p>El proyecto no pretende asentar una industria, motivo por el cual el criterio de referencia no guarda relación con el mismo.</p>
16	<p><i>Las autoridades involucradas con el desarrollo de los asentamientos rurales (1-2500 habitantes) existentes o de nueva creación, así como las propias autoridades rurales, deberán atender los siguientes criterios que aumenten las posibilidades de elevar las condiciones de vida de sus habitantes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Mejorar la accesibilidad a las comunidades más aisladas, por medio del desarrollo de las vialidades y los transportes, y acercando los servicios de salud, educación y telecomunicaciones a las localidades más pobladas de las distintas regiones.</i></li> <li>- <i>Abastecer de equipamiento básico a las comunidades rurales de nueva generación.</i></li> <li>- <i>Instalar sistemas domésticos para la captación de agua de lluvia.</i></li> <li>- <i>Promover el aprovechamiento de energía renovable para uso doméstico (paneles solares).</i></li> <li>- <i>Promover el uso de fogones ecológicos o estufas ahorradoras de leña.</i></li> <li>- <i>Promover otro tipo de ecotecias para el manejo y disposición de los residuos domésticos y de los establos (compostaje), alternativos a la quema a cielo abierto.</i></li> <li>- <i>Promover ecotecias para la disposición y manejo de las descargas humanas en fosas sépticas, letrinas o baños secos (en el caso de que se carezca de drenaje o de acceso a él), y el uso de sistemas alternativos como el entramado de raíces o lagunas de oxidación para el manejo de las aguas residuales, con capacitación y asesoría oportunas.</i></li> <li>- <i>Promover la construcción de calles empedradas para evitar los escurrimientos y el arrastre de sedimentos, y permitir la absorción</i></li> </ul>	1	<p>El proyecto no contempla el desarrollo de asentamientos rurales, motivo por el cual el criterio no es de observancia para el proyecto.</p>

	<i>de agua por el suelo y subsuelo.</i>		
17	<i>Queda prohibido rebasar los límites máximos permitidos de emisión de ruido, establecidos en la norma oficial mexicana nom-081-ecol-1994, tanto en fuentes fijas como móviles.</i>	1	El proyecto se ajustará a la observancia de la norma de referencia.

Como se puede apreciar, no hay un incumplimiento o una contravención del proyecto en relación al presente ordenamiento, siendo congruente el mismo con los criterios ya referidos, por lo que en todo caso se puede concluir que el mismo es compatible.

En este sentido es de señalarse, que únicamente se realizó la vinculación del proyecto, con los criterios que resultan de observancia para la promovente respecto del Programa referido, sin embargo, se adjunta como anexo del presente Capítulo los criterios relacionados con el sector Turismo, dado que el proyecto no guarda relación con esta actividad.

#### III.4. Normas Oficiales Mexicanas.

En este apartado, se hace un análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto que nos ocupa, en materia de agua, aire, suelo, residuos, flora y fauna. En la siguiente tabla se presentan las normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto y su vinculación con éstas.

Tabla III.15. Vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
<b>AGUA</b>	
<b>NOM-001-SEMARNAT-1996</b> Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Durante la etapa constructiva, la generación de agua residual será de tipo sanitario, para lo cual se contratará a una empresa especializada para la colocación de sanitarios portátiles, quién será responsable del manejo y disposición final de residuos líquidos conforme a la normatividad aplicable. En la etapa operativa del proyecto no habrá generación de aguas residuales.
<b>AIRE</b>	
<b>NOM-041-SEMARNAT-2006</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.	En la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, las actividades de

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
<p><b>NOM-044-SEMARNAT-1993</b> 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 de 3,857 kg.</p>	<p>movimiento de maquinaria, equipo para construcción y vehículos dentro del trazo del proyecto, se generarán emisiones a la atmósfera de manera temporal. Se tomarán las medidas necesarias previas de mantenimiento y verificación de los vehículos utilizados con objeto de ajustarse con los parámetros establecidos en estas normas.</p>
<p><b>NOM-045-SEMARNAT-2006</b> Protección ambiental, Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.</p>	
<b>RESIDUOS</b>	
<p><b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b> Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>En materia de residuos, es importante señalar que se implementará un Programa de Manejo de Residuos, en el que se incluyen actividades de identificación, separación, almacenamiento temporal, valorización y disposición final adecuada de residuos, además de que el proyecto cumplirá con lo señalado en los artículos aplicables de la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos y su respectivo Reglamento.</p>
<p><b>NOM-054-SEMARNAT-1993</b> Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.</p>	<p>Se dará cabal seguimiento de la presente norma en cuanto al manejo interno se refiere. Para ello se identificarán e impedirá la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales con el fin de evitar su contaminación y reacción química. Esto reducirá el riesgo de generar efectos en la salud, el ambiente o los recursos naturales.</p>
<b>RUIDO</b>	
<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>Esta norma se vincula con el proyecto particularmente en la etapa de preparación y construcción, debido a la utilización de vehículos, maquinaria y equipo. Dichos equipos se mantendrán en condiciones óptimas para su operación, dando cumplimiento a los límites de emisión establecidos en la presente norma.</p>
<p><b>NOM-081-SEMARNAT-1994</b> Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>	<p>En caso de alteración al confort sonoro, se dará cabal seguimiento al cumplimiento de esta norma en cuanto a los Límites Máximos Permisibles de emisión se refiere.</p>
<b>SUELO</b>	
<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>En el desarrollo del proyecto se aplicarán medidas para prevenir la contaminación del suelo, no obstante, en caso de ocurrir un incidente en el que se contamine el suelo con hidrocarburos, se observará la presente norma,</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
	así como lo establecido en la materia en la LGPGIR y en su reglamento para llevar a cabo la caracterización y remediación correspondiente.
<b>FLORA Y FAUNA</b>	
<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.	Como parte de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales inherentes al proyecto, se ha propuesto un Programa de Manejo de Flora.

De acuerdo con todo lo anterior, el proyecto es congruente y se ajustará al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que atendiendo a las características y actividades del proyecto deben cumplirse. Cabe destacar que la aplicación de las normas antes citadas cobran relevancia principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

### III.5. Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), como órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), está encargada de la administración de las Áreas Naturales Protegidas (ANP's), definidas como:

*“Porciones del territorio nacional, terrestres o acuáticas, representativas de los diferentes ecosistemas en donde el ambiente original no ha sido modificado en su esencia por la actividad del hombre y que están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo.”*

Asimismo, para la vinculación del proyecto, se han observado los Decretos y Programas de Manejo que le pudieran resultar aplicables al proyecto.

#### III.5.1. Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal

El área Natural Protegida de competencia Federal más cercana al proyecto es el Parque Nacional “Cañón del Sumidero”, localizándose a 4.8 km, por lo que se puede corroborar que el proyecto no incide en un área Natural Protegida de esta competencia.



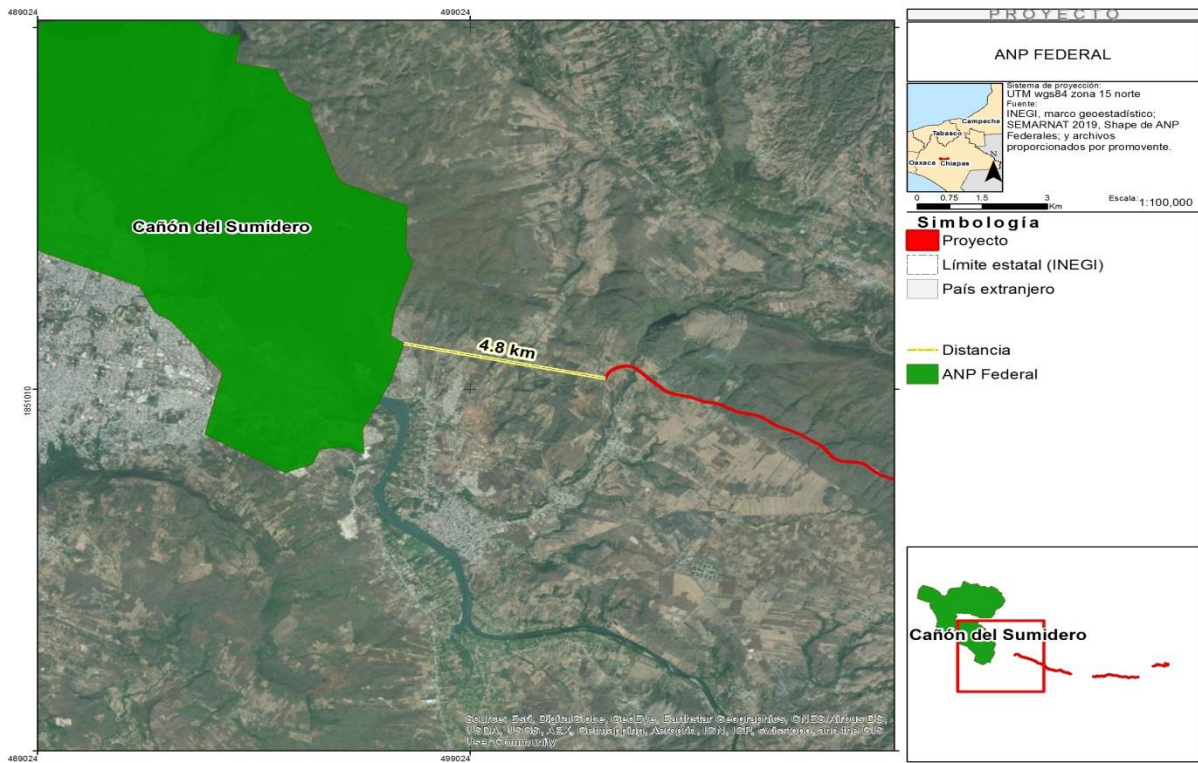


Figura III.4. Ubicación del proyecto con respecto al Área Natural Protegida denominada Parque Nacional “Cañón del Sumidero”.

### III.5.2. Áreas naturales Protegidas de Jurisdicción Estatal.

El Área Natural Protegida de competencia Estatal más cercana al proyecto, es la denominada Humedales de Montaña La Kisst, la cual se localiza a una distancia de 0.7 m del proyecto, por lo que el mismo no incide dentro de ésta, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

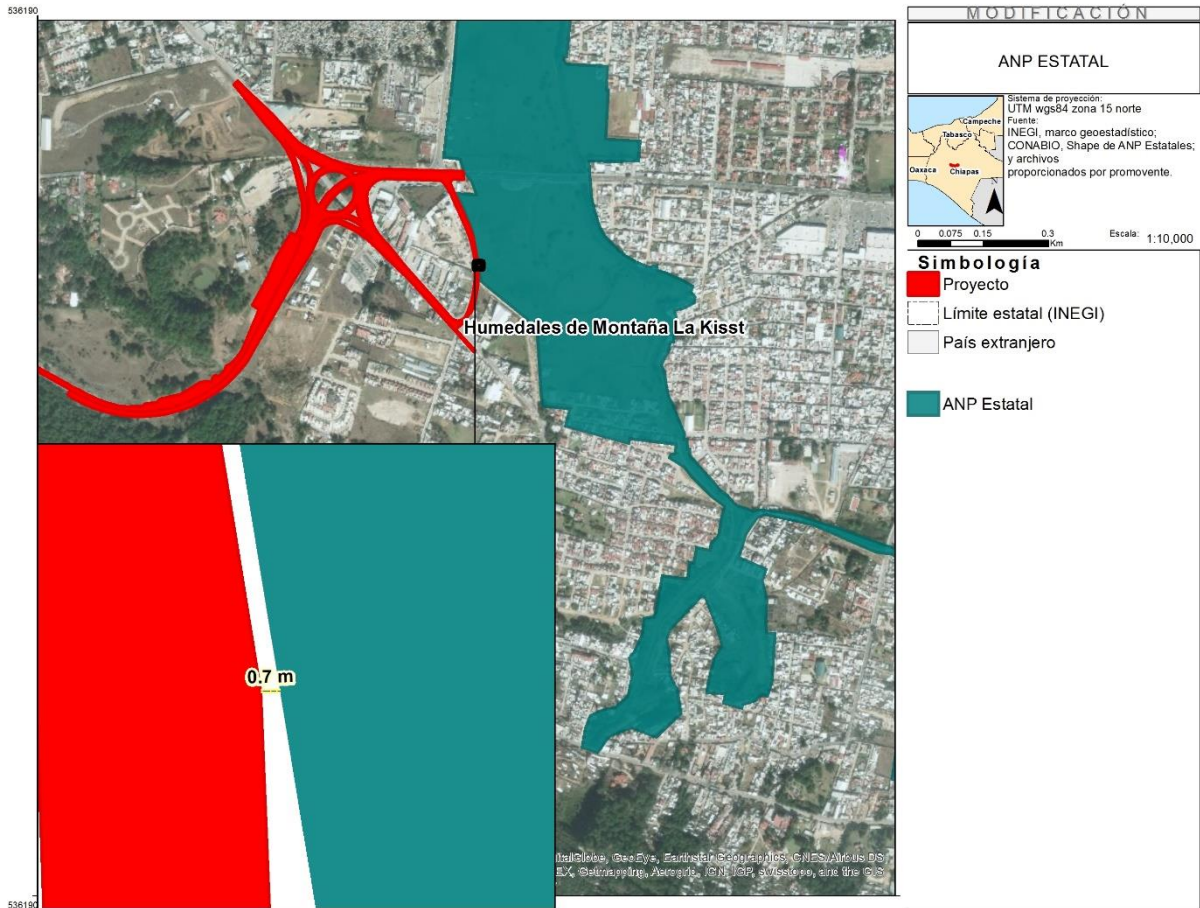


Figura III.5. Ubicación del predio de proyecto con respecto a ANP Estatal.

### III.5.3. Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción Municipal.

El Área Natural Protegida de competencia Municipal más cercana al proyecto, es la denominada Salto Grande, se localiza a una distancia de 219.6 km. del proyecto, por lo que el mismo no incide dentro de ésta, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

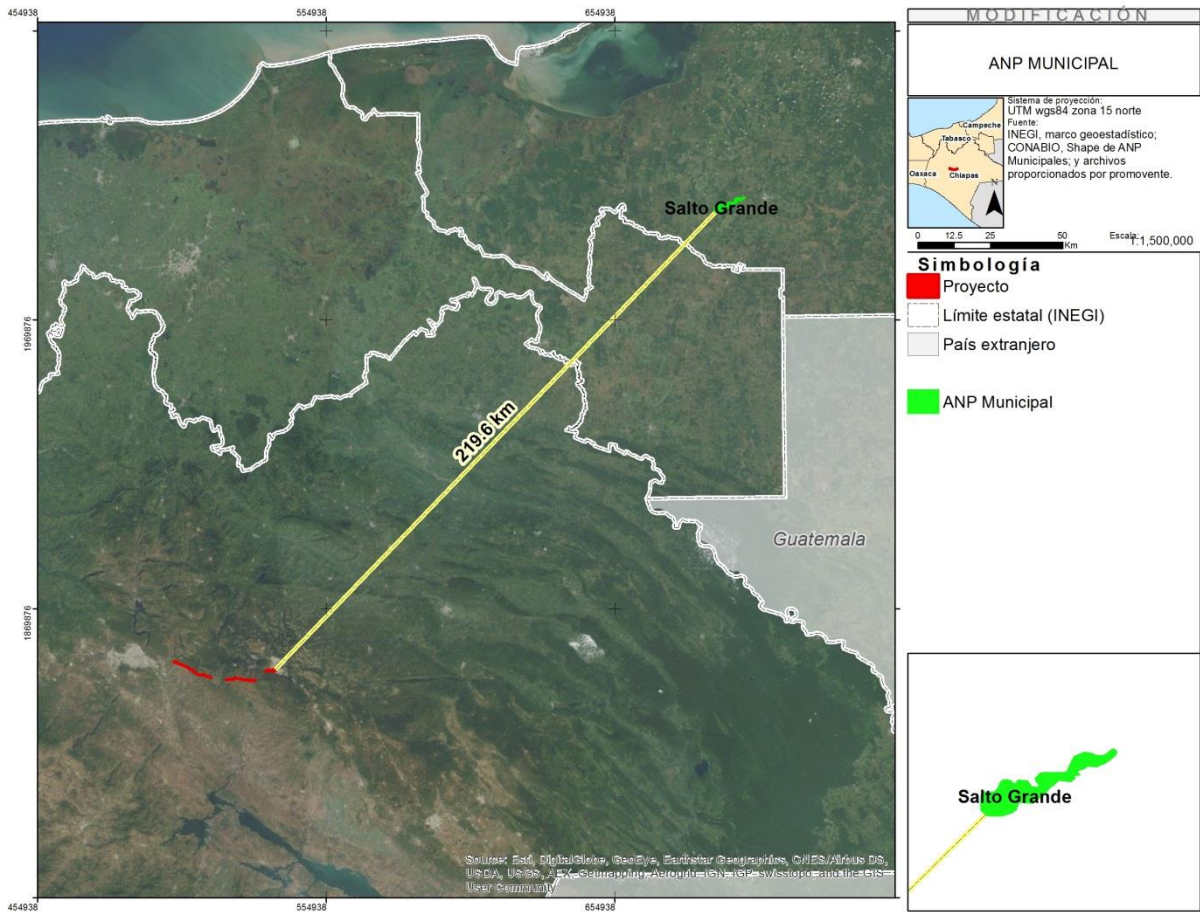


Figura III.6. Ubicación del predio de proyecto con respecto ANP's Municipal.

### III.6. Sitios Ramsar

La "Convención de Ramsar" es un tratado intergubernamental en el que se consagran los compromisos contraídos por sus países miembros para mantener las características ecológicas de sus humedales de importancia internacional y planificar el "uso racional", o uso sostenible, de todos los humedales situados en sus territorios. En donde se pretende llevar a cabo el proyecto se identificó como sitios RAMSAR más cercanos, los siguientes: "Parque Nacional Cañón del Sumidero, a una distancia de 4.7 km; el denominado "Humedales de Montaña La Kist", a una distancia de 0.6 km; y por último el denominado "Humedales de Montaña María Eugenia", a una distancia de 2.4 km. Con respecto a todos ellos, se puede evidenciar, que no existirá injerencia en ninguno, lo cual es congruente con lo planteado en este proyecto, pues se busca un desarrollo con perspectiva y respeto al medio ambiente, partiendo de ello es evidente que existen distancias considerables y que indudablemente el proyecto no incidirá en ninguno de los sitios Ramsar, tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen.

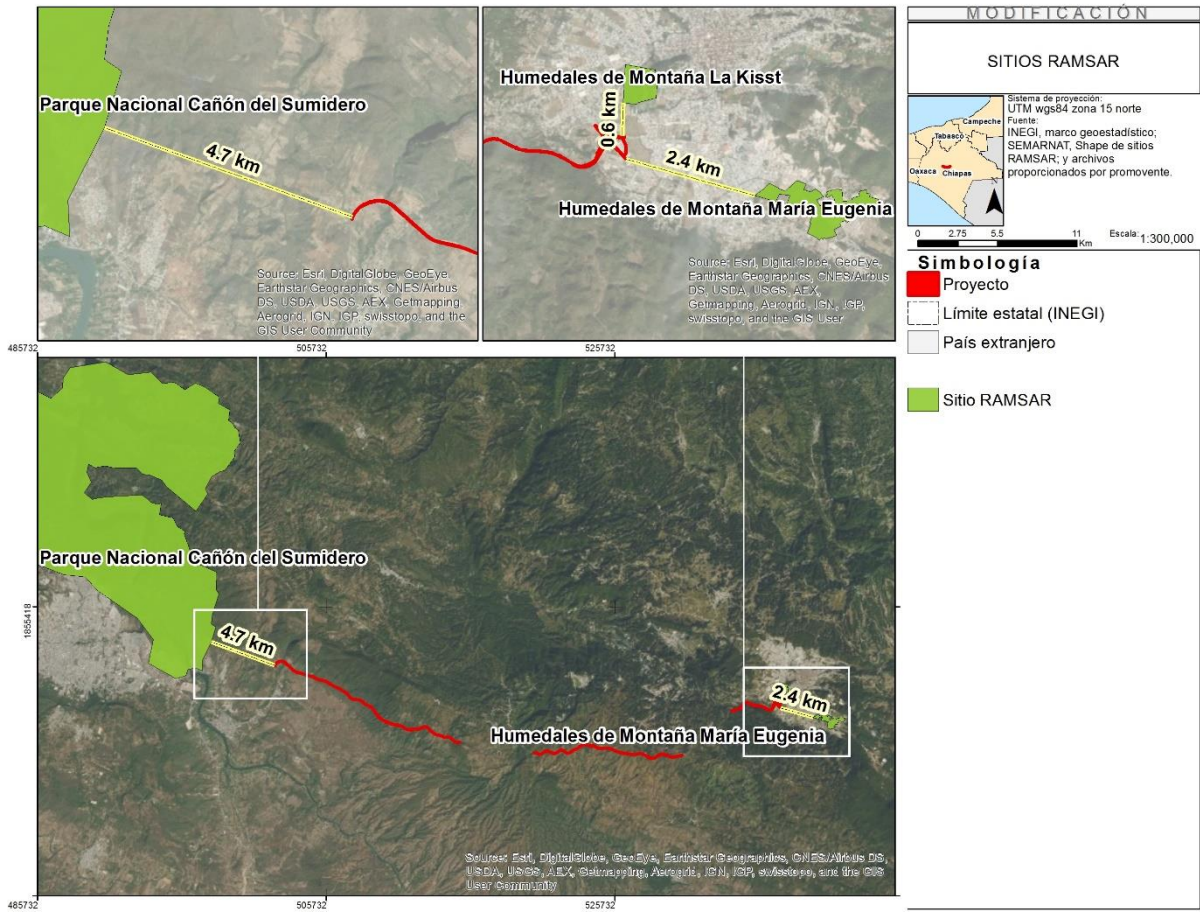
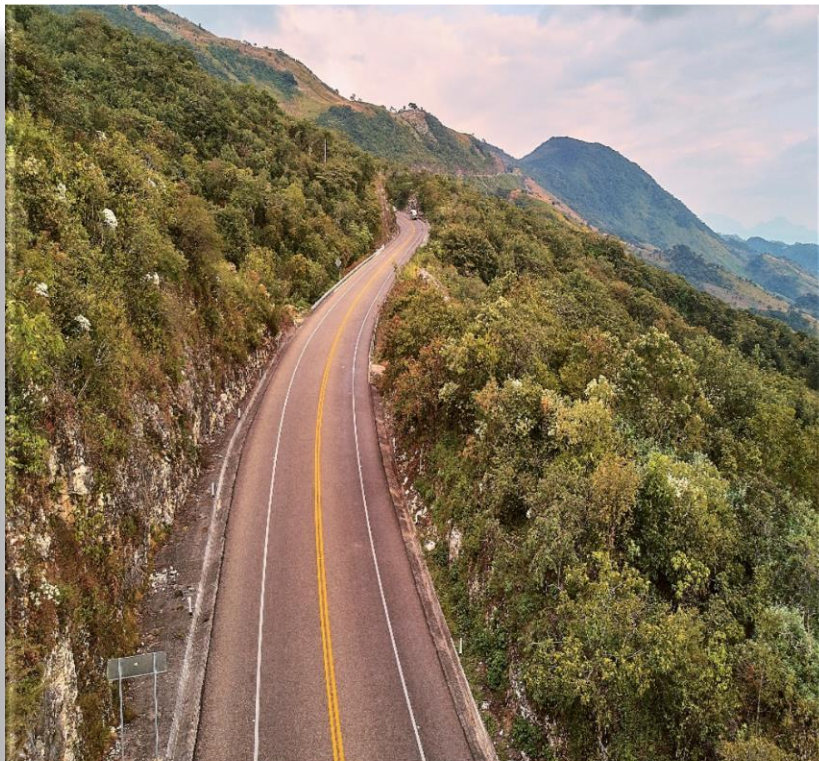


Figura III.7. Ubicación del predio de proyecto con respecto a Sitio Ramsar.

# **CAPÍTULO IV**

## ***DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN***

### **MEDIO ABIÓTICO, PAISAJE Y MEDIO SOCIOECONÓMICO**



## I. Contenido

<b>IV. Descripción del Sistema Ambiental Regional y Señalamiento de Tendencias del Desarrollo y Deterioro de la Región</b> .....	<b>4</b>
<b>IV.1. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>IV.2. Delimitación del SAR donde pretende establecerse el proyecto</b> .....	<b>5</b>
IV.2.1. Criterios de delimitación del SAR.....	5
<b>IV.3. Medio abiótico</b> .....	<b>8</b>
IV.3.1. Clima.....	8
IV.3.2. Geología.....	9
IV.3.3. Geomorfología.....	10
IV.3.4. Hidrología superficial.....	12
IV.3.5. Hidrología subterránea.....	14
IV.3.6. Suelos.....	16
<b>IV.4. Paisaje</b> .....	<b>22</b>
IV.4.1. Visibilidad del paisaje.....	22
IV.4.2. Calidad del paisaje.....	25
<b>IV.5. Medio socioeconómico</b> .....	<b>27</b>
IV.5.1. Aspectos económicos.....	28
IV.5.2. Aspectos sociales.....	31
<b>IV.6. Diagnóstico</b> .....	<b>34</b>

## Figuras

Figura IV. 1. Delimitación de microcuencas hidrográficas a partir de órdenes de corriente.....	6
Figura IV. 2. Unidades hidrográficas donde se emplazará el proyecto.....	7
Figura IV. 3. Límite del SAR.....	8
Figura IV. 4. Tipos de clima en el SAR.....	9
Figura IV. 5. Rangos altitudinales del SAR.....	11
Figura IV. 6. Rangos de pendientes del SAR.....	12
Figura IV. 7. Régimen de las corrientes superficiales.....	13
Figura IV. 8. Límite de acuíferos.....	15
Figura IV. 9. Tipos de suelo donde incidirá el proyecto.....	18
Figura IV. 10. Evidencia de perturbación en las áreas aledañas a la carretera existente.....	20
Figura IV. 11. Degradación de suelos en el SAR.....	21
Figura IV. 12. Esquema de superficies visibles del observador a partir de las cuencas visuales.....	23
Figura IV. 13. Localización de los puntos de observación.....	23
Figura IV. 14. Superficies desde donde se podrá percibir el proyecto.....	24
Figura IV. 15. Distribución del paisaje natural y antrópico dentro del SAR (conforme a la clasificación de usos de suelo y vegetación del INEGI, 2016, Serie VI).....	26
Figura IV. 16. Municipios dentro del SAR.....	27

Figura IV. 17. Representación porcentual de los municipios dentro del SAR. ....	28
Figura IV. 18. Evolución de la población de Chiapa de Corzo 1995 – 2010.....	33
Figura IV. 19. Sitios arqueológicos. ....	34
Figura IV. 20. Municipios con problemas de degradación y deforestación, en el estado de Chiapas. ....	35

## Tablas

Tabla IV. 1 Clasificación de laderas según O.K. Leontiev y G. I. Richagov. ....	11
Tabla IV. 2 Vegetación y usos de suelo en el SAR. ....	25
Tabla IV. 3 Características de las localidades del SAR. ....	31

## **IV. Descripción del Sistema Ambiental Regional y Señalamiento de Tendencias del Desarrollo y Deterioro de la Región**

### **IV.1. Introducción**

Para una mejor comprensión y manejo de la información del capítulo IV, éste se divide en dos grandes apartados correspondientes a:

- ✚ Medio abiótico, paisaje y medio socioeconómico.

- ✚ Medio biótico y servicios ambientales.

El capítulo tiene por objetivo analizar la estructura y funcionamiento del ecosistema donde se pretende desarrollar el proyecto. Para ello fue necesario identificar y analizar los procesos y componentes de los medios abióticos y bióticos del ecosistema.

Para el medio abiótico se analizan, en las diferentes escalas espacio temporales, el arreglo de la estructura del ecosistema. Se identifican también los atributos de los componentes y/o procesos que definen la estructura del sistema, así como los atributos de los componentes y/o procesos de los cuales depende la funcionalidad del ecosistema, y a partir de este análisis es posible identificar los componentes y/o procesos clave en la regulación del ecosistema.

Aunado a lo anterior, también se describen las condiciones socioeconómicas, y la interacción de los factores antrópicos en la modificación de su entorno natural. Este último análisis es clave para identificar las tendencias de deterioro del ecosistema, pues define las problemáticas ambientales que se presentan en la zona resultado del aprovechamiento de los recursos.

Finalmente, en la línea base a partir de la descripción del ecosistema y de las problemáticas ambientales, es que se establece el diagnóstico de las condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional (SAR) o área de estudio, para definir la capacidad de respuesta del ambiente ante su intervención.

El diagnóstico ambiental generado se retomará posteriormente en los capítulos V, VII y VIII del presente DTU, para prever el impacto a generar por el proyecto, para ponderar el tipo de



estrategias que se deberán de implementar para atender los impactos ambientales, no solo por el tipo e intensidad del impacto, sino en función de la identificación de los procesos y componentes claves en el funcionamiento del ecosistema, que permita una mayor capacidad de resiliencia del ecosistema. Todo lo cual se retoma para la construcción de escenarios.

## IV.2. Delimitación del SAR donde pretende establecerse el proyecto

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la cuenca hidrológica – forestal es la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal que, a su vez, se divide en subcuencas y microcuencas.

Bajo el concepto anterior, es que la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), y su área de estudio, se realizaron bajo el mismo concepto de cuenca hidrológica – forestal. Por lo que, considerando que el límite del SAR y área de estudio comparten los mismos límites hidrográficos, es que de aquí en adelante sólo se hará referencia al SAR, sin olvidar que también se hace referencia al Área de Estudio.

### IV.2.1. Criterios de delimitación del SAR

El criterio de delimitación del SAR fue bajo el enfoque de cuencas hidrográficas. Garrido, et. al. (2009), señala que para el estudio de las cuencas hidrográficas, éstas se subdividen bajo un esquema espacial jerárquico en unidades de orden, dimensiones y complejidad, siendo las unidades más utilizadas para subdividirla: subcuencas y microcuencas, y en un nivel todavía de menor escala se encuentran las nanocuencas. Estos niveles de subdivisión están en función de la escala geográfica de análisis, datos disponibles y extensión de la cuenca, entre otros aspectos.

El criterio de delimitación del SAR fueron las **nanocuencas**. Para su delimitación se tomó como punto de partida la identificación y clasificación de órdenes de corriente que

conforman la red de drenaje. El método empleado es la aplicación de la clasificación propuesta por Horton (1945), modificada por Strahler (1957), considerando las corrientes de primer orden, las que no presentan ramificación; las corrientes de 2° orden, cuando reciben a los de 1er orden; y las corrientes de 3er orden cuando reciben a los de 2° orden de corrientes y así sucesivamente (ver la siguiente figura). Con base en el análisis de la configuración topográfica y la hipsometría del relieve, se identificaron los interfluvios y se señalaron las divisorias de aguas elementales (parteaguas locales) que delimitan a cada microcuenca y nanocuenca. Para lo cual se empleó la información topográfica de INEGI a escala 1:50,000 con curvas de nivel a cada 20 m auxiliándose de modelos de terrenos generados en un sistema de información geográfica.

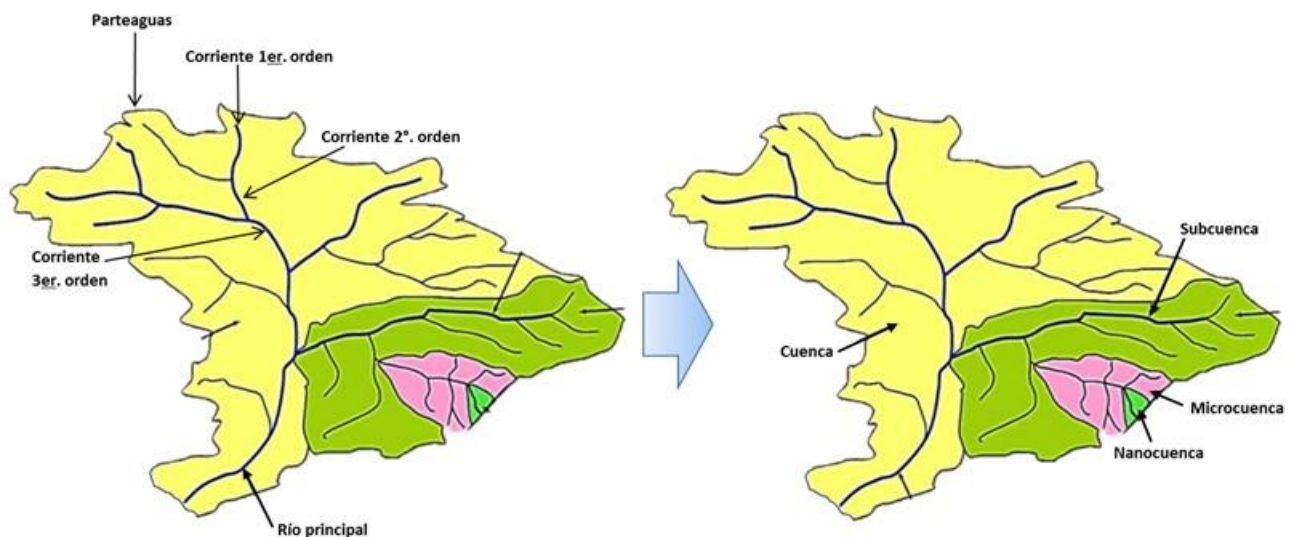


Figura IV. 1. Delimitación de microcuencas hidrográficas a partir de órdenes de corriente.

Así, de esta forma, se identificaron las unidades hidrográficas sobre las cuales se ubicará el proyecto:

- ⇒ Región Hidrológica 30 R. Grijalva – Tuxtla Gutiérrez
- ⇒ Cuenca R. Grijalva – Tuxtla Gutiérrez
  - Subcuenca R. Alto Grijalva

En la siguiente figura se muestra las unidades hidrográficas donde incidirá el proyecto.

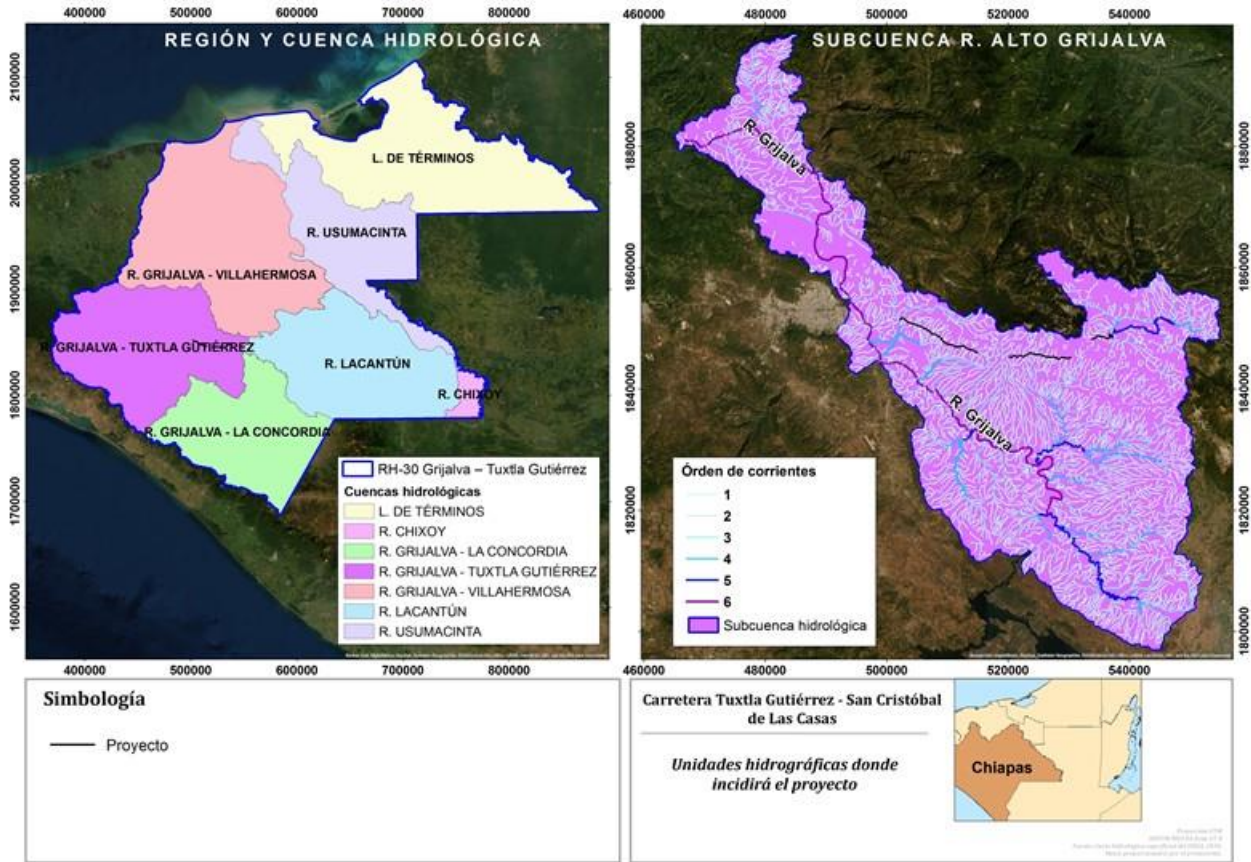


Figura IV. 2. Unidades hidrográficas donde se emplazará el proyecto.

Finalmente, se delimitó al interior de la subcuenca R. Alto Grijalva, la microcuenca y, a su vez, la nanocuenca donde se emplazará el proyecto, quedando como se observa en la siguiente figura.

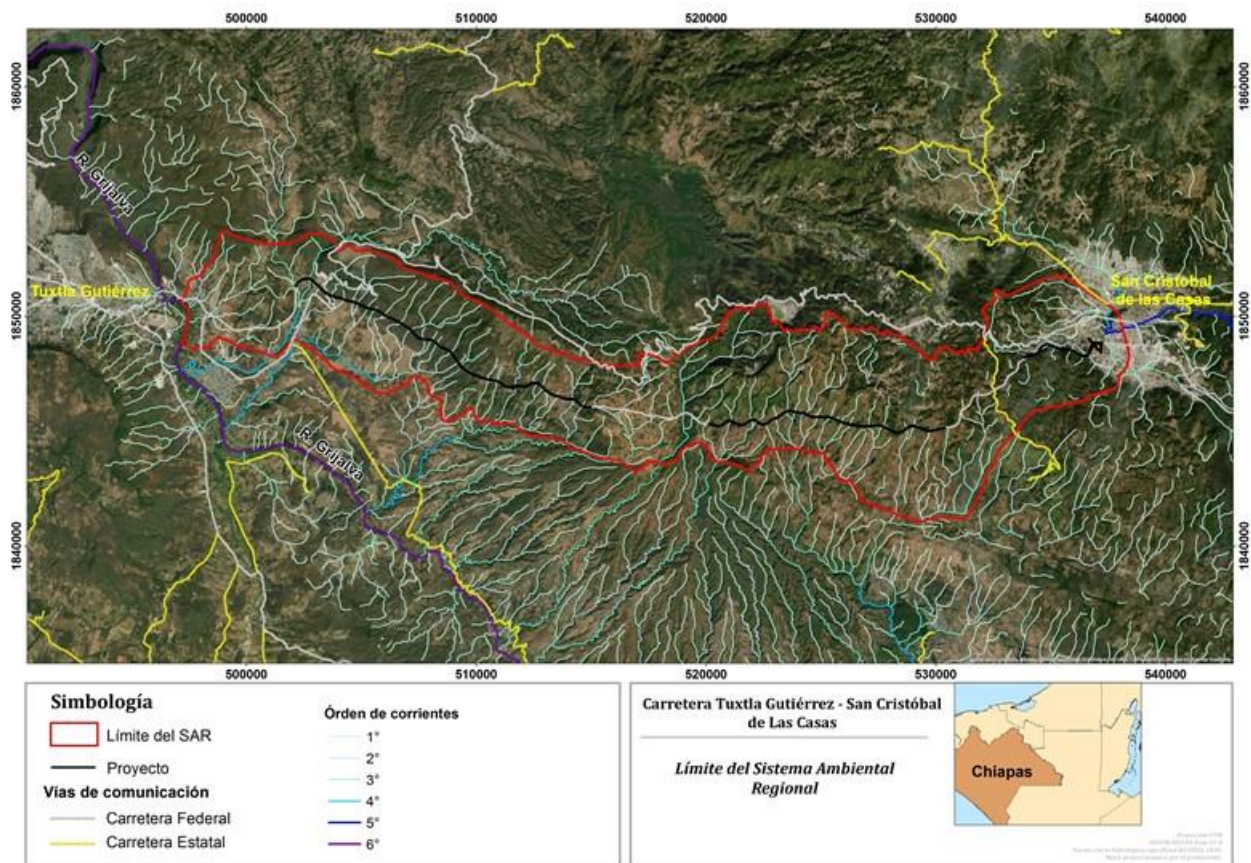


Figura IV. 3. Límite del SAR.

La superficie del SAR es de 21,889.76 hectáreas.

### IV.3. Medio abiótico

#### IV.3.1. Clima

En la mayor parte del SAR (77.45%) predomina el clima templado subhúmedo con un régimen de lluvias todo el año y precipitaciones en verano. La diferenciación altitudinal favorece a una heterogeneidad de climas en el SAR, de tal forma que en la parte alta de la sierra se presenta una mayor humedad y precipitación, a diferencia de la planicie, donde el clima dominante es el cálido subhúmedo por lo que la precipitación y la humedad en la planicie es menor. Lo anterior, se evidencia porque en las partes bajas de las laderas la precipitación es de 1,000 a 1,200 mm y en las porciones más altas de 1,200 a 1,500 mm.

Según el INEGI, el SAR presenta rangos de **isotermas medias anuales**, que descienden en grados considerables, conforme aumenta la altitud por la Sierra de Chiapas, hasta llegar a San

Cristóbal de las Casas. El rango de temperatura en el SAR oscila desde 24°C en la parte más baja hasta 12°C en la porción más alta.

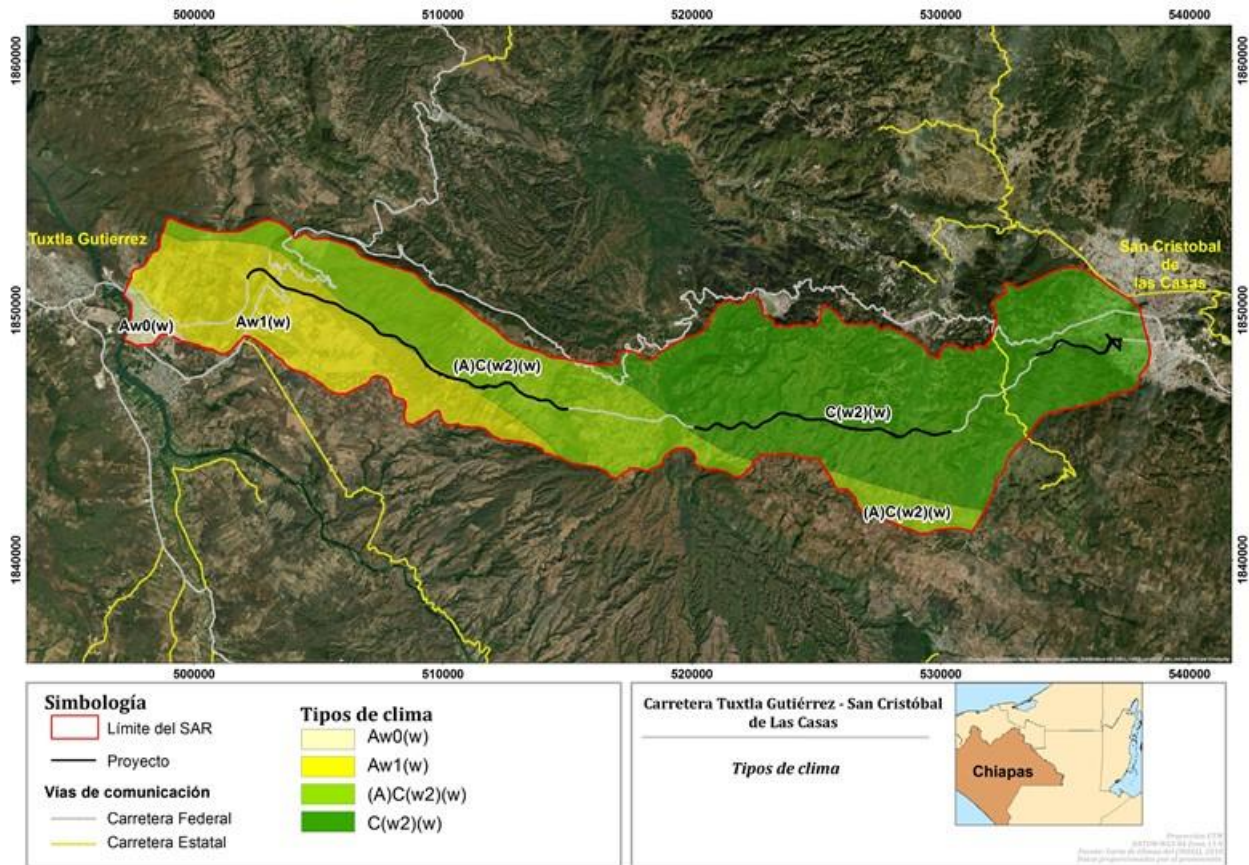


Figura IV. 4. Tipos de clima en el SAR.

### IV.3.2. Geología

En general, el marco geológico estatal y por ende del SAR está conformado por litologías muy complejas con variaciones espacio - temporales.

La base de la columna litoestratigráfica aflorante es de edad Paleozoica representada por una serie detrítica perteneciente a las formaciones Paso Hondo, Vainilla y Grupera. Tales rocas se encuentran afectadas por intrusiones plutónicas que pertenecen al Batolito de Chiapas, lo que geográficamente se denomina como macizo granítico de Chiapas. Cubriendo a la secuencia antes descrita, se tiene el depósito de rocas mesozoicas marinas representadas por una secuencia detrítico-calcareá que va del Triásico-Jurásico al Cretácico Superior, representada por las formaciones Todos Santos, Mogoñe, San Ricardo, Chinameca, Grupo

Sierra Madre, Ocozocoautla y Méndez, las cuales constituyen las zonas montañosas abruptas que fisiográficamente se conocen como Sierra Madre Oriental.

Sobre la secuencia anterior de rocas mesozoicas se encuentra un paquete de rocas cenozoicas cuyo rango de depósito abarca del Paleoceno (Formación Soyaló) al Plioceno (Formación Tres Puentes). Las rocas paleocénicas son de origen marino y constituyen depósitos rítmicos tipo flysch. Por su parte, las rocas del eoceno son de naturaleza mixta (continental y marina), representan capas rojas en el límite con el Oligoceno marino, cuyas rocas están representadas por calizas (Formación Macuspana) y rocas detríticas (Formación La Laja).

Por su parte, las rocas del Mioceno son de origen marino y están conformadas por una serie arcillo-calcárea representada por las Formaciones Encanto, Amate Inferior y Superior, Tulijan y Belem, que afloran en la porción septentrional del estado.

Finalmente, las rocas del Plioceno-Holoceno están constituidas por depósitos de limos, arenas, arcillas y depósitos piroclásticos derivados de las actividades de los volcanes Chichonal y Tacaná, así como por materiales aluviales y suelos residuales.

#### IV.3.3. Geomorfología

Desde el punto de vista fisiográfico, el proyecto se ubicará sobre la región de los Altos de Chiapas. Los Altos de Chiapas también conocida como Altiplanicie Central, se caracteriza por ser un macizo montañoso de 160 km de largo y 75 km de ancho, que corre en dirección noroeste-sureste. La región de los Altos de Chiapas se encuentra comprendida a altitudes mayores a los 1,500 msnm, lo cual cubre cerca del 50% de la superficie del SAR.

En la siguiente figura se muestra gráficamente la diferencia altitudinal del SAR, pudiéndose apreciar que hacia la porción central y este del SAR se presentan las mayores altitudes con más de 2,300 msnm (ver siguiente figura).

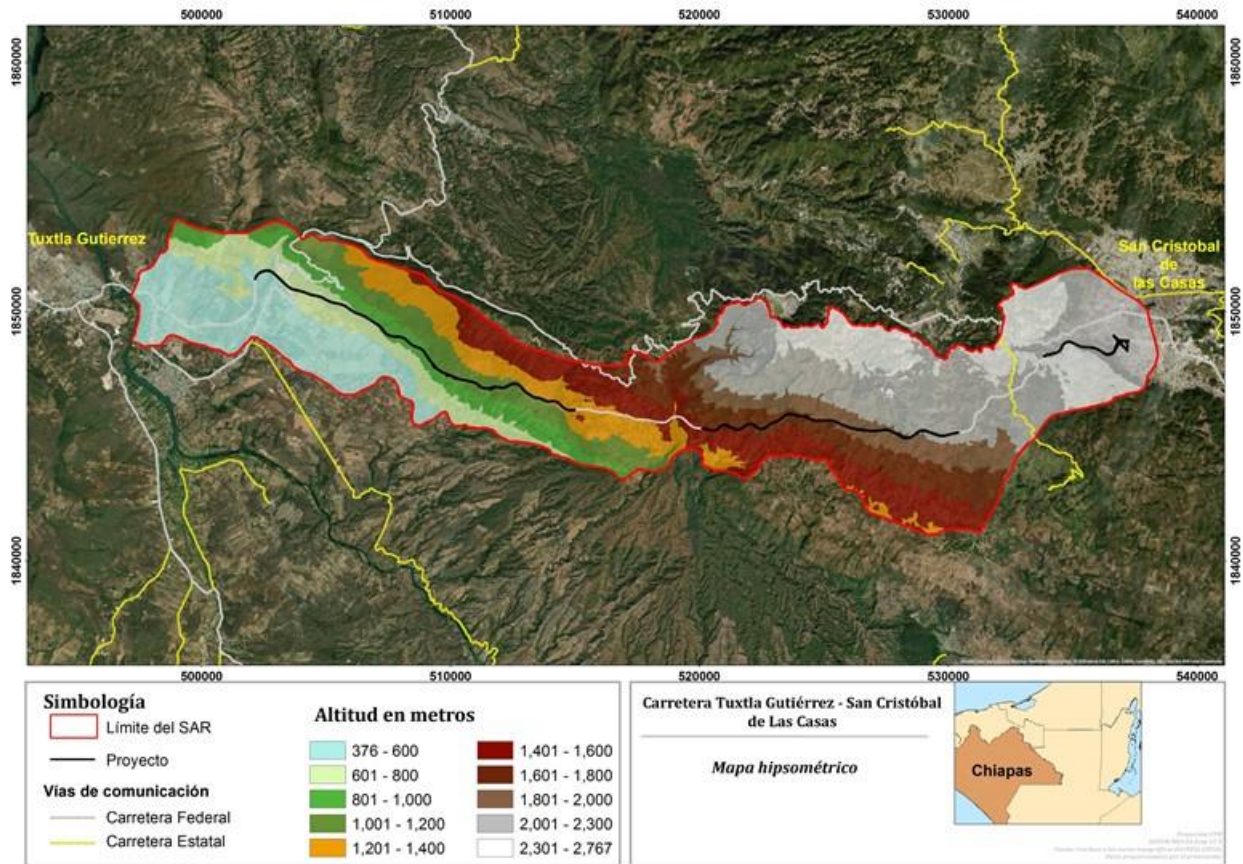


Figura IV. 5. Rangos altitudinales del SAR.

A partir del MDT del INEGI, escala 1:20,000, se realizó el mapa de pendientes del SAR. Se consideró la clasificación de laderas según O.K. Leontiev y G. I. Richagov.

Tabla IV. 1 Clasificación de laderas según O.K. Leontiev y G. I. Richagov.

Intervalo de inclinación Grados	Denominación de la Pendiente	Valor de la pendiente en %
2° - 5°	Suaves	3 - 9
5° - 15°	Tendidas	9 - 27
15° - 35°	Pendiente media	27 - 70
35° y mas	Abruptas	70 y mas

En el siguiente mapa es posible observar que las pendientes dominantes del SAR son las que oscilan de 15° a 35° correspondiente a pendientes medias. Las pendientes de 0° - 5° se presentan en las planicies y las pendientes abruptas con más de 35° se restringen hacia las cañadas y barrancas de las laderas.

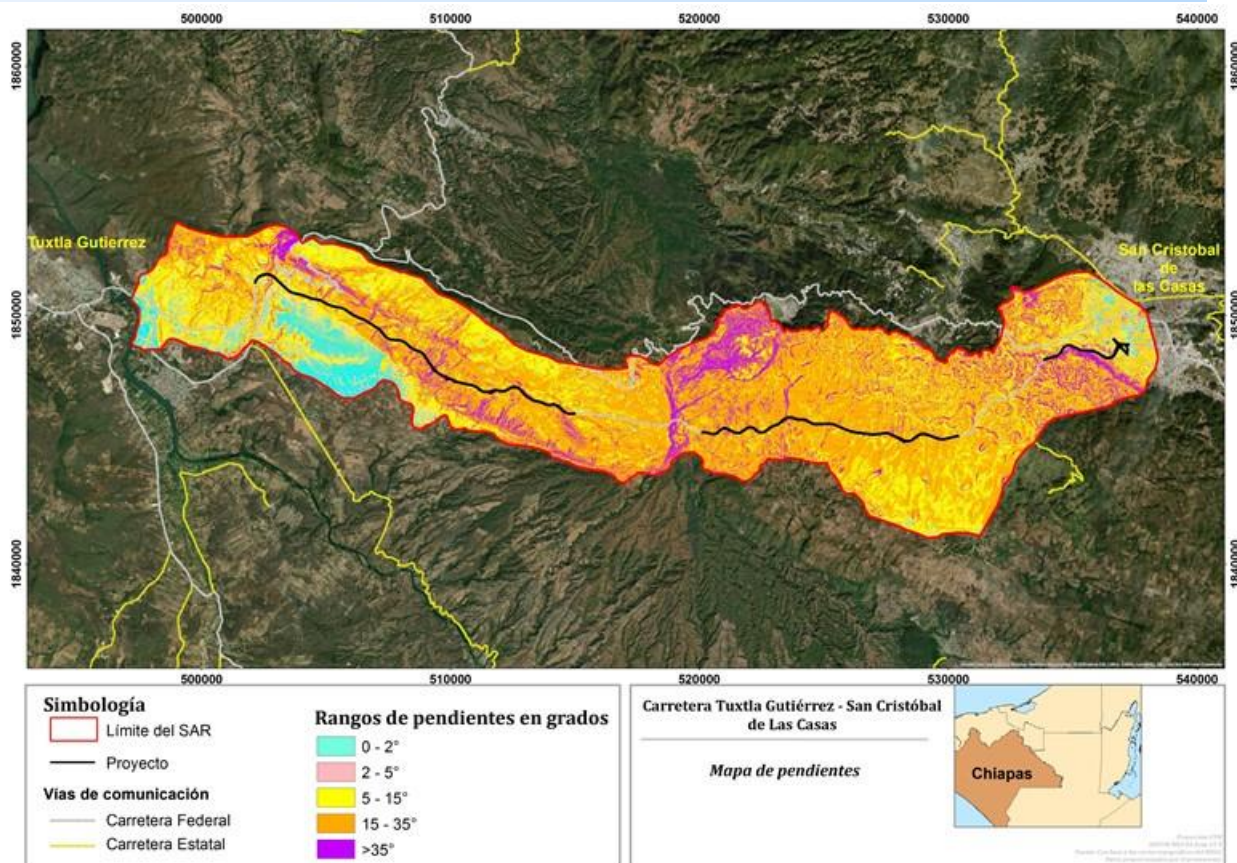


Figura IV. 6. Rangos de pendientes del SAR.

El proyecto, por su parte, incidirá principalmente sobre pendientes de 15 a 35°, así como sobre cañadas con más de 35°.

#### IV.3.4. Hidrología superficial

El SAR se localiza dentro de la Región Hidrológica 30 Grijalva – Usumacinta, a su vez en la cuenca del R. Grijalva – Tuxtla Gutiérrez y la subcuenca R. Alto Grijalva.

Como contexto general es importante mencionar que el río Grijalva nace en Guatemala, en la S. Cuchumatanes, entra a México, recorriendo la depresión central de Chiapas, donde sus aportaciones son primero reguladas a través de la presa La Angostura en el Alto Grijalva; aguas abajo el río Grijalva bordea la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, y aguas abajo se ubica la presa Chicoasén.

Dentro del SAR, hay un total de 5 corrientes consideradas de tipo perenne, el resto de las corrientes son de tipo intermitentes (ver la siguiente figura).



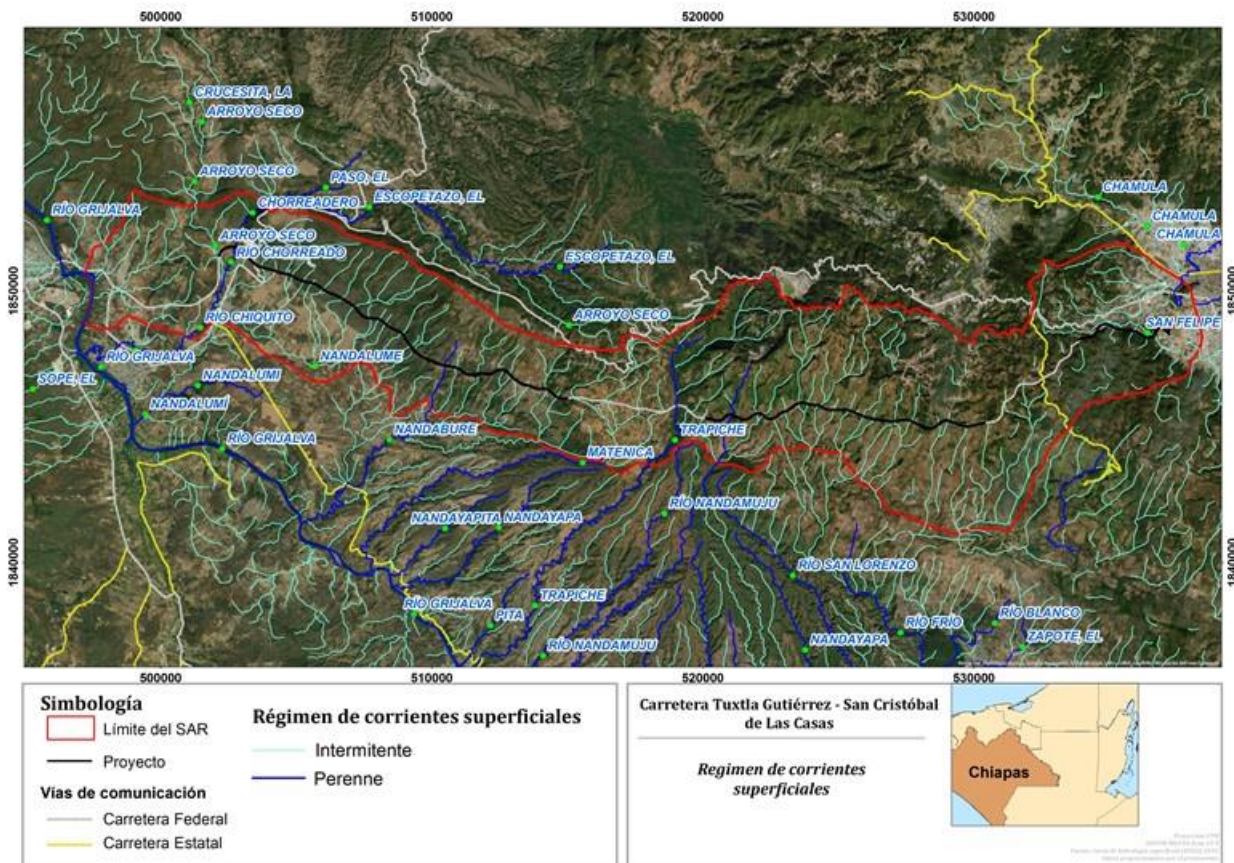


Figura IV. 7. Régimen de las corrientes superficiales

En el componente hidrológico superficial, es importante mencionar que la construcción de la actual carretera Tuxtla Gutiérrez - San Cristóbal de las Casas, implicó atravesar una serie de corrientes superficiales con dirección de flujo norte a sur, y para su manejo fueron construidas una serie de obras de drenaje, lo cual evitó en su momento la interrupción de los flujos de agua hacia la parte baja de la cuenca y actualmente esas obras permiten la continuidad de los escurrimientos.

#### IV.3.4.1 Hidrología superficial en el área del proyecto

Si bien el proyecto incidirá en 58 corrientes superficiales, es importante indicar que éstos ya están considerados en la carretera existente. De las 58 corrientes superficiales, solo 2 son ríos perennes denominados R. Chorrado y R. Nandabure, y el resto se trata de escurrimientos intermitentes.

- En el tramo 1, se tienen 35 escurrimientos, 2 de los cuales son perennes
- En el tramo 2, se presentan 12 escurrimientos intermitentes.

- En el tramo 3 se tienen 11 escurrimientos intermitentes

Es importante señalar, que el proceso hidrológico superficial **no** se verá modificado en su morfología **ni** en su flujo, debido a que la carretera existente **ya cuenta con obras de drenaje** para cada uno de los escurrimientos antes señalados. En razón de lo anterior, el manejo de los escurrimientos continuará porque el proyecto, al incorporar un tercer carril, conlleva ampliar las obras de drenaje existentes, con lo cual se evitará la afectación a su flujo.

#### IV.3.5. Hidrología subterránea

El SAR incidirá en más del 80% de la superficie sobre el acuífero Tuxtla y el restante 20% sobre el acuífero San Cristóbal de las Casas (ver la siguiente figura). De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual del agua subterránea publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2018), el **acuífero Tuxtla** cuenta con una disponibilidad de 196.535226 millones de metros cúbicos anuales ( $Mm^3$ ); y en relación al **acuífero San Cristóbal de las Casas** cuenta con una disponibilidad media anual de 33.955041  $Mm^3$ . El proyecto por su parte, **no** requerirá del abastecimiento de agua subterránea.

El acuífero se encuentra alojado principalmente en las planicies, sobre las márgenes de las principales corrientes, donde se han desarrollado terrazas angostas en los materiales granulares no consolidados constituidos principalmente por gravas gruesas, arenas gruesas a finas, arcillas, limos y fragmentos de rocas calcáreas, que por sus características litológicas conforman un acuífero de tipo libre con un espesor promedio de 5 a 10 m, y en algunas zonas alcanza hasta 30 m. El material sobre el que se desarrolla es producto de la erosión e intemperismo de las rocas existentes, dichos materiales presentan buena permeabilidad; no obstante, la alteración de estas rocas ha generado el desarrollo de materiales limo-arcillosos, que le confieren cierta impermeabilidad (CONAGUA, 2015).

Esta unidad hidrogeológica se encuentra limitada por elevaciones topográficas conformadas principalmente por rocas calcáreas y conglomerados, con elevaciones de hasta 200 m con respecto al nivel del valle (CONAGUA, 2015).

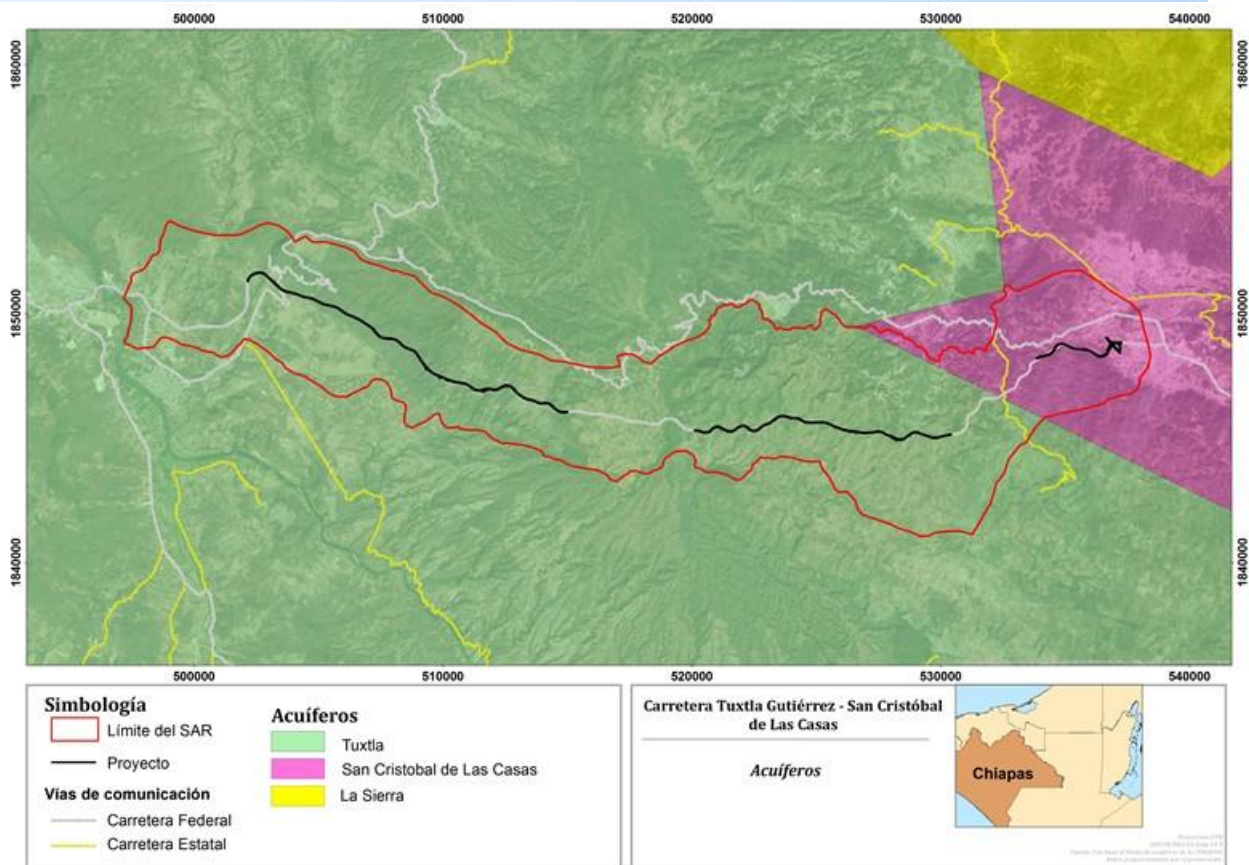


Figura IV. 8. Límite de acuíferos.

En cuanto al proceso de recarga al acuífero, se origina principalmente por la infiltración de la lluvia y del escurrimiento superficial. Las áreas receptoras más importantes se localizan en las partes altas de las sierras con extensos afloramientos de roca fracturada, donde la precipitación pluvial es mayor, y en los flancos montañosos (piedemonte) donde predominan los materiales aluviales y coluviales de grano grueso. Como no hay manantiales importantes en los macizos montañosos, se deduce que la mayor parte del agua infiltrada se percola a profundidad para incorporarse al acuífero regional, que la transmite hacia las áreas de descarga bajo el control de la gravedad y de la estructura geológica. Se supone que la recarga efectiva del acuífero es algo menor que el volumen infiltrado, ya que una parte de éste puede ser retenido en la zona no saturada, donde gran parte del agua infiltrada queda retenida en los primeros metros de relleno, para después evaporarse sin aportar recarga efectiva al acuífero (CONAGUA, 2015).

Con respecto, a la profundidad del nivel freático, los niveles piezométricos no son profundos, ya que el acuífero Tuxtla, se encuentra entre los 4 y 15 m de profundidad.

En relación a la interacción del proyecto con el proceso hidrogeológico, es importante reiterar que el proyecto será de tipo lineal, lo cual, si bien se prevé una disminución en la infiltración, ésta no será relevante, ya que no generará amplias superficies compactas que impidan la recarga natural al subsuelo.

Ahora bien, conforme a la CONAGUA (2015), el proceso de recarga en las serranías ocurre mediante la permeabilidad secundaria; es decir, a través de las fallas y fracturas, así como en los piedemontes. Al respecto, en el SAR, y en general a lo largo de la sierra, se presentan varias fallas y fracturas que representan zonas potenciales de recarga.

Otro aspecto que se resalta, es que las pendientes predominantes del terreno son mayores al 20% de inclinación, característica de laderas con escurrimiento muy rápido, y donde casi toda el agua escurre, razón por la cual las laderas donde incidirá el proyecto presenta un mayor proceso de escurrimiento que de infiltración.

Conforme a las estimaciones de la pérdida de infiltración por el desmonte, se tiene que el proyecto generará una pérdida de 5,772.41 m<sup>3</sup>/12 meses. Sin embargo, aún permanecerá el DDV de la carretera, superficie que permitirá compensar los niveles de infiltración hacia el subsuelo. Para su consulta, dentro de los Anexos se incluye el balance hídrico con la metodología y los cálculos de los volúmenes de infiltración para los diferentes escenarios.

#### IV.3.6. Suelos

El suelo es la capa que se forma en la superficie del terreno como consecuencia de la interacción entre la litósfera, la atmósfera, la hidrósfera y la biósfera. Constituye el nexo entre el mundo inorgánico y el de los seres vivos.

Su formación o edafogénesis es el resultado de un largo proceso que se inicia con la disgregación mecánica de las rocas, acompañada por diversos procesos de meteorización química de los fragmentos que resultan de esa disgregación. Estas etapas iniciales permiten la instalación de unos primeros seres vivos (principalmente microorganismos) sobre ese sustrato inorgánico. A partir de ese momento, los procesos vitales y metabólicos contribuyen a la meteorización de los minerales, acelerando la edafogénesis y permitiendo la

instalación de comunidades vegetales cada vez más complejas que a su vez, seguirán favoreciendo la formación del suelo.

#### IV.3.6.1 Distribución geográfica de los suelos en el SAR

La distribución geográfica de los distintos tipos de suelos en el paisaje del SAR se encuentra condicionada en gran medida por sus factores formadores. En algunos casos, el factor relieve y topografía determinan que aparezcan determinados tipos de suelos, que es el caso de los suelos **Leptosoles** y los **Regosoles**, en donde la abrupta pendiente de la sierra exporta continuamente los materiales edáficos, de tal manera que el perfil de estos suelos se mantiene poco profundo y escasamente evolucionado.

Por otro lado, también se presentan los suelos que se encuentran más influidos por las condiciones climáticas, siendo para la región de Los Altos de Chiapas, y en consecuencia para el SAR, un tipo de clima húmedo y subhúmedo durante una gran parte del año, lo que favorece la presencia de suelos **Luvisoles**, suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas como Los Altos de Chiapas. El intenso lavado de estos suelos durante la estación húmeda permite la acumulación de arcilla en los horizontes inferiores (Bt). Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Son suelos con alta susceptibilidad a la erosión.

También se presentan los suelos minerales muy condicionados por el material sobre el que se han formado, que es el caso de los **Vertisoles**. Estos suelos se caracterizan por presentar un color oscuro, contienen abundante arcilla que al momento de secarse suelen producir grietas verticales, anchas y profundas.

En el caso de los **Gleysoles**, estos se presentan en superficies planas expuestas continuamente a encharcamientos, o que sufren tal proceso durante largos periodos de tiempo, pero en regiones elevadas que no reciben aportes regulares de sedimentos. Lo anterior les confiere una coloración rojiza, pardusca o amarillenta, característica condicionada por la reducción de los óxidos férricos a sus formas ferrosas. Estos suelos se presentan en el extremo este del SAR, en una planicie donde inciden varias corrientes superficiales.

En la siguiente figura se muestra la distribución de los diferentes tipos de suelo dentro del SAR.

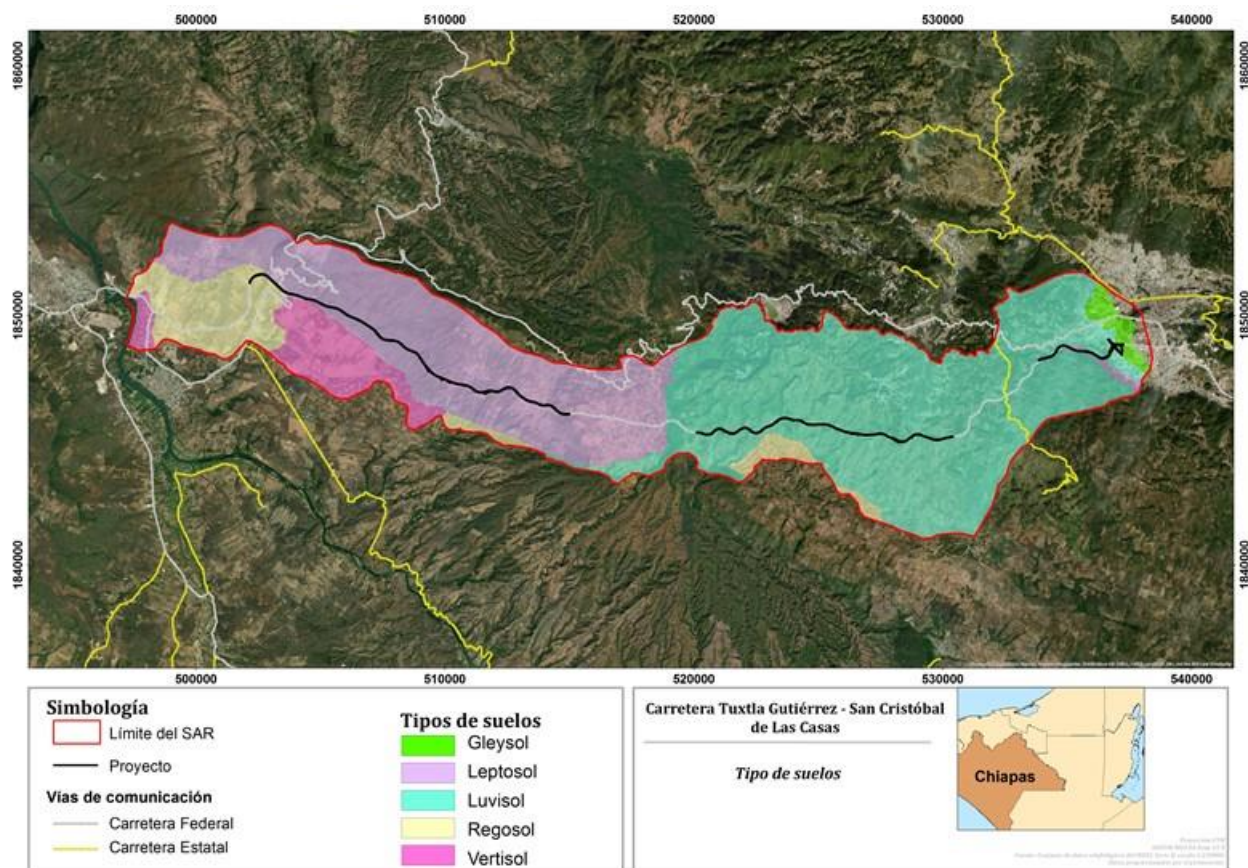


Figura IV. 9. Tipos de suelo donde incidirá el proyecto.

#### IV.3.6.2 Tipos de suelo en el área del proyecto

El proyecto incidirá principalmente sobre dos tipos de suelo: Leptosoles y Luvisoles, así como un pequeño tramo en suelos Regosoles.

A continuación se indican las características de los suelos donde incidirá el proyecto.

Los **Leptosoles** son suelos extremadamente jóvenes y delgados (o con abundantes gravas; es decir, muy pedregosos). Pueden considerarse como el primer estadio de formación de un suelo sobre rocas duras; por lo tanto, se presentan en superficies donde la erosión natural impide que el *solum* alcance un cierto espesor. Esta característica se encuentra condicionada por las pendientes escarpadas de las laderas del lomerío alto sobre el que se ubicará el proyecto.

Los suelos **Luvisoles** tienen como característica dominante una marcada diferenciación textural dentro del perfil del suelo; tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos, especialmente migración de arcilla. Estos son de humedales y que bajo condiciones naturales están afectados por agua subterránea en los primeros 50 cm de profundidad. Presentan manchas azul verdosas o negruzcas que denotan presencia de sulfuro de hierro o metano. También presentan manchas rojas en el periodo seco cuando los agregados son expuestos al aire y el hierro es oxidado. El encalado y el drenaje combinados son prácticas que aumentan la disponibilidad de nutrientes y carbono orgánico, así como disminuyen la toxicidad por aluminio en el suelo.

Los **Regosoles** (del griego reghos, manto) son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; es por ello que se localizan al pie de las laderas de la Sierra de Los Altos de Chiapas donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Los Regosoles 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 (SEMARNAT, 2000).

Es importante mencionar que las superficies de suelo aledañas al trazo del proyecto ya fueron previamente impactadas por la construcción de la carretera existente, lo cual se confirma por la presencia de vegetación secundaria en varios tramos del derecho de vía de la carretera existente por la falta de mantenimiento (ver la siguiente figura).



Figura IV. 10. Evidencia de perturbación en las áreas aledañas a la carretera existente.

### IV.3.6.3 Problemáticas ambientales de los suelos

Dentro del SAR, el principal tipo de degradación de suelo es “Degradación Química por declinación de la fertilidad y reducción de contenido de materia orgánica” y en menor superficie “Degradación Física por pérdida de la función productiva”. A lo largo del trazo del proyecto, el principal tipo de degradación es la degradación química y reducción del contenido de materia orgánica, resultado de la actividad agrícola, lo cual es evidente a lo largo de casi todo el trazo del proyecto.



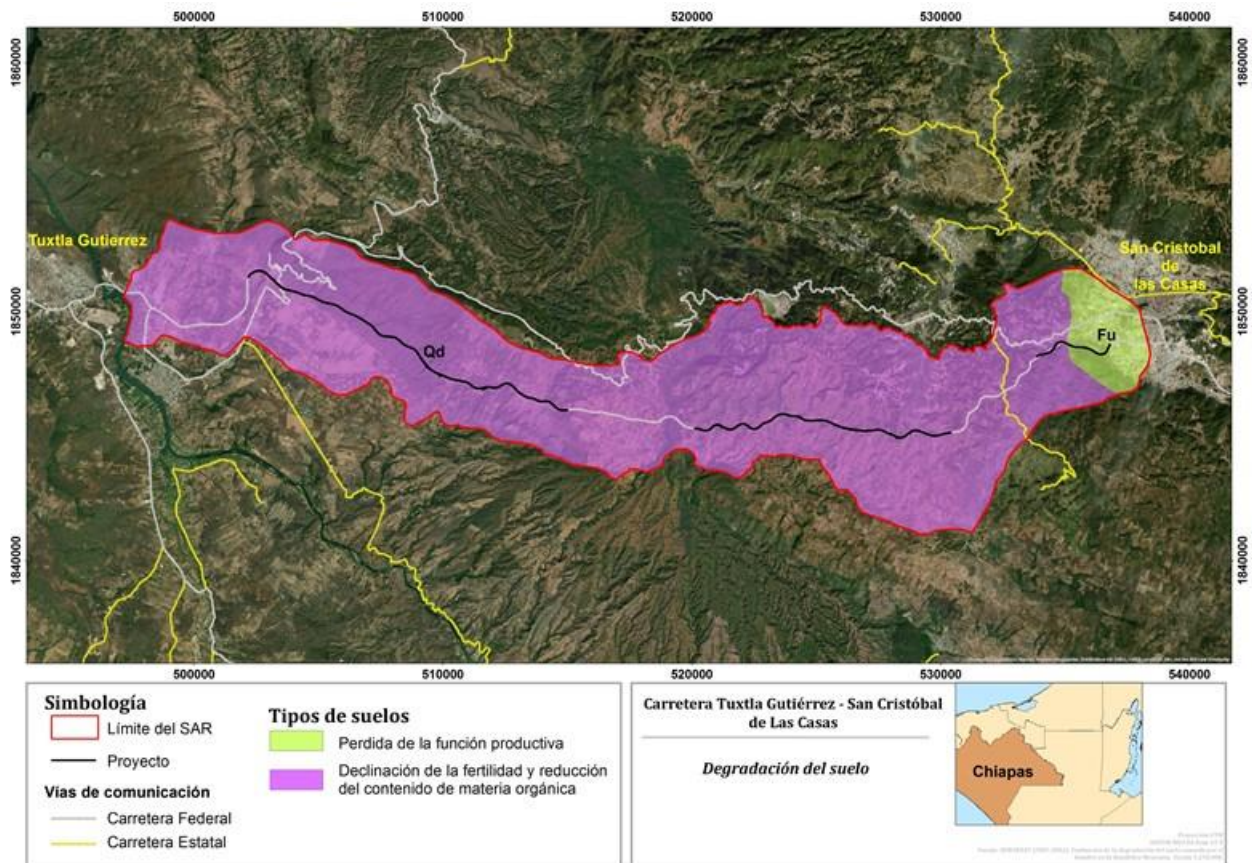


Figura IV. 11. Degradación de suelos en el SAR.

Las causas de degradación de los suelos para la mayor parte del SAR son la deforestación y remoción de la vegetación. Aunque también se presentan dentro del SAR superficies de suelo afectadas por actividades agrícolas, sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico, así como la pérdida de suelos por la urbanización.

#### **IV.4. Paisaje**

El paisaje se describe como todo aquello que forma un conjunto de elementos visuales sobre el horizonte. Se conforma por un conjunto de elementos de tipo fisiográficos o naturales, antrópicos o artificial, sociales o culturales que al ser delimitados por el observador configuran una escena en armonía, con un orden y un significado.

El presente apartado se encarga de analizar dos cualidades del paisaje que son: visibilidad y calidad del paisaje.

##### **IV.4.1. Visibilidad del paisaje**

La visibilidad o pautas de visibilidad (Español Echaniz, 1988), está relacionada con las propiedades visuales de un territorio y se refieren a la relación que existe entre la localización de un objeto y la capacidad que esta ubicación tiene de distribuir su aspecto por la totalidad de dicho territorio. En el presente apartado se analiza la visibilidad que tendrá el proyecto desde diferentes puntos de observación, para ello se retoman los aspectos físicos del medio abiótico y biótico del territorio.

Aunado a ello, para determinar las pautas de visibilidad se tomará como punto de partida: la identificación y delimitación de la cuenca visual, el alcance visual, la accesibilidad visual, así como la configuración del relieve.

#### **Cuenca visual**

Se define la cuenca visual como el área geográfica que es visible para el ojo humano desde un punto dado (ver la siguiente figura). La cuenca visual se generó a partir de un Modelo Digital del Terreno y mediante su procesamiento en un Sistema de Información Geográfica (Arc GIS 10.1).

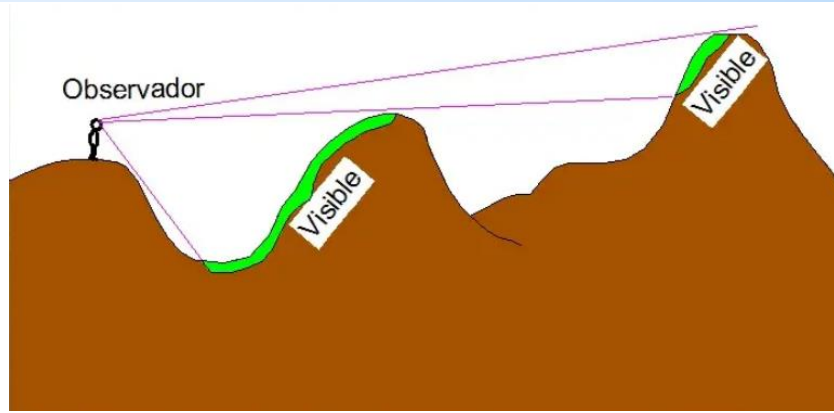


Figura IV. 12. Esquema de superficies visibles del observador a partir de las cuencas visuales.

Con la finalidad de analizar el alcance visual que tendrá el proyecto, se seleccionaron 9 sitios donde se presume que el proyecto podría ser observado por el ojo humano. Estos puntos de observación se ubicaron a lo largo de la carretera existente Tuxtla Gutiérrez - San Cristóbal de las Casas y sobre las localidades urbanas cercanas al proyecto.

En la siguiente figura se muestra la distribución de los puntos de observación.

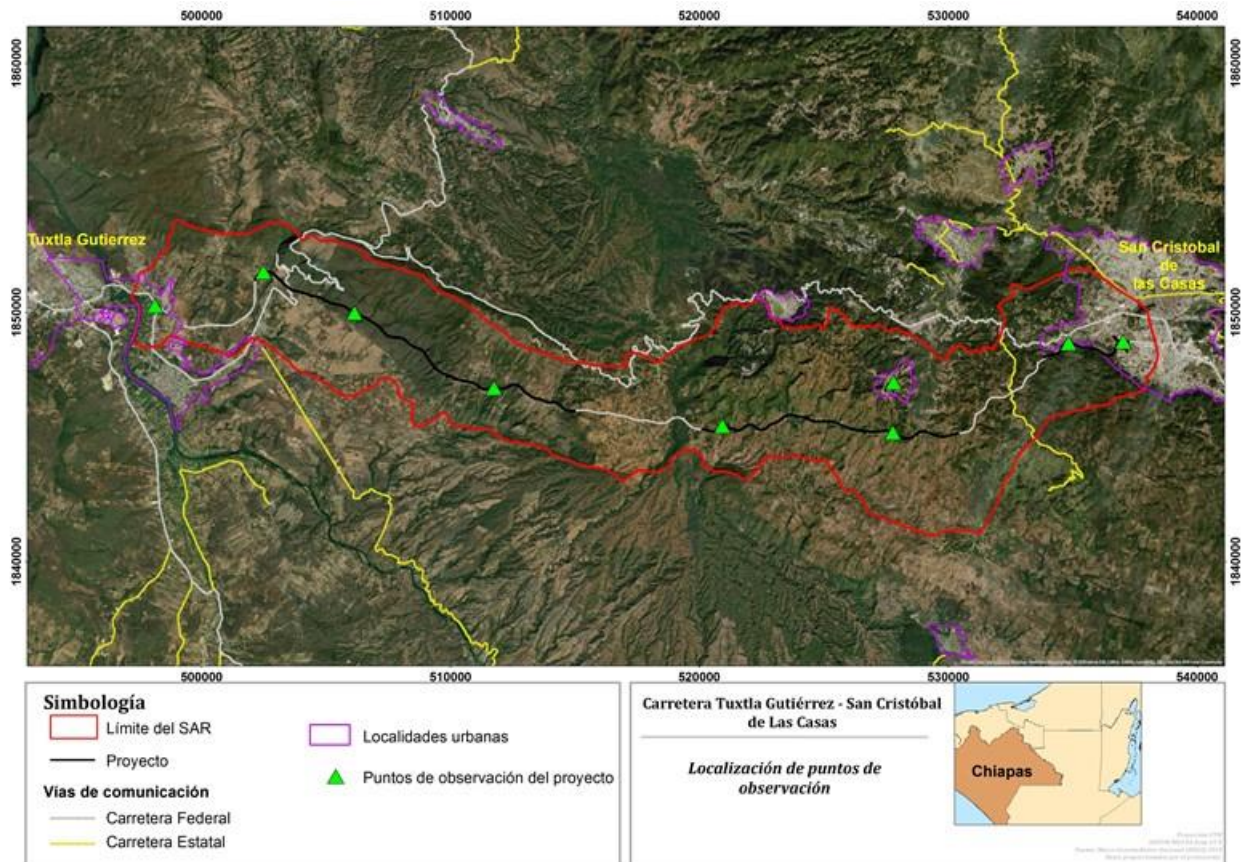


Figura IV. 13. Localización de los puntos de observación.

Los resultados indican que el proyecto sólo podrá ser percibido por los observadores que viajen por la carretera existente Tuxtla Gutiérrez - San Cristóbal de las Casas (ver la siguiente figura). El entronque, por su parte, podrá ser percibido desde la localidad de San Cristóbal de las Casas.

La limitación en el alcance visual del proyecto, se debe básicamente a la topografía de laderas tendidas, razón por la cual en las inmediaciones del proyecto no existen asentamientos humanos que puedan percibirlo, a excepción de las proximidades de Tuxtla Gutiérrez y de San Cristóbal de las Casas.

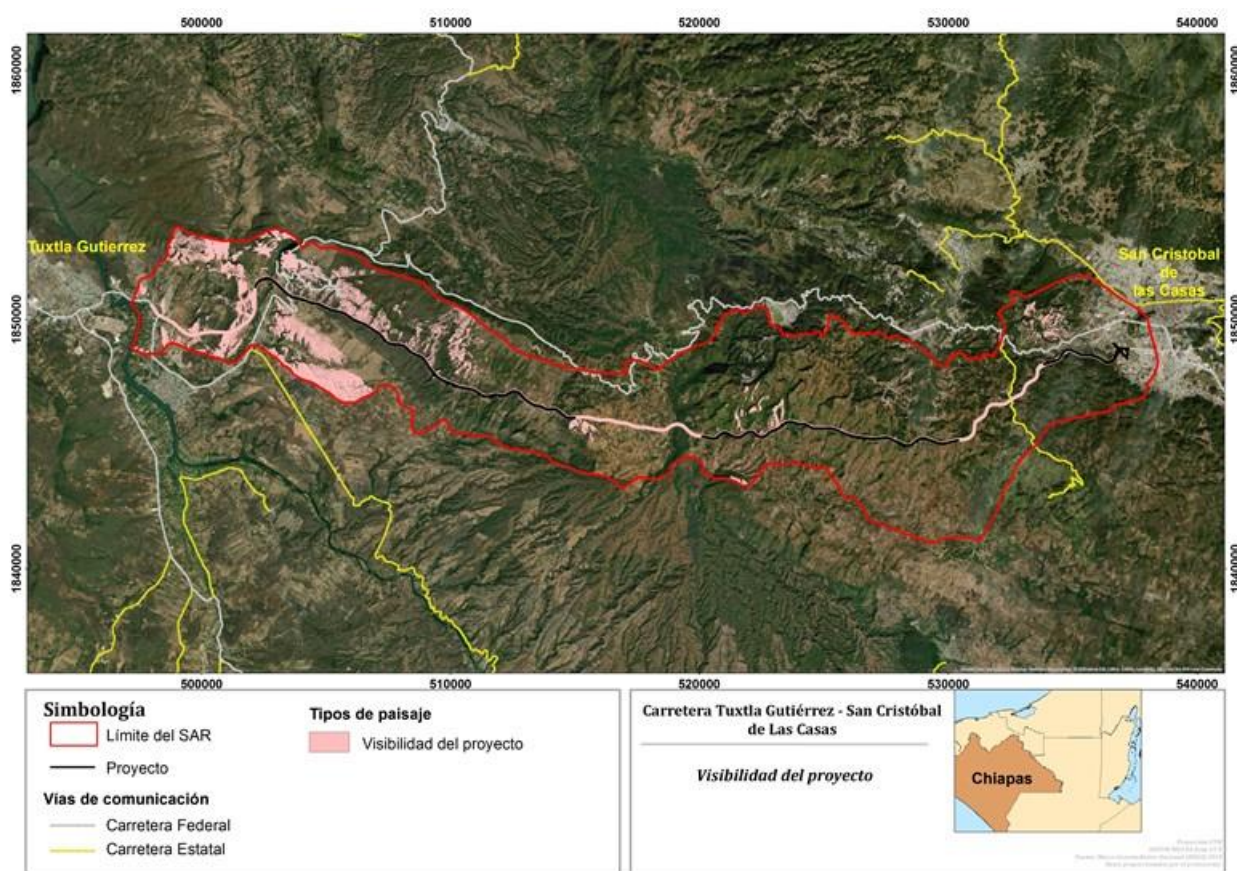


Figura IV. 14. Superficies desde donde se podrá percibir el proyecto.

Otro aspecto a resaltar es que desde la vista del espectador que viaje a lo largo de la carretera, seguirá percibiendo un elemento de infraestructura ya existente, pues como se ha mencionado antes, el paisaje natural fue modificado con la carretera Tuxtla Gutiérrez - San Cristóbal de las Casas a la cual se incorporará un tercer carril pero solo en tres tramos de dicha carretera.

#### IV.4.2. Calidad del paisaje

De acuerdo con Blanco (1979), la calidad paisajística o calidad visual de un paisaje se entiende como “el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve”.

Para evaluar su calidad, la vegetación y uso del suelo fue un factor fundamental para evaluarlo. Se considerará mejor aquél paisaje que se acerca más a la vegetación natural, o aquéllos usos que, dado su carácter tradicional, estén ya integrados en el entorno.

#### Usos de suelo y vegetación

Conforme a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de la Serie VI del INEGI (2016), los tipos de vegetación y uso de suelo registrados en el SAR son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 2 Vegetación y usos de suelo en el SAR.

Clave	Usos de Suelo	Superficie (Ha)	Superficie (Ha)	
			Paisaje natural	Paisaje antrópico
AH	Urbano Construido	693.56		693.56
BPQ	Bosque de Pino - Encino	342.77	342.77	
BQ	Bosque de Encino	126.75	126.75	
BQP	Bosque de Encino - Pino	134.59	134.59	
H2O	Cuerpo de Agua	29.06		29.06
PC	Pastizal Cultivado	1395.85		1395.85
PI	Pastizal Inducido	834.58		834.58
RAP	Agricultura de Riego Anual y Permanente	241.44		241.44
TA	Agricultura de Temporal Anual	9156.50		9156.50
TAP	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	710.54		710.54
VSa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino - Encino	126.76	126.76	
VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino - Encino	301.84	301.84	
VSa/BQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	1603.53	1603.53	
VSA/BQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino	669.43	669.43	
VSa/BQP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino - Pino	3303.48	3303.48	
VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	755.15	755.15	
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	1463.95	1463.95	
<b>Subtotal</b>		<b>21889.79</b>	<b>8828.26</b>	<b>13061.53</b>
<b>Porcentaje (%)</b>			<b>40.33</b>	<b>59.67</b>
<b>Total</b>			<b>21,889.79</b>	

De los usos de suelo reportados, la agricultura de riego y temporal, el pastizal cultivado e inducido, y el uso urbano constituyen el **paisaje antrópico** y representa el **59.67% del SAR**, por lo que el restante **40.33% del SAR** representa un **paisaje natural** (ver la siguiente figura).

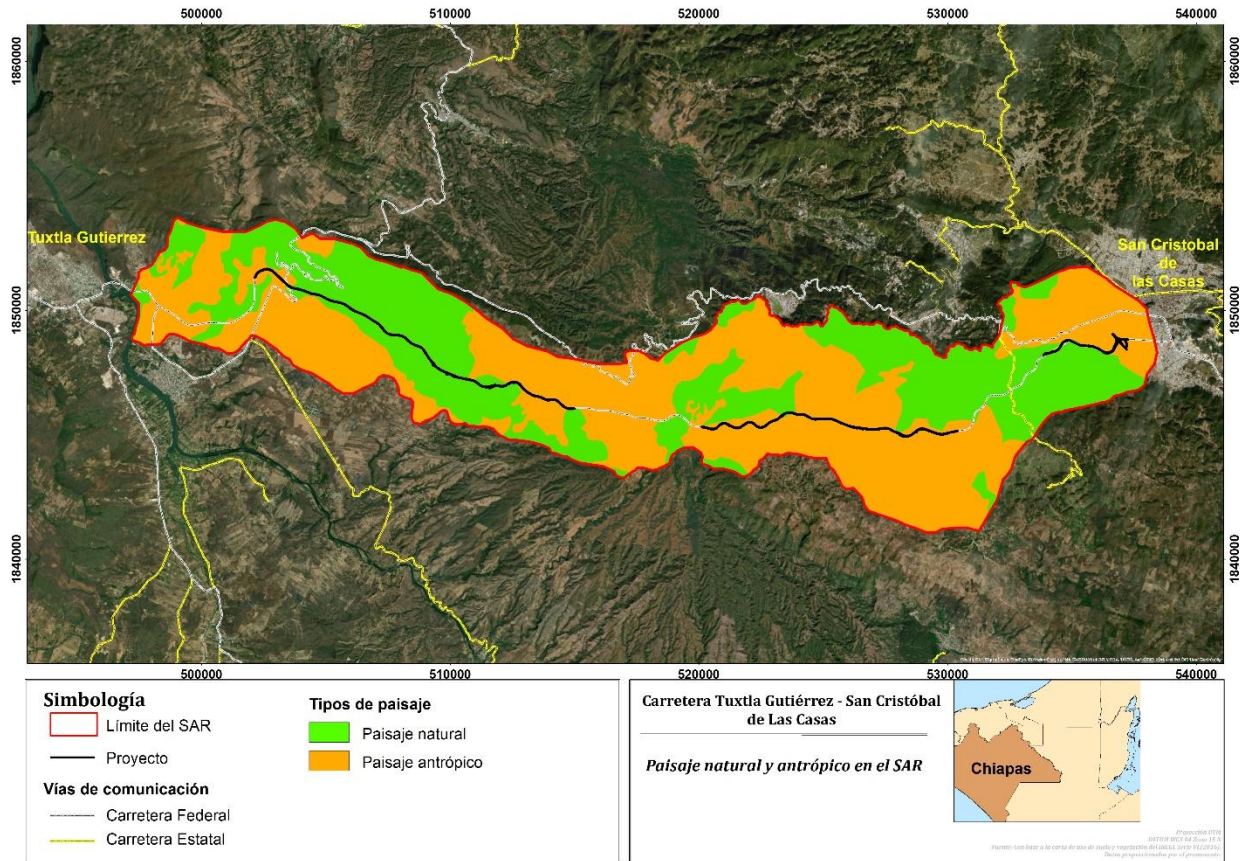


Figura IV. 15. Distribución del paisaje natural y antrópico dentro del SAR (conforme a la clasificación de usos de suelo y vegetación del INEGI, 2016, Serie VI).

En relación al desplante del proyecto, 10.9257 ha incidirán sobre el paisaje natural, que en porcentaje tan solo representa el 0.12% del SAR.

#### IV.5. Medio socioeconómico

El SAR incidirá en cinco municipios, la mayor superficie es ocupada por Zinacantán (41%), Chiapa de Corzo (35%), San Cristóbal de las Casas (19%). Los dos restantes municipios son Ixtapa (4%) y San Lucas (1%). Sin embargo, la representatividad de estos dos últimos dentro del SAR es mínima (ver las siguientes figuras).

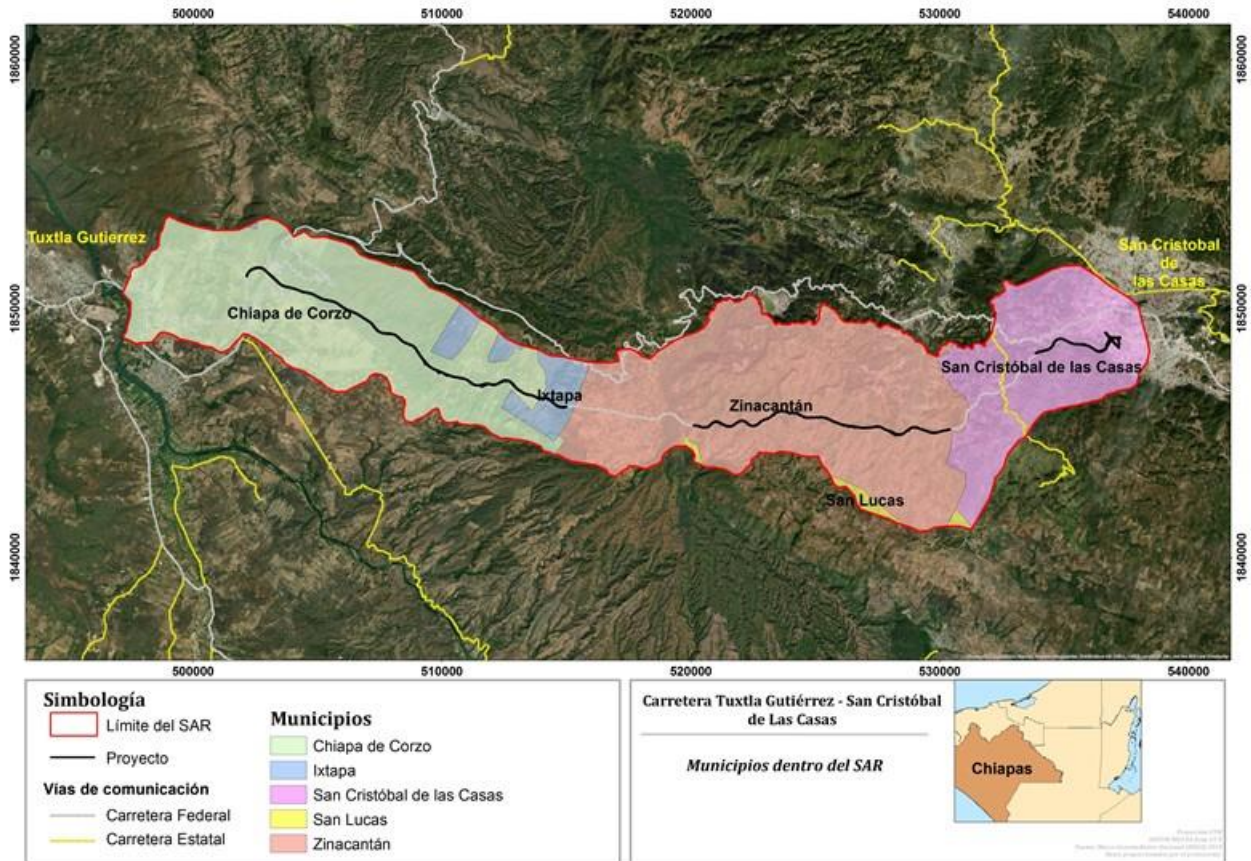


Figura IV. 16. Municipios dentro del SAR.



Figura IV. 17. Representación porcentual de los municipios dentro del SAR.

#### IV.5.1. Aspectos económicos

El SAR se integra principalmente dentro de dos regiones económicas, cuyo objetivo es establecer polos de desarrollo que promuevan la planeación a partir de la descentralización:

- ⇒ Región económica V – Altos Tzotzil – Tzeltal (municipios de San Cristóbal de las Casas y Zinacantán).
- ⇒ Región económica I Metropolitana (municipio de Chiapa de Corzo).

##### IV.5.1.1 Región económica V – Altos Tzotzil – Tzeltal

Esta región económica comprende los municipios de San Cristóbal de las Casas y Zinacantán dentro del SAR.

Es una de las subregiones donde los grupos tzotziles y tzeltales, de origen maya, viven desde tiempos precoloniales. Su territorio colinda al norte con los pueblos zoques y choles. Esta región presenta un alto índice de marginación, con excepción del municipio de San Cristóbal de las Casas el cual tiene un índice bajo; este último municipio es el centro urbano rector de la región.

La alta marginación de esta región se debe en parte al aislamiento de las pequeñas comunidades (menores de 1000 habitantes), y a su difícil acceso por la topografía abrupta de la región, lo cual provoca carencias de servicios básicos de equipamiento e infraestructura.



El patrón de asentamiento para las cabeceras municipales y localidades urbanas de mayor tamaño, está asociado a la presencia de los ríos, por lo que las localidades se ubican en los límites de los bosques, donde los ríos ensanchan su cauce y permiten un mayor uso agrícola del agua y permitiendo áreas de riego agrícola.

El proyecto, atravesará dos de los municipios de esta región: San Cristóbal de Las Casas y Zinacantán.

Es importante mencionar que las carreteras federales y estatales, representan ejes de articulación, en las regiones económicas. La incorporación del tercer carril, en tres tramos de a la carretera existente, mejorará el desplazamiento de manera segura en la carretera ya existente.

### **Actividades económicas**

El poblamiento en la planicie y en la sierra está fuertemente asociado a la actividad agropecuaria, y si bien en la sierra las pendientes y el tipo de suelo no son tan favorables como en la llanura, la superficie dedicada a la agricultura en la sierra es abundante en todo el año.

El aprovechamiento del suelo corresponde principalmente de agricultura de temporal y pastizal cultivado.

La presencia del cultivo de café generalmente de altura explica las áreas abiertas al cultivo en la parte de la sierra. Lo que ha llevado a que exista un amplio número de establecimientos que elaboran café tostado y molido.

En cuanto a la actividad agropecuaria, la ganadería de bovino es extensiva, y se desarrolla principalmente en terrenos no inundables de los valles y en las partes bajas de la sierra. Sin embargo, ello ha motivado una industria de derivados de la carne que permite ver rastros de matanza de ganado, aves y otros animales comestibles en las cabeceras municipales de San Cristóbal.

La industria relacionada con la madera está ubicada principalmente en el municipio de San Cristóbal de las Casas, localizándose ahí aserraderos y fábricas de productos de madera.

#### IV.5.1.2 Región económica I Metropolitana

La porción del SAR que se ubica dentro de esta región económica corresponde al municipio de Chiapa de Corzo, municipio que representa el segundo más poblado dentro de esta región económica.

Esta región económica destaca por ser el centro administrativo y político del Estado, y por su importancia comercial y de servicios, además concentra gran parte de los empleos y servicios que se generan en las instituciones estatales y federales ubicadas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. El Aeropuerto Internacional Ángel Albino Corzo, favorece la comunicación con diferentes regiones del país y del mundo, por lo que la región Metropolitana es la puerta de entrada de visitantes nacionales y extranjeros a Chiapas, además de ser el paso obligado de productos que llegan a la entidad. Adicionalmente, ofrece importantes opciones turísticas como el Parque Nacional Cañón del Sumidero, el Zoológico Miguel Álvarez del Toro, el Jardín Botánico, así como la moderna ciudad de Tuxtla Gutiérrez y colonial Chiapa de Corzo.

#### Actividades económicas

Los poblados de la planicie y de la sierra están fuertemente asociados a la actividad agropecuaria. En la sierra las pendientes pronunciadas no permiten el desarrollo del suelo, lo cual es un factor limitante para el desarrollo agropecuario. Sin embargo, es importante mencionar que la superficie dedicada a la agricultura en la sierra es significativa a lo largo de la región económica, ya que existen 8,886 unidades de producción destinadas a la agricultura, con una superficie de 54,717 ha, de las cuales el 98.15% es de temporal y tan solo el 1.85% es de riego.

En cuanto a las actividades ganaderas dentro de la región económica I Metropolitana, existen 1,714 unidades de producción, con una superficie de 46,441 ha. Es importante mencionar que las especies que se explotan son aves, bovinos, porcinos y ovinos.

La ganadería, principalmente de bovinos, es extensiva y se desarrolla en terrenos no inundables de las mesetas y valles, así como en las partes bajas de la sierra, que ha generado la industria de derivados lácteos. En Chiapa de Corzo se ubica una planta para realizar el procesamiento de leche para obtenerla en polvo o condensada.

## IV.5.2. Aspectos sociales

### IV.5.2.1 Población

Dentro del SAR existe un total de 41 localidades, de las cuales 21 corresponden al municipio de Zinacantán, 11 a San Cristóbal de Las Casas, 8 a Chiapa de Corzo y 1 a Ixtapa (ver la siguiente figura).

Todas las localidades del SAR son de tipo rural, a excepción de la ciudad de Chiapa de Corzo y San Cristóbal de las Casas que son de tipo urbano. El 60% de las localidades presentan un grado de marginación alto y el 20% es de marginación muy alto.

La mayoría de las comunidades en los altos de Chiapas son indígenas, estas comunidades viven en ejidos y tierras comunales en las que la propiedad de la tierra tiene un carácter social. Se destaca que cerca del 90% de la población del municipio de Zinacantán es indígena con cerca del 90% (tzotzil).

En la siguiente tabla, se muestran las características de las localidades dentro del SAR.

Tabla IV. 3 Características de las localidades del SAR.

Nombre del Municipio	No.	Nombre de Localidades	Grado de Marginación de la Localidad	Población Total	Población Indígena	% de Población indígena	Tipo de Localidad
Chiapa de Corzo	1	Nueva Independencia	Muy Alto	43	27	62.79	Rural
	2	San Joaquín	Alto	145	44	30.34	Rural
	3	Unión Antorchista	Alto	128	14	10.94	Rural
	4	Juan del Grijalva	Alto	1428	24	1.68	Rural
	5	Rivera Santa Cruz	Alto	73	5	6.85	Rural
	6	Las Margaritas	S/D	38	21	55.26	Rural
	7	3 de Abril	Alto	11	1	9.09	Rural
	8	Chiapa de Corzo	Medio	45077	2375	5.27	Urbano
San Cristóbal	9	Huitepec Ocotál Sección II	Alto	241	207	85.89	Rural

Nombre del Municipio	No.	Nombre de Localidades	Grado de Marginación de la Localidad	Población Total	Población Indígena	% de Población indígena	Tipo de Localidad
de las Casas	10	Vistahermosa Huitepec	Alto	497	94	18.91	Rural
	11	Huitepec Ocotal Sección I	Alto	291	151	51.89	Rural
	12	Huitepec Santa Anita	Muy Alto	106	81	76.42	Rural
	13	Huitepec los Alcanfores	Alto	282	106	37.59	Rural
	14	Zacualpa Ecatepec	Alto	885	625	70.62	Rural
	15	La Lagunita	Muy Alto	152	149	98.03	Rural
	16	Las Palmas Huitepec 3ra. Sección	Alto	269	108	40.15	Rural
	17	Las Flores	Muy Bajo	17	4	23.53	Rural
	18	Piedra Parada	Muy Alto	49	49	100	Rural
19	El Guayabal	S/D	7	5	71.43	Rural	
Zinacantán	20	Apas	Muy Alto	1485	1437	96.77	Rural
	21	Chiquinivalvo	Alto	825	819	99.27	Rural
	22	La Granadilla	Muy Alto	358	355	99.16	Rural
	23	Potojtíc	Muy Alto	493	493	100	Rural
	24	Ajtetic Bajo	Alto	333	333	100	Rural
	25	Mazam	Alto	173	173	100	Rural
	26	Conlum	Muy Alto	204	201	98.53	Rural
	27	Jobchenón (La Granadilla)	Alto	842	836	99.29	Rural
	28	Yaaltzi	Alto	441	441	100	Rural
	29	Ajtetic Alto	Muy Alto	151	151	100	Rural
	30	Elambo Alto	Muy Alto	417	336	80.58	Rural
	31	Shulvo	Alto	670	667	99.55	Rural
	32	Chajtoj	Muy Alto	370	253	68.38	Rural
	33	Elambo Bajo	Alto	629	476	75.68	Rural
	34	Jomal-Osil	Alto	221	221	100	Rural
	35	Bomchen	Alto	289	289	100	Rural
	36	Gechvo	Alto	466	397	85.19	Rural
	37	San Isidro	Alto	40	34	85.00	Rural
	38	Elambó	Alto	279	273	97.85	Rural
	39	Ajtetic Bajo I	Muy Alto	111	111	100	Rural
40	Pasté	Alto	3771	3726	98.81	Rural	
Ixtapa	41	Carlos A. Vidal	Alto	453	453	100	Rural

Fuente: Censo de Población y Vivienda del INEGI (2010) y SEDESOL (2013).

## Dinámica poblacional

Chiapa de Corzo presenta una población total de 87,603 habitantes (2010), siendo el 10° municipio más poblado del estado de Chiapas. Presenta una tendencia de crecimiento poblacional significativa, destacando que de 2005 a 2010, la población de Chiapa de Corzo pasó de 73,662 a 87,603 lo que representa un aumento de aproximadamente el 19% en un periodo de 5 años.

En la siguiente gráfica se muestra la evolución de la población de Chiapa de Corzo durante 1995-2010.

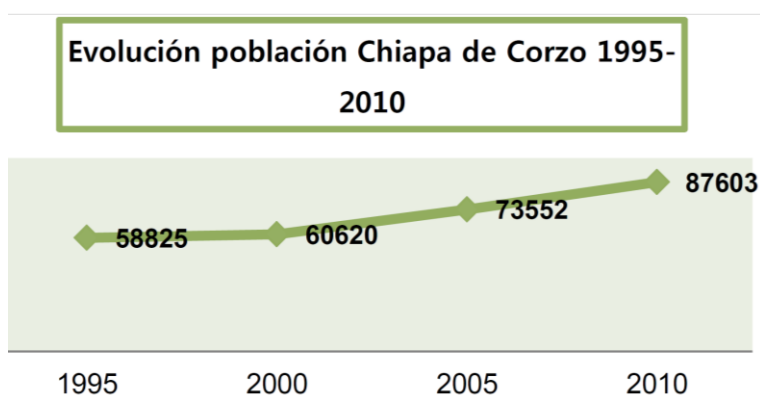


Figura IV. 18. Evolución de la población de Chiapa de Corzo 1995 – 2010.

### IV.5.2.2 Sitios arqueológicos

Conforme a la base de datos del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), dentro del SAR no existen registros arqueológicos, razón por la cual el desarrollo del proyecto no incidirá en áreas de valor cultural.

En la siguiente figura se muestran los sitios arqueológicos más próximos al SAR.

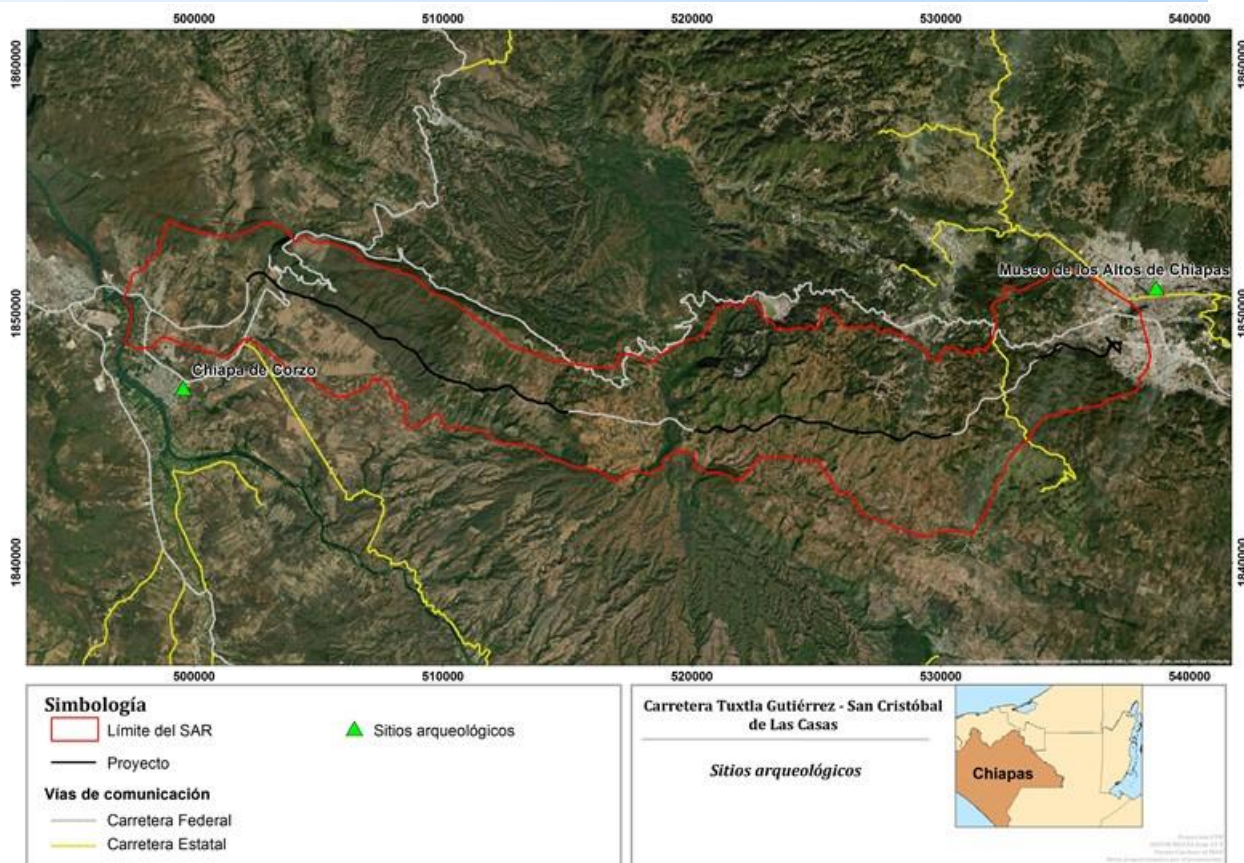


Figura IV. 19. Sitios arqueológicos.

## IV.6. Diagnóstico

En los Altos de Chiapas y especialmente en el municipio de Zinacantán (que es donde incidirá parte del proyecto), predominan las dinámicas relacionadas con la degradación forestal, por establecimiento de cafetales o extracción de madera y leña, por lo que la principal dinámica detectada en este municipio fue la deforestación por la agricultura de subsistencia (agricultura migratoria bajo el sistema de roza-tumba-quema y sus variantes), la degradación por extracción de leña (Covaleda et al., 2014), así como la ganadería, e incendios forestales que provocan año con año pérdidas considerables de bosques y selvas.

De acuerdo con Covaleda *et al.*, (2014) el 60% de la superficie afectada por incendios en los municipios de los Altos de Chiapas su ubicó en áreas de pastizal y el 37% en zonas arbustivas. Las principales causas de las quemas son asociadas a la actividad agrícola y en ocasiones,

también a rencillas entre personas, sobre todo en Zinacantán. Durante el periodo de 2007-2011, en Zinacantán se registró una afectación total por incendios de 586 ha.

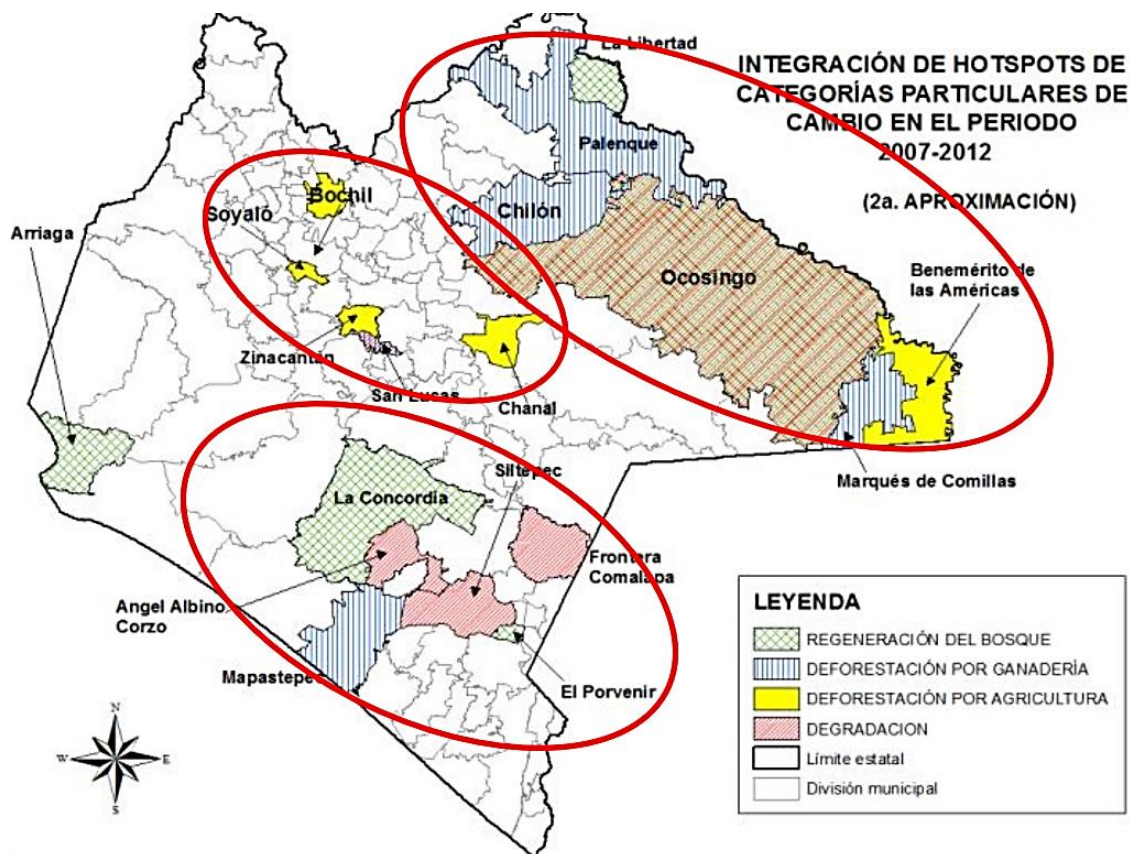


Figura IV. 20. Municipios con problemas de degradación y deforestación, en el estado de Chiapas.

En cuanto a la contaminación y conforme a lo que señala el Programa de Desarrollo Municipal de Zinacantán, en la actualidad ya existen basureros clandestinos ubicados en las orillas de las carreteras el cual produce contaminación de suelo.

En relación a los procesos urbanos dentro del SAR, así como de la totalidad del estado de Chiapas, la concentración-dispersión de la población es un factor relevante en el grado de desarrollo y/o marginación de las localidades.

La urbanización consolidada ha generado que las ciudades continúen desempeñando un papel fundamental en el crecimiento demográfico y económico, lo que las ha convertido en centros privilegiados del proceso de modernización. Chiapa de Corzo y San Cristóbal de las Casas representan un ejemplo de este proceso de modernización, además de que son las ciudades en las que el presente proyecto mejorará su comunicación con la ampliación de los

tramos de la carretera existente. En contraparte, el resto de las localidades dispersadas en el SAR viven en muchos de los casos en situaciones de aislamiento y precariedad. A esto se suma una accidentada topografía que dificulta el otorgamiento y la dotación de servicios e infraestructura para el desarrollo, en detrimento de la calidad de vida de la población.

En conclusión, el SAR muestra una transformación importante de los componentes ambientales derivados principalmente de la actividad agrícola, lo que ha contribuido a la pérdida de vegetación de bosques y selvas, así como a la consecuente alteración de la estructura y calidad del suelo.

En cuanto al componente hidrológico, los cauces se han mantenido debido a las condiciones topográficas del sitio de pendientes inclinadas; sin embargo, las extensas superficies deforestadas son agentes que aceleran los niveles de escurrimiento aguas abajo.

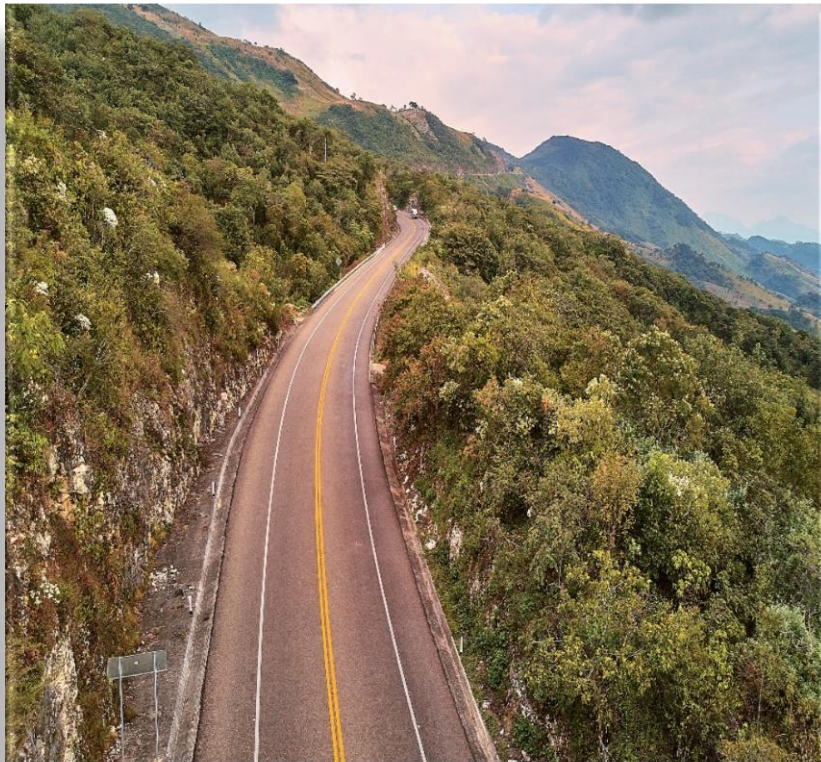
En el área donde incidirá el proyecto, ya se encuentra modificada por la carretera existente Tuxtla Gutiérrez - San Cristóbal de las Casas, por lo que la intervención del proyecto solo contempla la ampliación de tres tramos a lo largo de esta vía de comunicación, lo cual contribuirá a una mejora en la circulación vial. En cuanto al componente hidrológico, conforme a INEGI, se identificaron varios escurrimientos por los cuales atravesará el proyecto; sin embargo, es importante señalar que la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas, ya existente, ya cuenta con obras de drenaje para el manejo de los escurrimientos. En razón de lo anterior, el proyecto conlleva ampliar las obras de drenaje ya existentes para mantener los escurrimientos.



# CAPÍTULO IV

## *DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.*

**Medio Biótico y Servicios Ambientales**



## I. Contenido

<b>IV. Descripción del Sistema Ambiental Regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región. ....</b>	<b>11</b>
<b>IV.1. Introducción.....</b>	<b>11</b>
<b>IV.2. Áreas de importancia ecológica.....</b>	<b>11</b>
IV.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) .....	11
IV.2.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). ....	12
IV.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's).....	13
<b>IV.3. Vegetación .....</b>	<b>14</b>
IV.3.1. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR .....	14
IV.3.2. Usos de suelo y tipos de vegetación en el área del proyecto. ....	19
IV.3.3. Revisión bibliográfica y de bases de datos de la flora presente en el SAR .....	22
IV.3.4. Especies bibliográficas registradas en el SAR en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 .....	26
<b>IV.4. Trabajo de campo de flora .....</b>	<b>31</b>
IV.4.1. Técnica de muestreo.....	31
<b>IV.5. Resultados de trabajo de campo en el SAR .....</b>	<b>44</b>
IV.5.1. Curvas de acumulación de Especies. ....	44
IV.5.2. Análisis de diversidad de la vegetación. ....	54
IV.5.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 .....	94
<b>IV.6. Resultados de trabajo de campo en el CUS .....</b>	<b>99</b>
IV.6.1. Curvas de acumulación de Especies. ....	99
<b>IV.7. Analisis de Curvas de Acumulacion de especies SAR y CUS. ....</b>	<b>105</b>
IV.7.2. Estimación de índices.....	107
IV.7.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 .....	139
<b>IV.8. Fauna .....</b>	<b>139</b>
IV.8.1. Revision Bibliografica y Base de Datos de Fauna potencial dentro del SAR .....	139
IV.8.2. Especies registradas en el SAR en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 .....	144
IV.8.3. Regionalización. ....	152
<b>IV.9. Trabajo de campo de Fauna .....</b>	<b>155</b>
IV.9.1. Metodología por gurpo de verterados. ....	155
IV.9.2. Metodologia empleda para el SAR .....	157
IV.9.3. Resultados del trabajo de campo del SAR. ....	159
IV.9.4. Metodologia empleda para el Area del proyecto .....	179
IV.9.5. Resultados de trabajo de campo en el area del proyecto. ....	181
<b>IV.10. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto .....</b>	<b>188</b>
IV.10.1. Importancia de los servicios ambientales que presta la superficie del predio. ....	189
IV.10.2. Servicios ambientales que se presume afectar por el cambio de uso de suelo propuesto. ....	190
IV.10.3. Grado de afectación de los servicios ambientales por el cambio de uso de suelo propuesto. ....	194
<b>IV.11. Diagnóstico ambiental .....</b>	<b>208</b>

## II. Indice Figuras

Fig.1 Ubicación de la superficie del predio con respecto de las Regiones Terrestres Prioritarias. ....	12
Fig. IV.2 Ubicación de la superficie del predio con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).....	13
Fig. IV.3 Ubicación de la superficie del proyecto con respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). ....	14
<i>Fig. IV.4 Tipos de vegetación del SAR de acuerdo con la serie VI del INEGI. ....</i>	<i>16</i>
<i>Fig. IV.5 Tipos de vegetación del área del proyecto de acuerdo con la serie VI del INEGI. ....</i>	<i>21</i>
Fig. IV.6 Abundancia relativa de las clases de flora en el SAR.....	22
Fig. IV.7 Registro de orden para la Clase Magnoliopsida en el SAR. ....	23
Fig. IV.8 Registro de orden para la Clase Liliopsida en el SAR. ....	24
Fig. IV.9 Registro de orden para la Clase Polypodiopsida en el SAR. ....	25
Fig. IV.10 Registro de orden para la Clase Bryopsida en el SAR. ....	26
<i>Fig. IV.11 Chamaedorea geonomiformis y su distribución. ....</i>	<i>27</i>
<i>Fig. IV.12 Chiranthodendron pentadactylon y su distribución. ....</i>	<i>28</i>
<i>Fig. IV.13 Comarostaphylis discolor y su distribución.....</i>	<i>28</i>
<i>Fig. IV.14 Croton guatemalensis y distribución. ....</i>	<i>28</i>
<i>Fig. IV.15 Epidendrum cnemidophorum y su distribución. ....</i>	<i>29</i>
<i>Fig. IV.16 Juglans major y su distribución.....</i>	<i>29</i>
<i>Fig. IV.17 Oncidium leucochilum y su distribución. ....</i>	<i>29</i>
<i>Fig. IV.18 Rhynchosstele pygmaea y su distribución.....</i>	<i>30</i>
<i>Fig. IV.19 Tillandsia ponderosa y su distribución.....</i>	<i>30</i>
<i>Fig. IV.20 Tillandsia seleriana y su distribución. ....</i>	<i>30</i>
<i>Fig. IV.21 Esquema que muestra la delimitación de las parcelas de muestreo.....</i>	<i>33</i>
<i>Fig. IV.22 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR (1-4). De manera anexa se presenta el plano unificado. ....</i>	<i>35</i>
<i>Fig. IV.23 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR (2-4). De manera anexa se presenta el plano unificado.....</i>	<i>36</i>
<i>Fig. IV.24 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR (3-4). De manera anexa se presenta el plano unificado.....</i>	<i>37</i>
<i>Fig. IV.25 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR (2-4). De manera anexa se presenta el plano unificado.....</i>	<i>38</i>
<i>Fig. IV.26 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del CUS (1-4). De manera anexa se presenta el plano unificado.....</i>	<i>40</i>
<i>Fig. IV.27 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del CUS (2-4). De manera anexa se presenta el plano unificado.....</i>	<i>41</i>
<i>Fig. IV.28 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del CUS (3-4). De manera anexa se presenta el plano unificado.....</i>	<i>42</i>
<i>Fig. IV.29 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del CUS (4-4). De manera anexa se presenta el plano unificado.....</i>	<i>43</i>
<i>Fig. IV.35. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el SAR.....</i>	<i>63</i>
<i>Fig. IV.36. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el SAR.....</i>	<i>77</i>
<i>Fig. IV.32. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el SAR.....</i>	<i>89</i>

<i>Fig. IV.38. Distribución de Carpinus caroliniana (lechillo).</i> .....	95
<i>Fig. IV.39. Distribución de Callitropsis lusitanica.</i> .....	96
<i>Fig. IV.40. Distribución de Agave chiapensis.</i> .....	98
<i>Fig. IV.41. Distribución de Astronium graveolens.</i> .....	99
<i>Fig. IV.52. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.</i> .....	114
<i>Fig. IV.38. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.</i> .....	125
<i>Fig. IV.54. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.</i> .....	135
<i>Fig. IV.55. Abundancia relativa de las clases de fauna en el SAR</i> .....	140
<i>Fig. IV.56. Distribucion de Turdus rufitorques (mirlo cuello canela).</i> .....	141
<i>Fig. IV.57. Distribucion de Artibeus jamaicensis (murciélago frutero).</i> .....	142
<i>Fig. IV.58. Sceloporus carinatus (lagartija espinosa chiapaneca).</i> .....	142
<i>Fig. IV.59. Distribucion de Bolitoglossa hartwegi.</i> .....	143
<i>Fig. IV.60. Distribucion de Lithobates maculatus.</i> .....	143
<i>Fig. IV.61. Distribucion de Lithobates pipiens.</i> .....	144
<i>Fig. IV.62. Distribucion de Abronia lythrochila</i> .....	145
<i>Fig. IV.63. Distribucion de Accipiter cooperi</i> .....	145
<i>Fig. IV.64. Distribucion de Accipiter striatus</i> .....	146
<i>Fig. IV.65. Distribucion de Amazona albifrons</i> .....	146
<i>Fig. IV.66. Distribucion de Anolis anisolepis</i> .....	146
<i>Fig. IV.67. Distribucion de Aspatha gularis</i> .....	147
<i>Fig. IV.68. Distribucion de Bolitoglossa rostrata</i> .....	147
<i>Fig. IV.69. Distribucion de Buteo platyoterus.</i> .....	147
<i>Fig. IV.70. Distribucion de Catharus frantzii</i> .....	148
<i>Fig. IV.71. Distribucion de Chondrohierax uncinatus</i> .....	148
<i>Fig. IV.72. Distribucion de Dactylortyx thoracicus.</i> .....	148
<i>Fig. IV.73. Distribucion de Falco peregrinus</i> .....	149
<i>Fig. IV.74. Distribucion de Lepidophyma chicoasensis.</i> .....	149
<i>Fig. IV.75. Distribucion de Myadestes occidentalis</i> .....	149
<i>Fig. IV.76. Distribucion de Notiochelidon pileata</i> .....	150
<i>Fig. IV.77. Distribucion de Oryzomys couesi</i> .....	150
<i>Fig. IV.78. Distribucion de Ptychohyla euthysanota.</i> .....	150
<i>Fig. IV.79. Distribucion de Trimorphodon biscutatus.</i> .....	151
<i>Fig. IV.80. Distribucion de Trogon collaris.</i> .....	151
<i>Fig. IV.81. Distribucion de Turdus plebejus.</i> .....	151
<i>Fig. IV.82. Distribucion de Turdus rufitorques</i> .....	152
<i>Fig. IV.83. Ubicación de la SAR en el contexto de provincias herpetofaunísticas.</i> .....	153
<i>Fig. IV.84. Ubicación de la SAR en el contexto de provincias mastofaunísticas.</i> .....	154
<i>Fig. IV.70. Diagrama ilustrativo del método de puntos de conteo.</i> .....	155
<i>Fig. IV.71. Porcentaje de especies identificadas en los muestreos realizados por clase animal para el SAR.</i> .....	160
<i>Fig. IV.87. Distribucion de Abronia lythrochyla.</i> .....	167
<i>Fig. IV.88. Distribucion de Agkistrodon bilineatus.</i> .....	168
<i>Fig. IV.89. Distribucion de Anolis anisolepis</i> .....	169
<i>Fig. IV.90. Distribucion Ctenosaura acanthura</i> .....	170
<i>Fig. IV.91. Distribucion de Leptodeira annulata.</i> .....	171
<i>Fig. IV.77. Distribucion de Amazona albifrons.</i> .....	173

Fig. IV.78. Distribucion de <i>Aspatha gularis</i> .....	174
Fig. IV.79. Distribucion de <i>Buteogallus anthracinus</i> .....	175
Fig. IV.95. Distribucion de <i>Eupsittula canicularis</i> . ....	176
Fig. IV.81. Distribucion de <i>Pteroglossus torquatus</i> .....	177
Fig. IV.82. Distribucion de <i>Turdus rufitorque</i> .....	179
Fig. IV.82. Porcentaje de especies identificadas en los muestreos realizados por clase animal para el CUS. ....	181

## Indice de Tablas

Tabla IV. 1. Usos de suelo y tipo de vegetación en el SAR. ....	15
Tabla IV. 2. Vegetación registrada para la superficie de Cambio de Uso de Suelo corroborada en campo. ....	20
Tabla IV. 3. Especies identificadas bibliográficamente en el SAR bajo categoría de riesgo. ....	27
Tabla IV. 15. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo). ....	48
Tabla IV. 5. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo). ....	50
Tabla IV. 23. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo). ....	52
Tabla IV. 24. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del SAR (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	56
Tabla IV. 25. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del SAR (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	58
Tabla IV. 26. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	59
Tabla IV. 27. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	60
Tabla IV. 28. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	61
Tabla IV. 29. Índices de diversidad calculados para el grupo de las cactáceas del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	62
Tabla IV. 30. Índices de diversidad calculados para el grupo de bromelias del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	62
Tabla IV. 31. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	62
Tabla IV. 32. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie del SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima. ....	64
Tabla IV. 33. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie del SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima. ....	66
Tabla IV. 34. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo del SAR. ....	68
Tabla IV. 35. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo del SAR. ....	69
Tabla IV. 36. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo del SAR. ....	69

Tabla IV. 37. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de las cactáceas del SAR. ....	70
Tabla IV. 38. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de las bromelias del SAR. ....	70
Tabla IV. 39. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de los pastos del SAR. ....	70
Tabla IV. 40. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación de la SAR (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	71
Tabla IV. 41. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación de la SAR (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	73
Tabla IV. 42. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	73
Tabla IV. 43. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	74
Tabla IV. 44. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	75
Tabla IV. 45. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	76
Tabla IV. 46. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie del SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima. ....	78
Tabla IV. 47. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie de la SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima. ....	80
Tabla IV. 48. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo de la SAR. ....	82
Tabla IV. 49. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo de la SAR. ....	82
Tabla IV. 50. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo de la SAR. ....	83
Tabla IV. 51. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de las cactáceas de la SAR. ....	83
Tabla IV. 52. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación de la SAR (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	85
Tabla IV. 36. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación de la SAR (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	86
Tabla IV. 54. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	86
Tabla IV. 38. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	87
Tabla IV. 39. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	88
Tabla IV. 40. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el SAR. ....	88
Tabla IV. 41. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie de la SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima. ....	90

<i>Tabla IV. 42. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie de la SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla IV. 60. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo de la SAR. ....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla IV. 61. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo de la SAR. ....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla IV. 62. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo de la SAR. ....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla IV. 63. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de los pastos de la SAR. ....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla IV. 65. Especies en alguna categoría de riesgo por tipo de vegetación.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla IV. 48. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo). ....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla IV. 49. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo). ....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla IV. 50. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo). ....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla IV. 51. Comparativa de resultados obtenidos en curvas de acumulación de especies para el área de CUS y CHF correspondientes al Bosque Encino – Pino. ....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla IV. 52. Comparativa de resultados obtenidos en curvas de acumulación de especies para el área de CUS y CHF correspondientes al Bosque Pino – Encino. ....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla IV. 53. Comparativa de resultados obtenidos en curvas de acumulación de especies para el área de CUS y CHF correspondientes a la Selva Mediana Caducifolia.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla IV. 54. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla IV. 79. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla IV. 80. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo. ....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla IV. 81. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo. ....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla IV. 82. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo. ....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla IV. 83. Índices de diversidad calculados para el grupo de bromelias del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo. ....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla IV. 84. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo. ....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla IV. 85. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla IV. 86. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla IV. 87. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo del CUS. ....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla IV. 88. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo del CUS.....</i>	<i>118</i>

<i>Tabla IV. 89. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo del CUS.</i>	119
<i>Tabla IV. 90. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de las bromelias del CUS.</i>	119
<i>Tabla IV. 91. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de los pastos del CUS.</i>	119
<i>Tabla IV. 68. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</i>	121
<i>Tabla IV. 69. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</i>	122
<i>Tabla IV. 70. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo</i>	122
<i>Tabla IV. 95. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.</i>	123
<i>Tabla IV. 96. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.</i>	124
<i>Tabla IV. 97. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el CUS.</i>	124
<i>Tabla IV. 74. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.</i>	126
<i>Tabla IV. 75. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.</i>	127
<i>Tabla IV. 100. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo del CUS.</i>	129
<i>Tabla IV. 101. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo del CUS.</i>	129
<i>Tabla IV. 78. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo del CUS.</i>	130
<i>Tabla IV. 79. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de las cactáceas del CUS.</i>	130
<i>Tabla IV. 80. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</i>	131
<i>Tabla IV. 81. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</i>	132
<i>Tabla IV. 82. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo</i>	132
<i>Tabla IV. 83. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.</i>	132
<i>Tabla IV. 84. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.</i>	133
<i>Tabla IV. 85. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el CUS.</i>	133
<i>Tabla IV. 86. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.</i>	136



<i>Tabla IV. 87. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.....</i>	136
<i>Tabla IV. 88. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo del CUS.....</i>	138
<i>Tabla IV. 89. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo del CUS.....</i>	138
<i>Tabla IV. 90. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo del CUS.....</i>	138
<i>Tabla IV. 91. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de los pastos del CUS.....</i>	139
<i>Tabla IV. 92. Especies en alguna categoría de riesgo por tipo de vegetación.....</i>	139
<i>Tabla IV. 117. Especies registradas en el SAR bajo alguna categoría de riesgo.....</i>	144
<i>Tabla IV. 94. Coordenadas UTM de los transectos de muestreo para fauna en el SAR.....</i>	157
<i>Tabla IV. 95. Resumen del número de especies identificadas en los muestreos en la SAR.....</i>	159
<i>Tabla IV. 96. Especies identificadas en la SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Reptiles).....</i>	162
<i>Tabla IV. 97. Especies identificadas en la SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Mamíferos).....</i>	163
<i>Tabla IV. 98. Especies identificadas en la SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Aves).....</i>	163
<i>Tabla IV. 123. Endemismo de las especies de fauna silvestre en la norma oficial que fueron registradas en la superficie de la SAR.....</i>	166
<i>Tabla IV. 100. Coordenadas UTM (Datum WGS84) de los transectos de muestreo establecidos para inferir la composición de especies de fauna en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo.....</i>	179
<i>Tabla IV. 101. Resumen del número de especies identificadas en los muestreos en el CUS.....</i>	181
<i>Tabla IV. 102. Especies identificadas en el CUS, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Reptiles).....</i>	183
<i>Tabla IV. 103. Especies identificadas en el CUS, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Mamíferos).....</i>	183
<i>Tabla IV. 104. Especies identificadas en el CUS, número de individuos, densidad relativa, e Índice de Shannon-Wiener (Aves).....</i>	184
<i>Tabla IV. 129. Endemismo de las especies de fauna silvestre en la norma oficial que fueron registradas en la superficie de la SAR.....</i>	186
<i>Tabla IV. 106. Servicios ambientales que presta la vegetación presente en la superficie del predio.....</i>	190
<i>Tabla IV. 131. Cálculo de carbono capturado.....</i>	193
<i>Tabla IV. 108. Comparativa de la flora vascular registrada en la cuenca hidrológica forestal y en el interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo para Selva Baja Caducifolia.....</i>	194
<i>Tabla IV. 109. Comparativa de la flora vascular registrada en la cuenca hidrológica forestal y en el interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo para Bosque Pino-Encino.....</i>	195
<i>Tabla IV. 134. Comparativa de la flora vascular registrada en la cuenca hidrológica forestal y en el interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo para Bosque Encino-Pino.....</i>	197
<i>Tabla IV. 135. Comparación de la fauna silvestre registrada en la superficie del predio con respecto a la lista obtenida durante los muestreos realizados en el interior de la cuenca hidrológico-forestal..</i>	198
<i>Tabla IV. 136. Pérdida de suelo estimada para los tres tramos en que se desarrollara el proyecto de ampliación.....</i>	202
<i>Tabla IV. 137. Pérdida real de suelo por efecto del cambio de uso de suelo de forma anual.....</i>	203
<i>Tabla IV. 114. Pérdida real de captación de agua en la superficie de cambio de uso de suelo.....</i>	205

Tabla IV. 115. Cobertura del suelo y tipos de vegetación en la cuenca hidrológica forestal (Serie VI del INEGI)..... 206

Tabla IV. 140. Grado de afectación de los servicios ambientales que proporciona la cuenca hidrológica derivado del cambio de uso de suelo propuesto para la ejecución del proyecto. .... 207

Tabla IV. 141. Análisis de riesgo a los servicios ambientales. .... 208

## **IV. Descripción del Sistema Ambiental Regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.**

### **IV.1. Introducción**

Como se ha referido en capítulos anteriores, el proyecto se pretende realizar en un área en donde sus componentes naturales originales se encuentran incididos y/o, en algunos casos, modificados por la presencia y operación de un proyecto de la misma naturaleza. Sin embargo, con el fin de demostrar la estructura, el funcionamiento y el grado de conservación tanto del SAR como del área del proyecto, respecto a los componentes ambientales bióticos (flora y fauna) que en estos se encuentran, se revisaron diversas fuentes bibliográficas, así como bases de datos especializadas en biodiversidad, tales como: Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO), Naturalista y Global Biodiversity Information Facility (GBIF), mismas que permiten contar con información veraz y objetiva que sirva como base y marco de referencia.

Una vez referido lo anterior, y previo al análisis de los componentes bióticos, es importante identificar las áreas de interés ecológico en las que pudiera incidir el proyecto.

### **IV.2. Áreas de importancia ecológica**

Se realizó una revisión de las diferentes zonas o regiones de importancia ecológica establecidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), con la finalidad de contar con un panorama de referencia integral, respecto a los diferentes componentes ambientales.

#### **IV.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)**

Con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), se tiene que estas permiten caracterizar algunas partes del territorio que destacan por su importancia en materia de biodiversidad. En lo que respecta al proyecto, se tiene que las RTP más cercanas son las de Huitepec Tzontehuitz y La Chacona-Cañon del Sumidero. Sin embargo, cabe mencionar que el proyecto **no incidirá** de ninguna forma sobre las mismas, tal y como se evidencia en la siguiente figura.

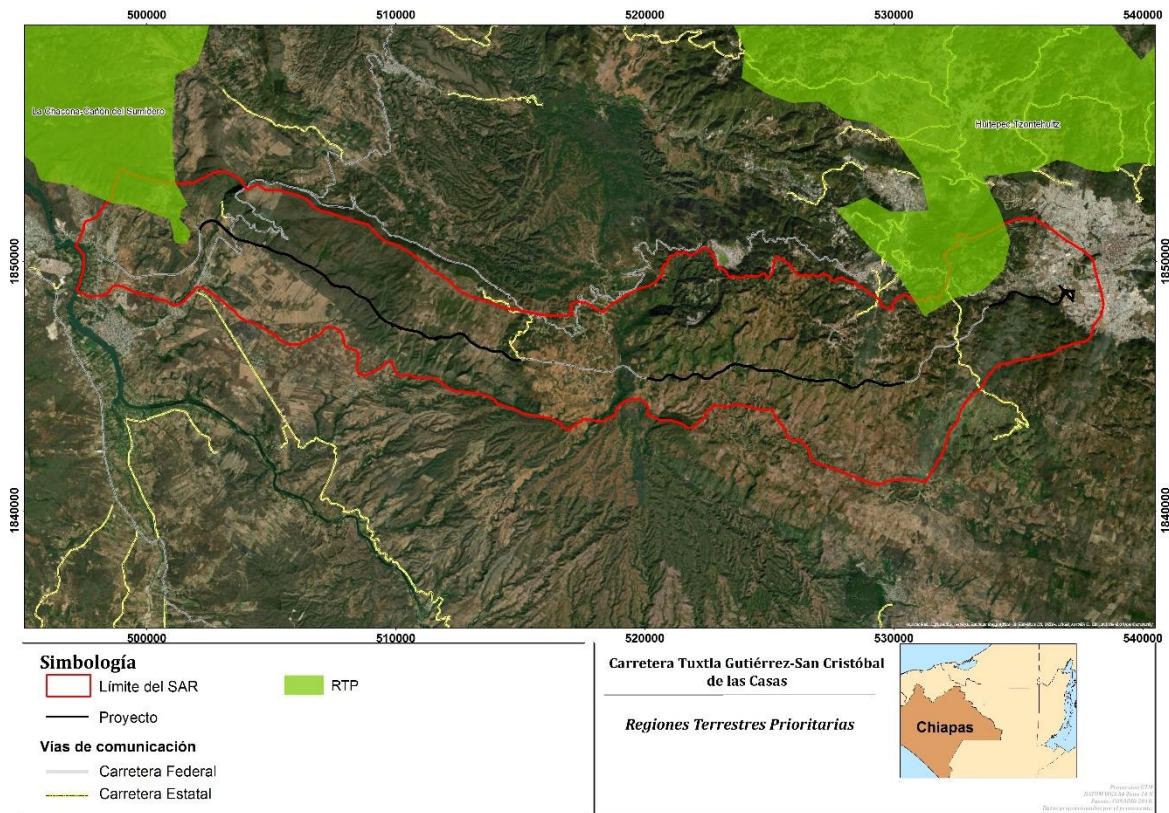


Fig.1 Ubicación de la superficie del predio con respecto de las Regiones Terrestres Prioritarias.

Derivado de lo anterior, se tiene que el proyecto al no incidir sobre alguna RTP, su ejecución en ningún momento incrementa o contribuye con las problemáticas que han sido identificadas para dichas regiones.

#### IV.2.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

En la siguiente figura se puede observar que tanto el SAR, como el polígono del proyecto **no inciden** en ninguna Región Hidrológica Prioritaria (RTP), siendo la más cercana La Sepultura-Suchiapa.



Fig. IV.2 Ubicación de la superficie del predio con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

### IV.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's).

Como se muestra en la siguiente figura, el área del proyecto no se empalma con ninguna AICA. Siendo las más cercanas las de Cerros alrededor de San Cristóbal, Corredor Laguna Bélgica-Sierra Limón- Cañón Sumidero y la de Zapotal-Mactumatza. En este sentido, el proyecto **no incidirá** sobre estas áreas de valor ambiental, aunado a que las características propias del mismo no se consideran de riesgo para este tipo de fauna.

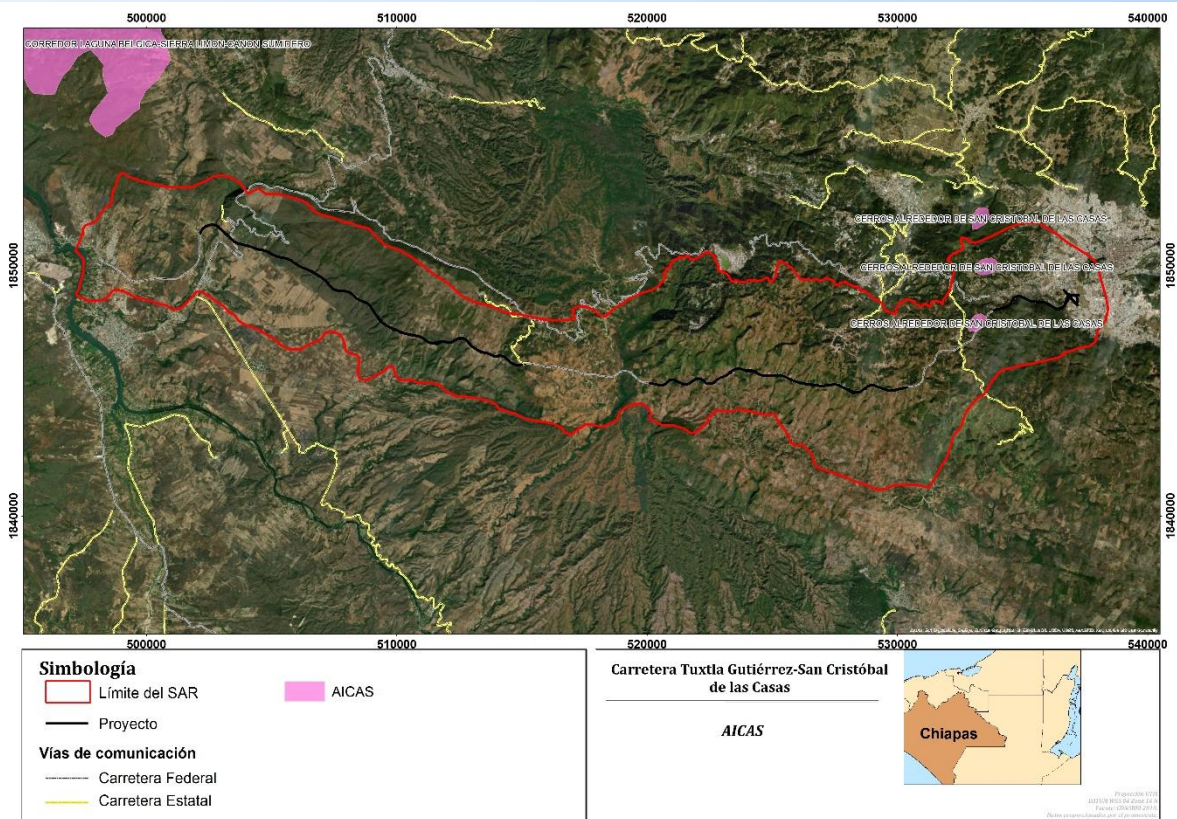


Fig. IV.3 Ubicación de la superficie del proyecto con respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

### IV.3. Vegetación

Los tipos de vegetación presentes en el SAR y en el polígono del proyecto, se identificaron con base en los archivos vectoriales de los Usos de Suelo y los Tipos de Vegetación (USV) de INEGI, Serie VI (2016), mismos que se refieren en los siguientes apartados.

#### IV.3.1. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR

Los usos de suelo y tipos de vegetación<sup>1</sup> (USV) de acuerdo con INEGI serie VI (2016), registran para el SAR un total de 3 usos de suelo y 4 tipos de vegetación con sus variantes de vegetación secundaria, así como cuerpos de agua, tal como se muestra en la siguiente tabla.

<sup>1</sup> La cartografía de uso de suelo y vegetación de INEGI incluye información completaría que no es parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que incide sobre ellas (zonas urbanas, cuerpos de agua, áreas desprovistas de vegetación, asentamientos humanos).

Tabla IV. 1. Usos de suelo y tipo de vegetación en el SAR.

Clave	Usos de Suelo	Estrato	Tipo	Superficie (Ha)	Superficie (Ha)	
					Forestal	No Forestal
AH	Urbano Construido			693.56		693.56
BPQ	Bosque de Pino - Encino			342.77	342.77	
BQ	Bosque de Encino			126.75	126.75	
BQP	Bosque de Encino - Pino			134.59	134.59	
H2O	Cuerpo de Agua			29.06		29.06
PC	Pastizal Cultivado			1395.85		1395.85
PI	Pastizal Inducido			834.58		834.58
RAP	Agricultura de Riego Anual y Permanente		Riego Anual y Permanente	241.44		241.44
TA	Agricultura de Temporal Anual		Temporal Anual	9156.50		9156.50
TAP	Agricultura de Temporal Anual y Permanente		Temporal Anual y Permanente	710.54		710.54
VSa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino - Encino	Arbustivo		126.76	126.76	
VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arbóreo de Bosque de Pino - Encino	Arbóreo		301.84	301.84	
VSa/BQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	Arbustivo		1603.53	1603.53	
VSA/BQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino	Arbóreo		669.43	669.43	
VSa/BQP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino - Pino	Arbustivo		3303.48	3303.48	
VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	Arbustivo		755.15	755.15	
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	Arbóreo		1463.95	1463.95	
<b>Subtotal</b>				<b>21889.79</b>	<b>8828.26</b>	<b>13061.53</b>
<b>Porcentaje (%)</b>					<b>40.33</b>	<b>59.67</b>
<b>Total</b>					<b>21889.79</b>	

Es importante mencionar, que los tipos de vegetación forestales identificados dentro del SAR cubren una superficie de 8,828.26 ha (40.33%), mientras que los usos de suelo no forestales (constituidas por espacios de uso agropecuario, cuerpos de agua y pastizales inducidos y cultivados) comprenden 13,061.53 ha (59.67%), sumando en total una superficie de 21,889.79 ha (100.00%).

Mediante la siguiente imagen se muestra la distribución y configuración de los usos de suelo y vegetación presentes dentro del SAR.

## Vegetación secundaria (Serie VI)

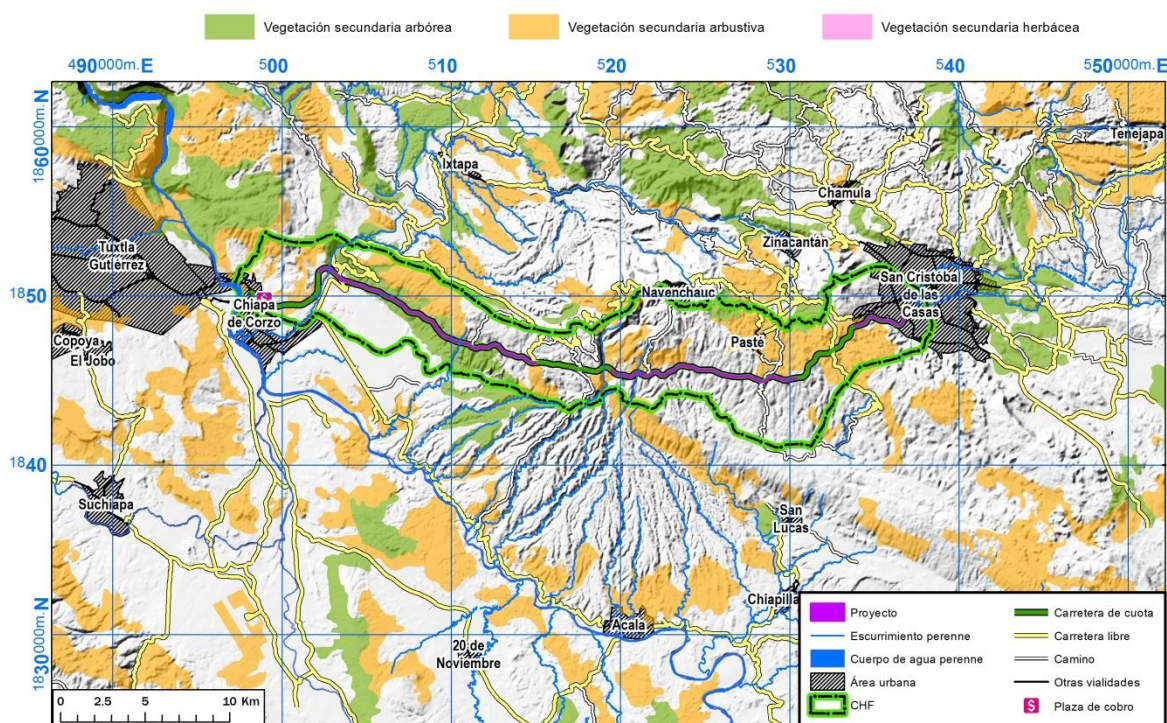


Fig. IV.4 Tipos de vegetación del SAR de acuerdo con la serie VI del INEGI.

Como se pudo observar en la imagen anterior, los usos de suelo y la vegetación en el SAR presentan una distribución heterogénea, en donde la vegetación dominante corresponde a vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino pino. En lo que respecta al uso de suelo este corresponde agricultura de temporal. Cabe mencionar, de manera general, que las actividades agrícolas han incidido de manera histórica en la distribución y composición de los tipos de vegetación y sus coberturas, generando parches o en algunos casos fragmentando sus superficies.

A continuación, se presenta una descripción de los tipos uso de suelo y vegetación presentes en el SAR (su presentación es en orden alfabético), con base a la Guía para la Interpretación de Cartografía de la serie VI proporcionada por INEGI:

- 1.- **Agricultura:** En este rubro se presentan los diferentes tipos de agricultura que se desarrollan dentro del SAR, sin embargo, conforme a lo desarrollado dentro de la Serie VI, también se incluyen plantaciones forestales, bosques y pastizales cultivados.
- 2.- **Cuerpo de Agua (H<sub>2</sub>O):** Extensión con cubierta de agua, como pueden ser escorrentías dentro del SAR.



3.- **Bosque de Encino (BQ):** Comunidades vegetales distribuidas en climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van de los 10 a 26°C y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000m de altitud. Se encuentran principalmente en exposición norte y oeste.

Se tiene presencia dentro del SAR, así como en casi todo el país, especialmente en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Norte de Oaxaca, Planicie Costera del Golfo Sur, con excepción de la Península de Yucatán.

Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus* (más de 200 especies en México). Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Por lo común este tipo de comunidad se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de mosaicos complejos.

4.- **Bosque de Encino-Pino (BQP):** Su distribución tiene presencia dentro del SAR del proyecto, asimismo, se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país, concentrándose la mayor parte en: Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur y en menor proporción Sierra Madre Oriental, Cordillera Centroamericana, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro y Península de Baja California.

Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28°C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800m.

Estas comunidades están conformadas por encinos (*Quercus spp.*), y en proporción algo menor de pinos (*Pinus spp.*). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino con una altura de 8 a 35m. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año.

5.- **Bosque de Pino-Encino (BPQ):** Su distribución tiene presencia dentro del SAR del proyecto, siendo característica de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28°C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500mm anuales.

Alcanzan alturas de 8 a 35m. Las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*), pero con dominancia de las primeras. Lo integran árboles perennifolios y caducifolios, con floración y fructificación variables durante todo el año.

6.- **Pastizal Cultivado o Sistema Pastoril:** Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, zona en donde se desallorra el proyecto. Su origen es antropogenico y regularmente forma parte del sistema productivo, al tener un coeficiente alto para agostadero.

7.- **Pastizal inducido:** Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer 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. Dentro del SAR, se tienen áreas desmontadas y agrícolas, que actualmente dan paso a pastizales. Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar. Aun haciendo abstracción de los pastos cultivados, pueden reconocerse muchas áreas cubiertas por el pastizal inducido, que sin duda alguna sostenían otro tipo de vegetación antes de la intervención del hombre y de sus animales domésticos.

8.- **Selva Baja Caducifolia (SBC).** Considerada como una de las selvas de mayor distribución en México, se tiene que se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Es importante mencionar que dichas condiciones prevalecen dentro del SAR del proyecto.

Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900m, rara vez hasta 2 000m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800m 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 pacifico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10m (eventualmente hasta 15m). 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.

9.- **Urbano construido:** conglomerado demográfico, considerando dentro del mismo los elementos naturales y las obras materiales que lo integran, siendo un caso la propia infraestructura carretera de la cual se desprende el proyecto.

10.- **Vegetación Secundaria:** existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: Incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea, de acuerdo con la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo de la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

Dentro del SAR y area del proyecto se pueden observar superficies que corresponden a vegetación secundaria, derivado de las diversas actividades antropogénicas que se realizan, incluyendo la actual carretera.

Para mayor detalle, de manera anexa se cita cada tipo de vegetación y uso de suelo conforme a la Guía para la Interpretación de Cartografía de la serie VI proporcionada por INEGI.

#### **IV.3.2. Usos de suelo y tipos de vegetación en el área del proyecto.**

Al igual que para el SAR, en lo que refiere a los tipos de vegetación dentro del área del proyecto, se tomó como base de consulta la literatura del sistema de clasificación de tipos de

uso de suelo del INEGI (Serie VI), misma que fue descrita en el apartado anterior y puede ser consultada de manera anexa.

Considerando dicha clasificación, se tiene que dentro del área del proyecto existe los siguientes: Agrícola, Cuerpo de agua, Bosque de Encino, Bosque de Encino – Pino, Bosque de Pino – Encino, Pastizal Inducido, Selva Baja Caducifolia, Sin vegetación aparente, Urbana Construido. Sin embargo, con base a los recorridos de campo y los resultados obtenidos de los muestreos realizados en la superficie de CUS, se hace constar que el tipo de vegetación en la superficie solicitada para cambio de uso de suelo solo corresponde a Selva Baja Caducifolia, Bosque de Pino – Encino y Bosque de Encino – Pino. Mediante la siguiente tabla se muestran los tipos de vegetación obtenidos mediante los trabajos de campo.

*Tabla IV. 2. Vegetación registrada para la superficie de Cambio de Uso de Suelo corroborada en campo.*

No. -	Clave	Usos de suelo	Superficie (Ha)	Superficie (Ha)		Porcentaje (%)
				Forestal	No Forestal	
1	SBC	Selva Baja Caducifolia	6.0945	6.0945	---	18.09
2	BPQ	Bosque de Pino Encino	4.144	4.144	---	12.30
3	BQP	Bosque de Encino Pino	0.6872	0.6872	---	2.04
4	SVA	Sin Vegetación Aparente	22.7638	---	22.7638	67.57
Total			33.6895	10.9257	22.7638	100

Mediante la siguiente imagen se muestra la distribución y configuración de los usos de suelo y vegetación presentes dentro del área del proyecto.

## Vegetación (Serie VI)

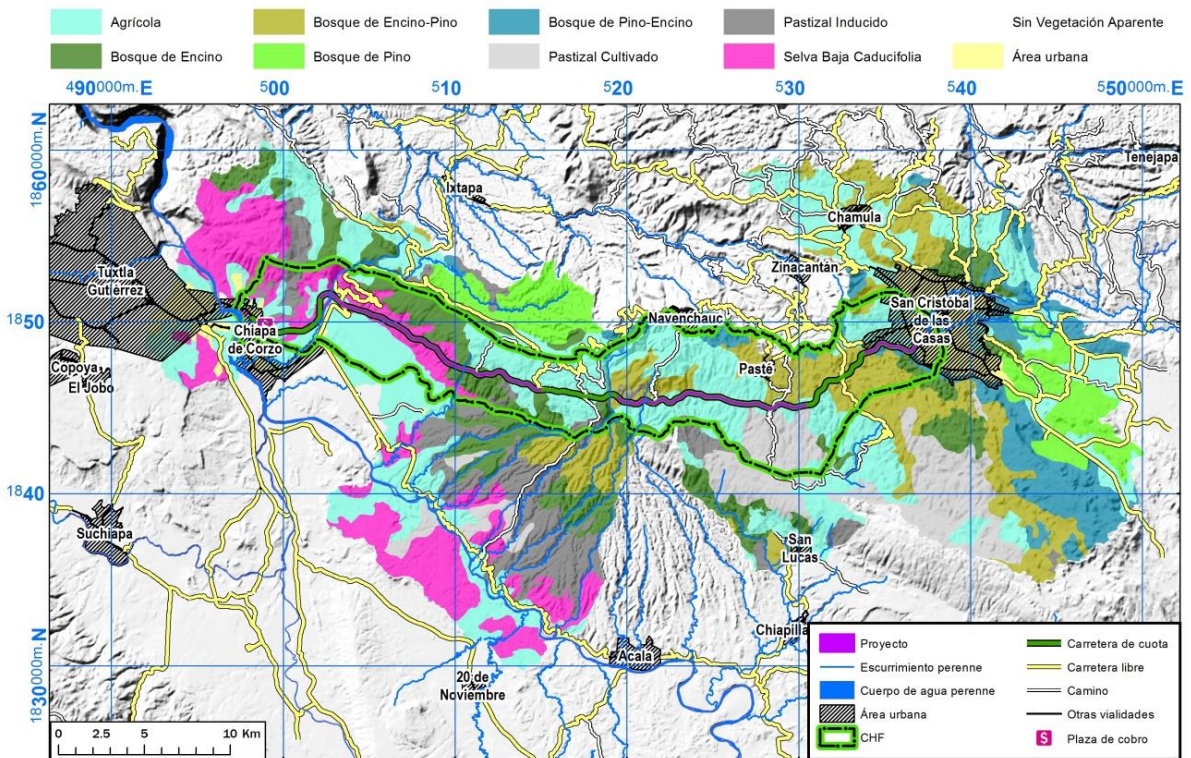


Fig. IV.5 Tipos de vegetación del área del proyecto de acuerdo con la serie VI del INEGI.

Como se pudo observar en la imagen anterior, al igual que dentro del SAR los usos de suelo y la vegetación presentan una distribución heterogénea, en donde la vegetación dominante corresponde a vegetación de selva baja caducifolia. En lo que respecta al uso de suelo este corresponde a sin vegetación aparente, lo anterior coincide con lo referido en capítulos anteriores, en donde se indica que el proyecto se pretende desarrollar en una área previamente modificada en la mayoría de su superficies (67.5%).

A continuación, se presenta una descripción de los tipos uso de suelo y vegetación presentes en el área del proyecto identificados mediante el trabajo de campo y que no fueron descritos dentro del apartado predio.

1.- **Área desprovista de vegetación:** superficie donde la vegetación natural o inducida ha sido eliminada por diferentes actividades humanas, siendo principalmente para el caso que nos ocupa, lo correspondiente al derecho de vía de la carretera existente.

2.- **Sin vegetación aparente:** considera las áreas en donde no es visible o detectable alguna comunidad vegetal. Se incluyen los eriales, depósitos litorales, bancos de ríos y aquellas áreas

donde algún factor ecológico no permite o limita el desarrollo de la cubierta vegetal como falta de suelo, elevado nivel de salinidad o sodicidad y climas extremos (muy fríos o áridos).

#### IV.3.3. Revisión bibliográfica y de bases de datos de la flora presente en el SAR

Durante la revisión de bases de datos de flora para el SAR, se reportan registros de seis clases: Magnoliopsida, Liliopsida, Pinopsida, Polypodiopsida, Bryopsida y Jungermanniopsida. En donde la clase que presenta el mayor número de registros es Magnoliopsida (ver siguiente figura). Por otro lado, la base de datos de los registros de flora en el SAR puede ser consultado en los anexos de este DTU.

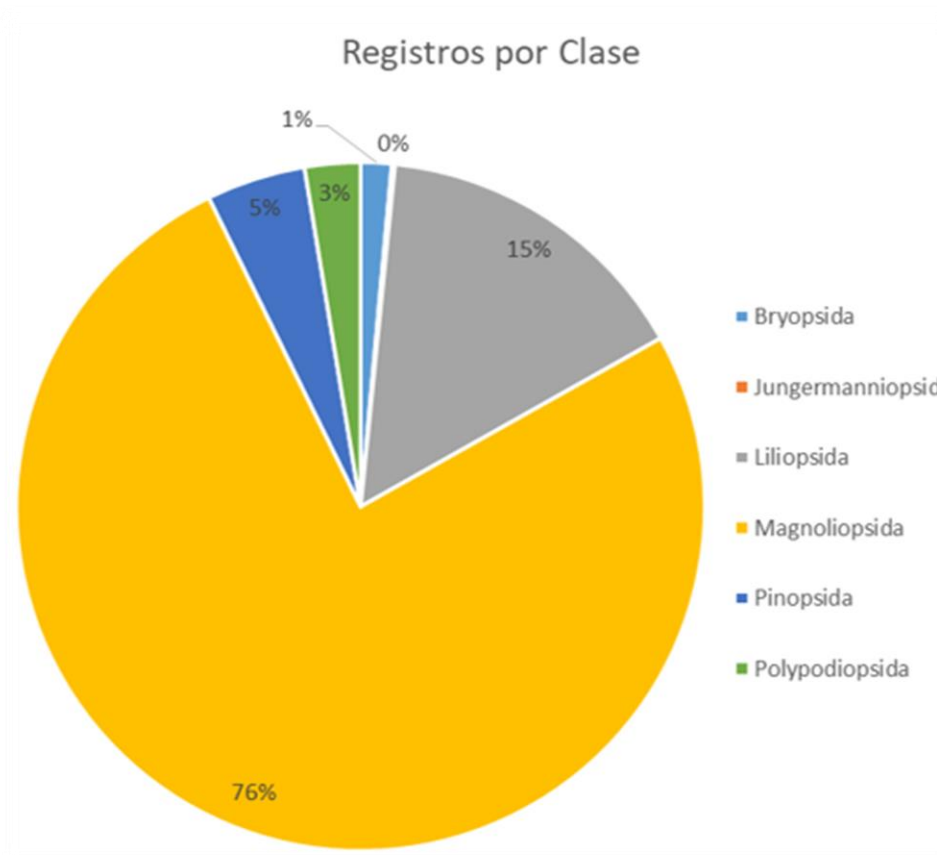


Fig. IV.6 Abundancia relativa de las clases de flora en el SAR.

Cabe mencionar que para la clase Jungermanniopsida únicamente se reportó una sola especie con un registro (*Bryopteris diffusa*).

A continuación se presenta una descripción de las clases registradas en el SAR de acuerdo con la bibliografía y las bases de datos consultadas.

## Clase Magnoliopsida

Para esta clase, dentro del SAR se reportaron un total de 28 órdenes (ver siguiente figura), 84 familias y 359 especies. El orden más abundante de acuerdo con los registros es Asterales, este orden considerado como cosmopolita cuenta con la familia más numerosa de plantas (Asteraceae), representado principalmente por herbáceas y arbustivas.

En lo que respecta a la clase Magnoliopsida su importancia radica, entre otras, en su rol para la alimentación, al tener individuos frutales, medicinales y para forraje. El listado **bibliográfico** de las especies de flora registradas en el SAR se detalla en el capítulo IX de este DTU.

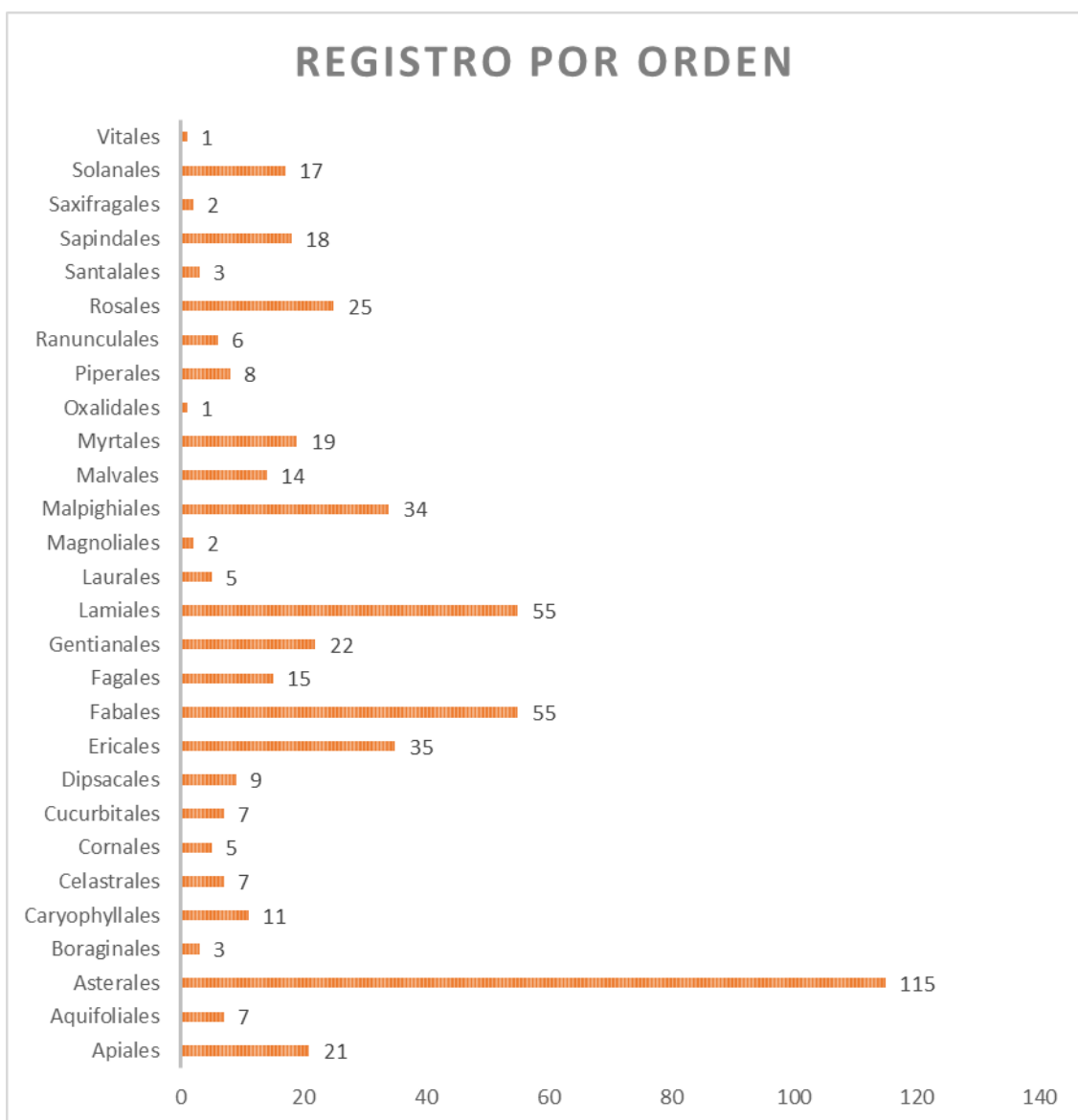


Fig. IV.7 Registro de orden para la Clase Magnoliopsida en el SAR.

## Clase Liliopsida

Se representa principalmente por herbáceas (raramente leñosas), sin crecimiento secundario, son consideradas de gran importancia para el mantenimiento de los ecosistemas y cuentan con una distribución mundial. Para el caso del SAR se reportan un total de ocho órdenes, trece familias y 69 especies, en donde el orden con el mayor número de registros obtenidos fue el de Asparagales (ver siguiente figura).

El listado **bibliográfico** de las especies reportadas en el SAR se detalla en el capítulo IX de este DTU.

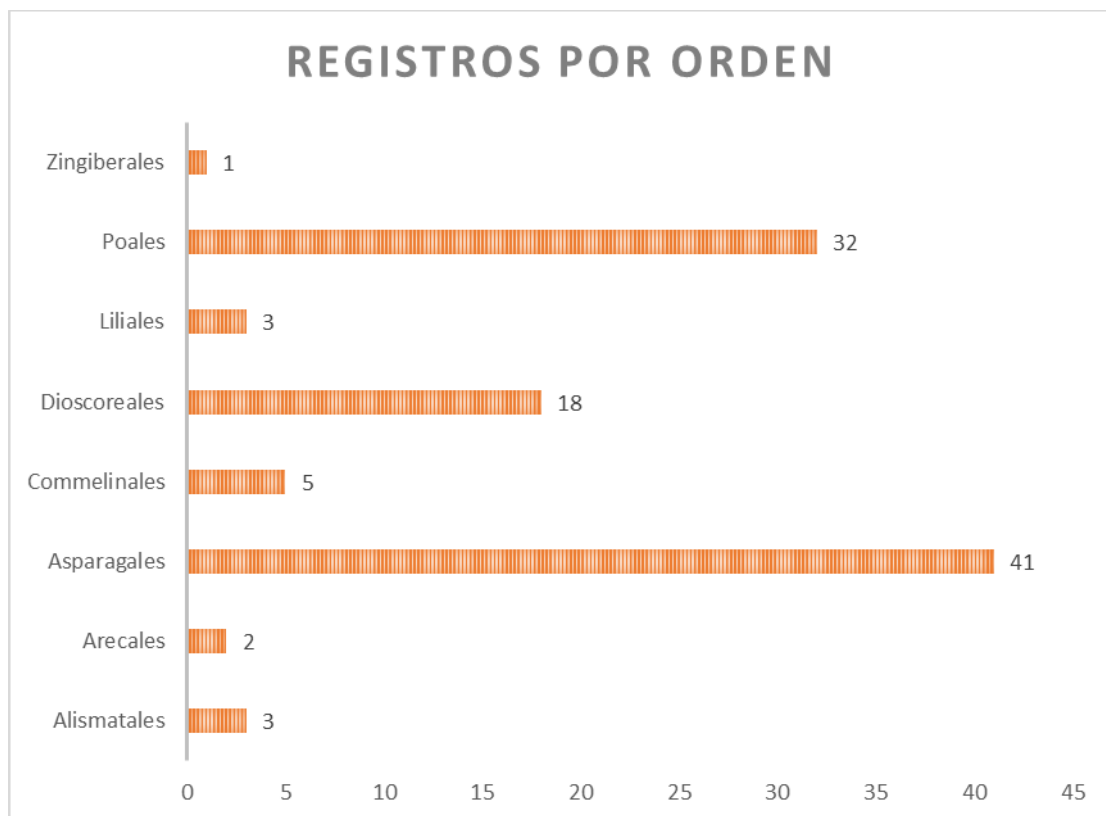


Fig. IV.8 Registro de orden para la Clase Liliopsida en el SAR.

## Clase Pinopsida

Esta clase es el grupo más importante de gimnospermas desde un punto de vista ecológico y económico. Filogenéticamente son un grupo parafilético respecto a Gnetales. En un momento las pinales/coníferas fueron dominantes en las comunidades de plantas en todo el mundo. En la actualidad fueron reemplazadas en muchos lugares por las angiospermas, pero todavía son dominantes en muchos bosques de coníferas. Los miembros de este grupo son llamados



coníferas porque la mayoría lleva las semillas en estructuras especializadas llamadas conos. Respecto a su estructura se representa principalmente por organismos arbóreos.

En lo que refiere al SAR se reporta un solo orden (Pinales), dos familias (Cupressaceae y Pinaceae) y cinco especies con un total de 32 registros en conjunto.

### Clase Polypodiopsida

Esta clase se constituye principalmente por helechos por lo que su desarrollo es de tipo herbáceo, sin embargo se han identificado especies arborescentes. Se localizan en lugares húmedos tropicales, en donde su crecimiento se presenta en el suelo y fuste de árboles, así como en sistemas acuáticos, muestran una distribución en todo el mundo.

Para el caso del SAR se reportan dos órdenes, siete familias y catorce especies (ver siguiente figura).



Fig. IV.9 Registro de orden para la Clase Polypodiopsida en el SAR.

### Clase Bryopsida

Dentro de esta clase se agrupa el 95% del total de los musgos. Conforman un amplio grupo con aproximadamente unas 22.000 especies de plantas pequeñas que crecen habitualmente en zonas húmedas sobre el suelo, troncos de árboles y rocas. Las briofitas son plantas embrionarias no vasculares (sin vasos conductores) que incluyen musgos, hepáticas y antocerotas. Algunas especies son acuáticas, y otras pueden sobrevivir en zonas áridas y secas.

Para el caso del SAR se reportaron cuatro órdenes, cinco familias y siete especies (ver siguiente figura).



Fig. IV.10 Registro de orden para la Clase Bryopsida en el SAR.

### Clase Jungermanniopsida

La clase de Jungermanniopsida corresponde a una clase de musgos hepáticos (Hepaticophyta), con alrededor de 5.000 a 7.000 especies, en donde más de las tres cuartas partes corresponde a hepáticas; de estas, comprende hepáticas talosas pero sobre todo formas foliosas. La mayoría de las especies crecen postradas y presentan ramificación dicotómica.

Se consideran muy abundantes en los bosques tropicales, pues es donde hay más humedad. Viven directamente sobre humus, corteza de árbol o pueden llegar a vivir sobre hojas perennes, inclusive algunas pueden vivir flotando en el agua.

En lo que respecta al SAR, como ya se mencionó, únicamente se tiene el registro de una especie con un registro (*Bryopteris diffusa*), pertenecientes a la familia Lejeuneaceae y orden Porellales.

#### IV.3.4. Especies bibliográficas registradas en el SAR en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

Una vez revisado el listado de las especies de flora que pudieran estar presentes en el SAR, de acuerdo con la bibliografía y las bases de datos consultadas, se obtuvo que diez especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 3. Especies identificadas bibliográficamente en el SAR bajo categoría de riesgo.

ID	Especie	Nombre común	Estatus	Endémica
1	<i>Chamaedorea geonomiformis</i>	Camedor guayita	Amenazada (A)	No
2	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	Árbol de manitas	Amenazada (A)	No
3	<i>Comarostaphylis discolor</i>	Madroño	Sujeta a protección especial (Pr)	No
4	<i>Croton guatemalensis</i>	Algodoncillo	Sujeta a protección especial (Pr)	No
5	<i>Epidendrum cnemidophorum</i>	-----	Amenazada (A)	No
6	<i>Juglans major</i>	Nogal cimarron	Amenazada (A)	No
7	<i>Oncidium leucochilum</i>	Oncidium de labio blanco	Amenazada (A)	No
8	<i>Rhynchostele pygmaea</i>	-----	Sujeta a protección especial (Pr)	No
9	<i>Tillandsia ponderosa</i>	Clavel de aire	Amenazada (A)	No
10	<i>Tillandsia seleriana</i>		Amenazada (A)	No

Mediante las siguientes imágenes se presenta la distribución de las especies bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Fig. IV.11 *Chamaedorea geonomiformis* y su distribución.

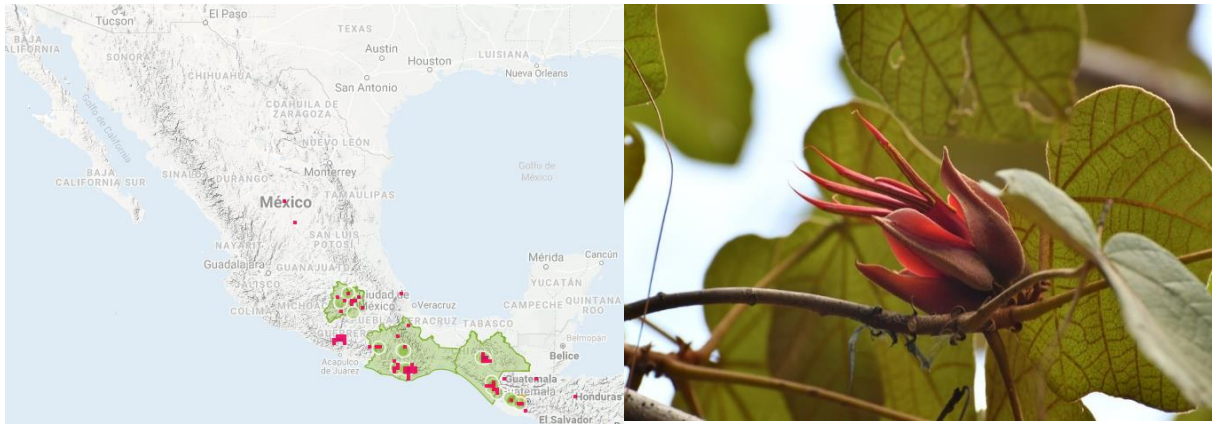


Fig. IV.12 *Chiranthodendron pentadactylon* y su distribución.

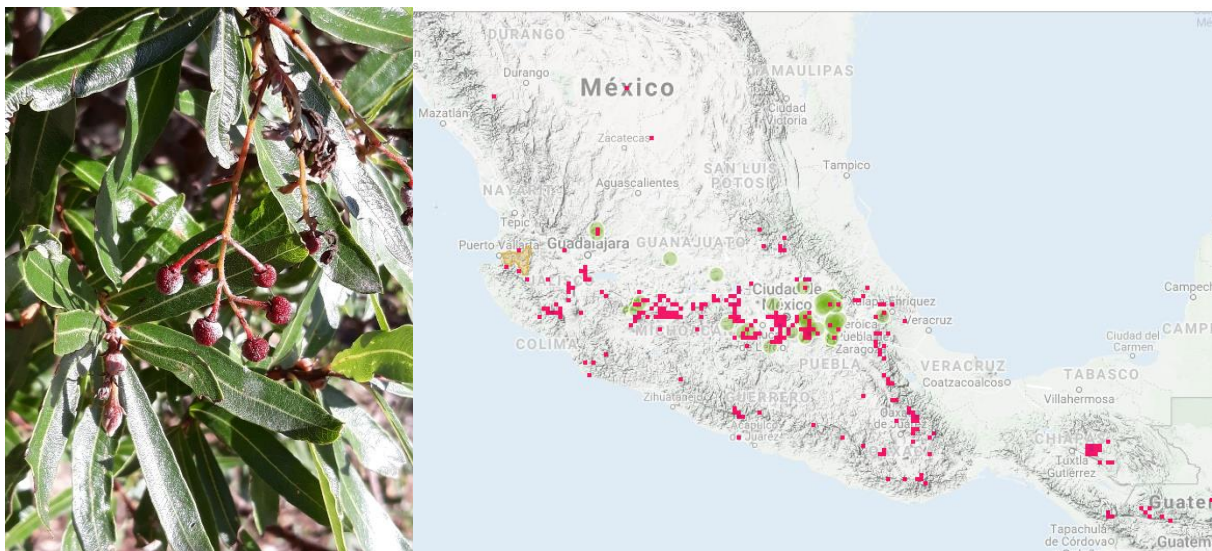


Fig. IV.13 *Comarostaphylis discolor* y su distribución.

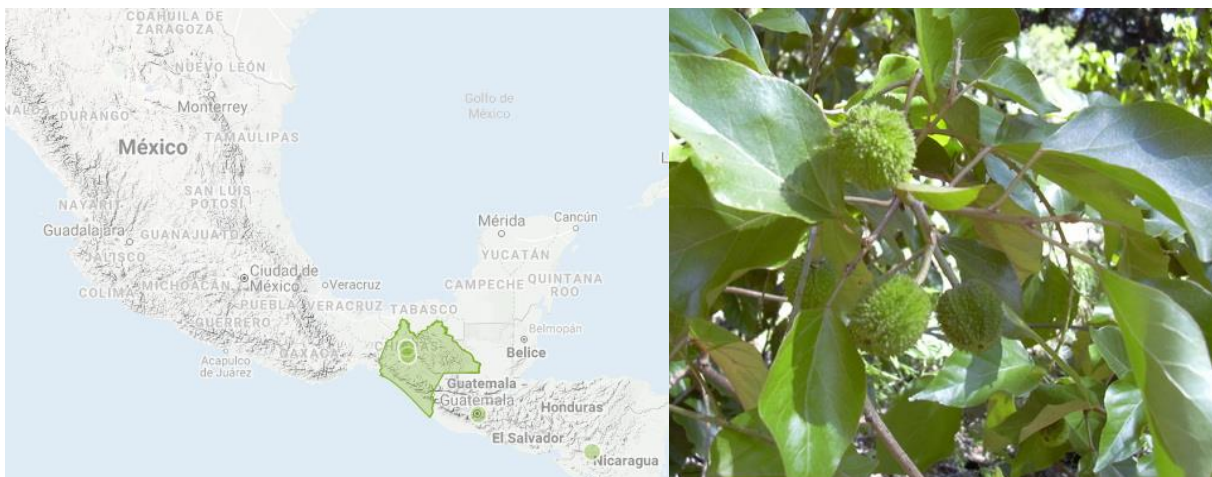


Fig. IV.14 *Croton guatemalensis* y distribución.

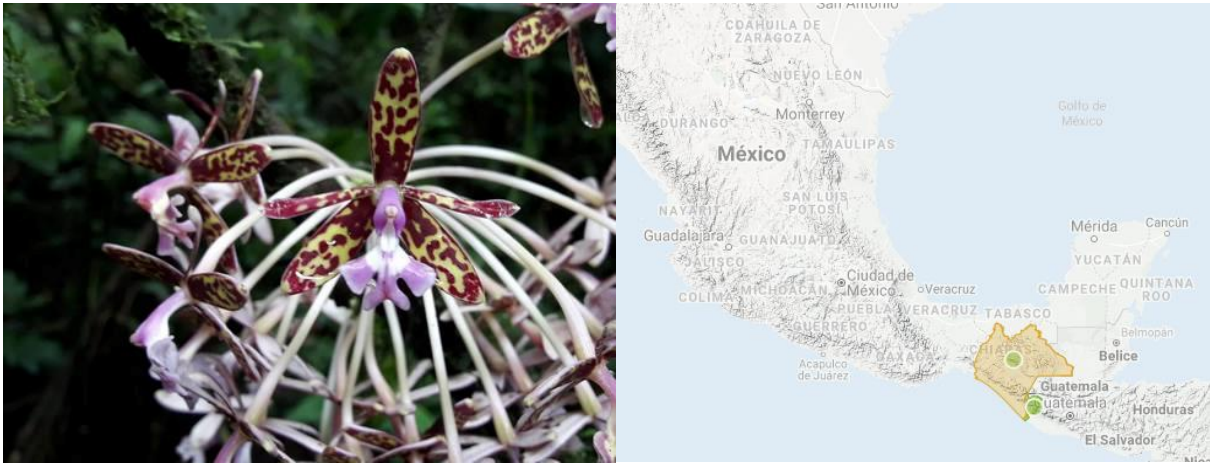


Fig. IV.15 *Epidendrum cnemidophorum* y su distribución.

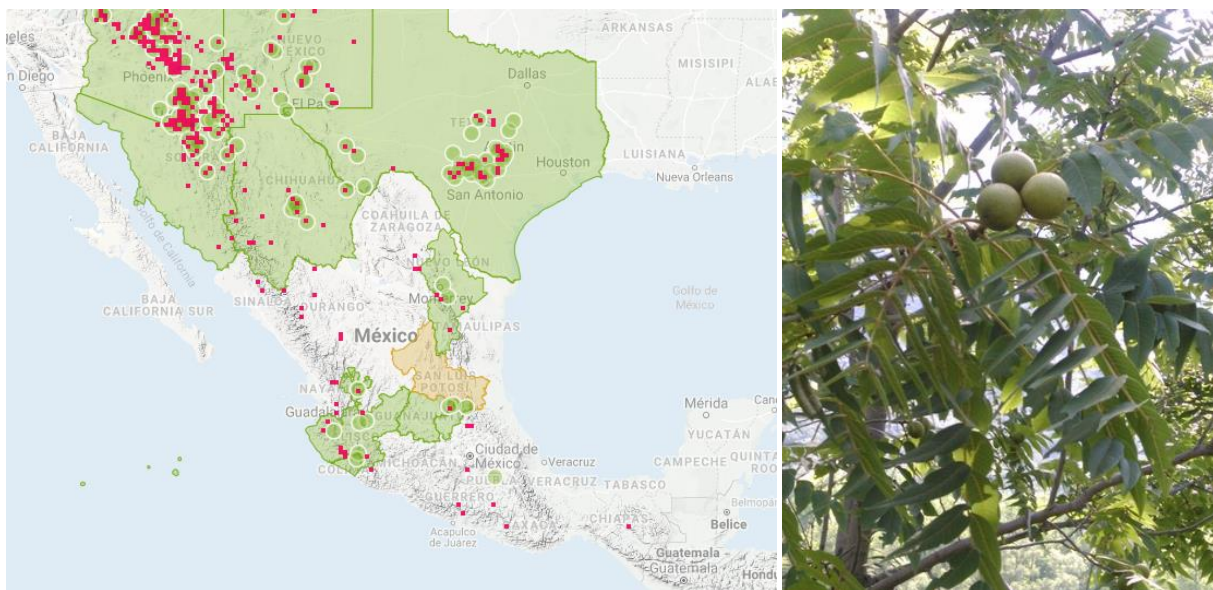


Fig. IV.16 *Juglans major* y su distribución.

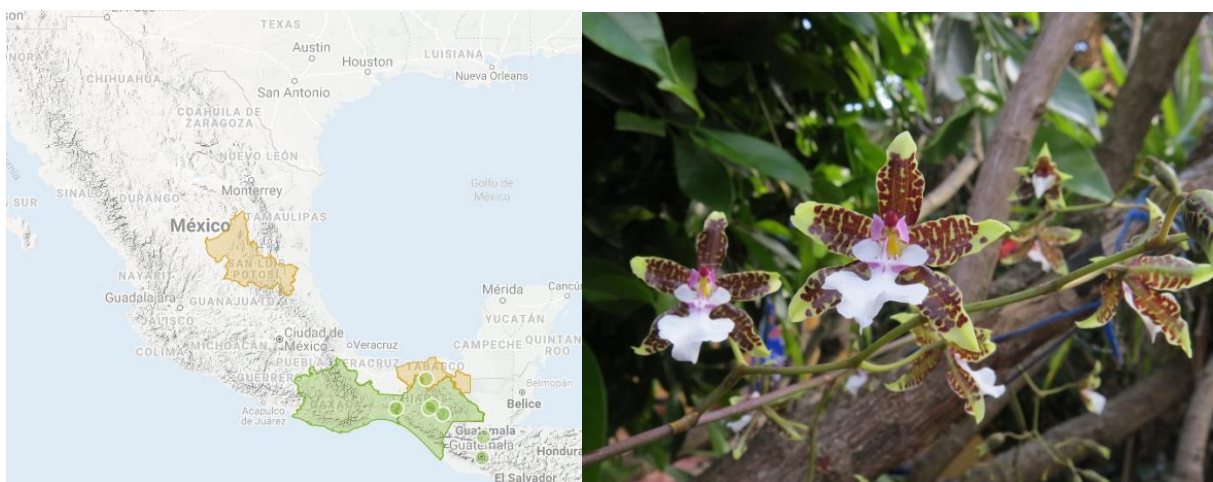


Fig. IV.17 *Oncidium leucochilum* y su distribución.

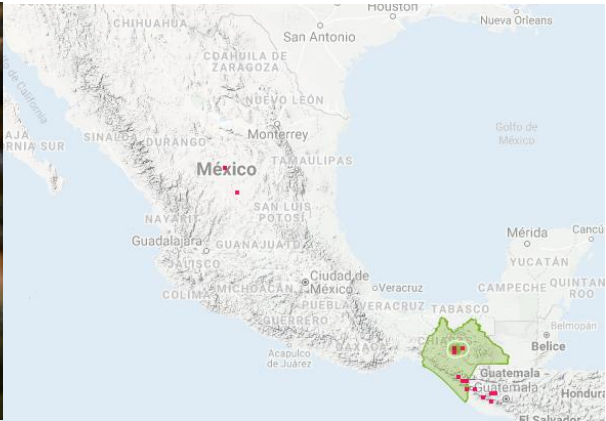


Fig. IV.18 *Rhynchosstele pygmaea* y su distribución.

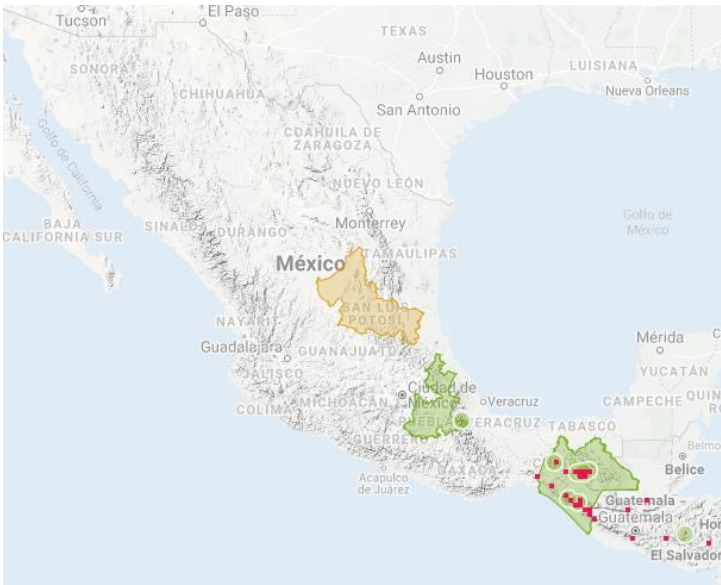


Fig. IV.19 *Tillandsia ponderosa* y su distribución.

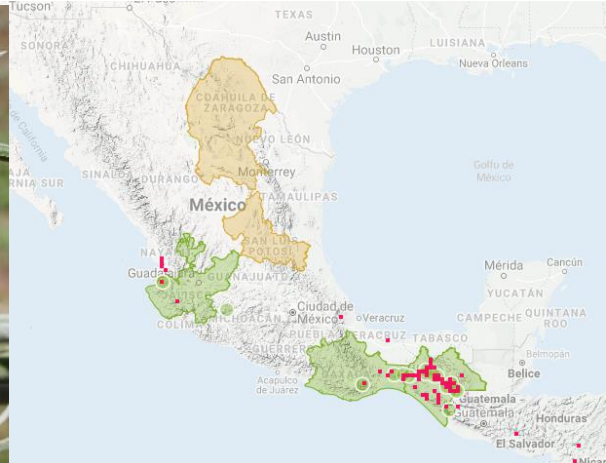


Fig. IV.20 *Tillandsia seleriana* y su distribución.

Como se pudo evidenciar, la distribución de las especies listadas bajo alguna categoría de protección y que se tiene su registro bibliográfico en la zona, no se limita al área del proyecto, y en la mayoría de los casos va más allá de los límites estatales, encontrándose inclusive especies en donde su distribución trasciende del territorio nacional.

#### **IV.4. Trabajo de campo de flora**

Para una mejor identificación y análisis de la flora se llevó a cabo trabajo de campo, en este sentido se realizaron muestreos dirigidos utilizando el criterio del análisis cartográfico, en donde se consideraron los tipos de vegetación existentes conforme a lo referido por el INEGI en su Serie VI.

##### **IV.4.1. Técnica de muestreo.**

Los inventarios forestales se pueden definir como un procedimiento operativo para recopilar información cuantitativa y cualitativa sobre los recursos forestales, para después analizar y resumir esa información en una serie de datos estadísticos (INEGI, 2005). De acuerdo con los objetivos propuestos, el inventario forestal “trata de describir la cantidad y calidad de los árboles de un ecosistema y muchas de las características de la zona del terreno donde crecen los mismos” (Romahn et al., 1994).

Con la finalidad de cumplir con los objetivos establecidos, el inventario recurre a distintas herramientas, como lo son: Técnicas e instrumentos de medición directos; Técnicas de muestreo; Topografía, cartografía y fotointerpretación, entre otros, por lo que en este sentido, para la obtención de los datos que nos permitieran calcular la diversidad de la vegetación de la cuenca hidrológico forestal se utilizó la técnica de muestreo, la cual es una herramienta que consiste en utilizar sitios denominados unidades de muestreo, que deben ser representativos de la población objeto de estudio sobre la cual se realiza la toma de datos necesaria para dar respuesta a los objetivos planteados.

El número, el tamaño y la distribución de estas unidades se encuentra en función de la precisión requerida, el tiempo disponible y la heterogeneidad u homogeneidad de las comunidades a estudiarse (Carrillo, 2008), por lo que, sobre este respecto, para poder evaluar la vegetación del SAR se utilizó el mismo tamaño de muestra de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo.

- **Delimitación de los sitios de muestreo.**

El “Método de cuadrante” es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación con los transectos. El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. El tamaño del cuadrante es inversamente relacionado con la facilidad y velocidad de muestreo. El tamaño del cuadrante depende también de la forma de vida, por lo que estos pueden estar constituidos por cuadros, rectángulos o círculos y sus dimensiones dependen del tamaño de las plantas a evaluar, por lo que dichas parcelas pueden ser de 5 x 5 m, 10 x 5 m, 10 x 10 m o 20 x 10 m, dependiendo de la densidad de individuos.

En este sentido, para caracterizar la vegetación de la cuenca hidrológico forestal se utilizaron parcelas rectangulares de 5 m x 20m, contabilizando el número de ejemplares por especie identificada cuando la mitad o más del individuo se localizan dentro de esta, no considerándose en caso contrario su presencia. Así mismo, se midieron los parámetros dasométricos de altura, diámetro basal a 10 cm y/o diámetro a la altura de pecho (1.30 m), así como los diámetros de copa tomados de norte a sur y de oriente a poniente, para estar en condiciones de poder calcular en el siguiente capítulo el volumen forestal que será removido por el cambio de uso de suelo forestal.

Para la delimitación de las parcelas de muestreo se georreferenció primeramente el vértice SW de cada una de estas con apoyo de un equipo geoposicionador, realizando posteriormente el marcaje de los cuatro vértices partiendo del punto central en el sentido de las manecillas del reloj, estableciéndose de esta manera cuatro marcas con apoyo de cinta fluorescente (ver siguiente figura).



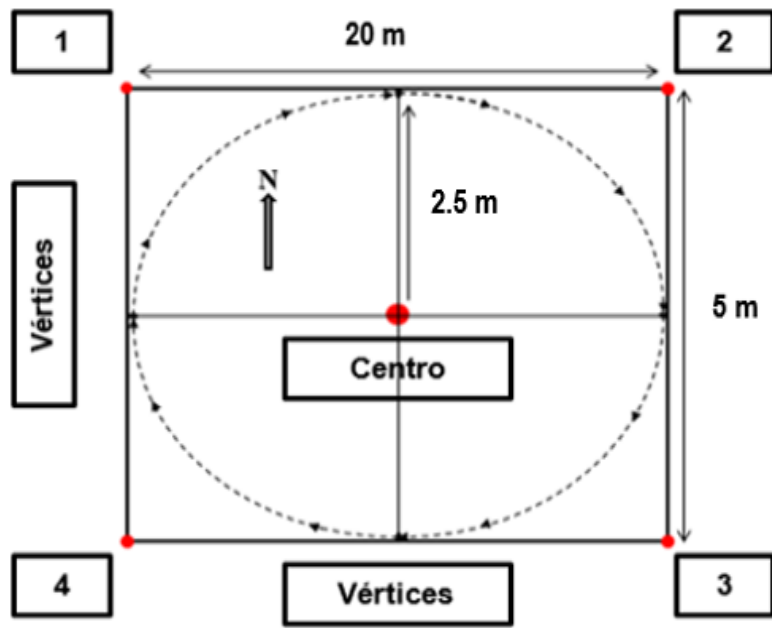


Fig. IV.21 Esquema que muestra la delimitación de las parcelas de muestreo.

Tal como fue señalado con anterioridad, en estas parcelas se midieron los diámetros de fuste, diámetro de copa, altura y número de individuos por especie, para realizar las estimaciones de Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr) y Frecuencia relativa (Fr), utilizando las siguientes fórmulas:

$$A = (\text{No. de individuos de la especie} / \text{No. total de todas las especies}) * 100$$

Se refiere a la relación de la densidad de las especies comparado con un total existente (Heiseke et al., 1985 y Franco et al., 1991).

$$Ar = (n / N) * 100$$

$$Dr = (\text{Área de la copa de la especie} / \text{Área de la copa de todas las especies}) * 100$$

Parámetro que da una idea del grado de participación de las especies en la comunidad (Heiseke et al., 1985 y Franco et al., 1991).

$$Dr = (\text{Área de copa de la especie "i"} / \text{Área de copa total}) * 100$$

$$F = (\text{No. de parcelas con la especie} / \text{No. de parcelas muestreadas}) * 100.$$

Parámetro que ofrece una idea de la distribución de las especies, siendo fundamental para conocer la estructura de la comunidad (Heiseke, et al., 1985, citado por Rocha, 1995).

$$Fr = (n / N) * 100$$

- **Sistema de muestreo.**

Las parcelas fueron distribuidas de manera sistemática, ya que dicho arreglo es el más confiable estadísticamente (Jiménez Pérez, 2000, Apuntes del Curso “Evaluación de Recursos Forestales” del Programa de Maestría en Ciencias Forestales que ofrece la UANL). Con esto, todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados como áreas de muestreo. Es importante resaltar que, mediante la aplicación de dicho método, como en algunos otros (bloques al azar, estratificado o aleatorio), se evalúa sólo una fracción de la población de manera objetiva y se extrapolan los resultados obtenidos a toda la superficie de estudio. Es para ello que con la finalidad de establecer muestras testigo se distribuyeron 12 sitios de muestreo de 5 x 20 m (100 m<sup>2</sup>) para Selva Baja Caducifolia, 13 sitios de muestreo de 5 x 20 m (100 m<sup>2</sup>) para Bosque de Pino Encino y 5 sitios de muestreo de 5 x 20 m (100 m<sup>2</sup>) para Bosque de Encino Pino, realizados en el SAR o cuenca hidrológico forestal para estos tres tipos de vegetación, mismo tamaño de muestra que el área de CUS.

- **Sitios de muestreo en el SAR**

Mediante las siguientes imágenes se muestran los sitios de ubicación dentro del SAR, sin embargo para una mejor y mayor visualización se presenta de manera anexa un plano a escala mayor.

### Sitios de muestreo en SAR (Mapa 1 de 4)

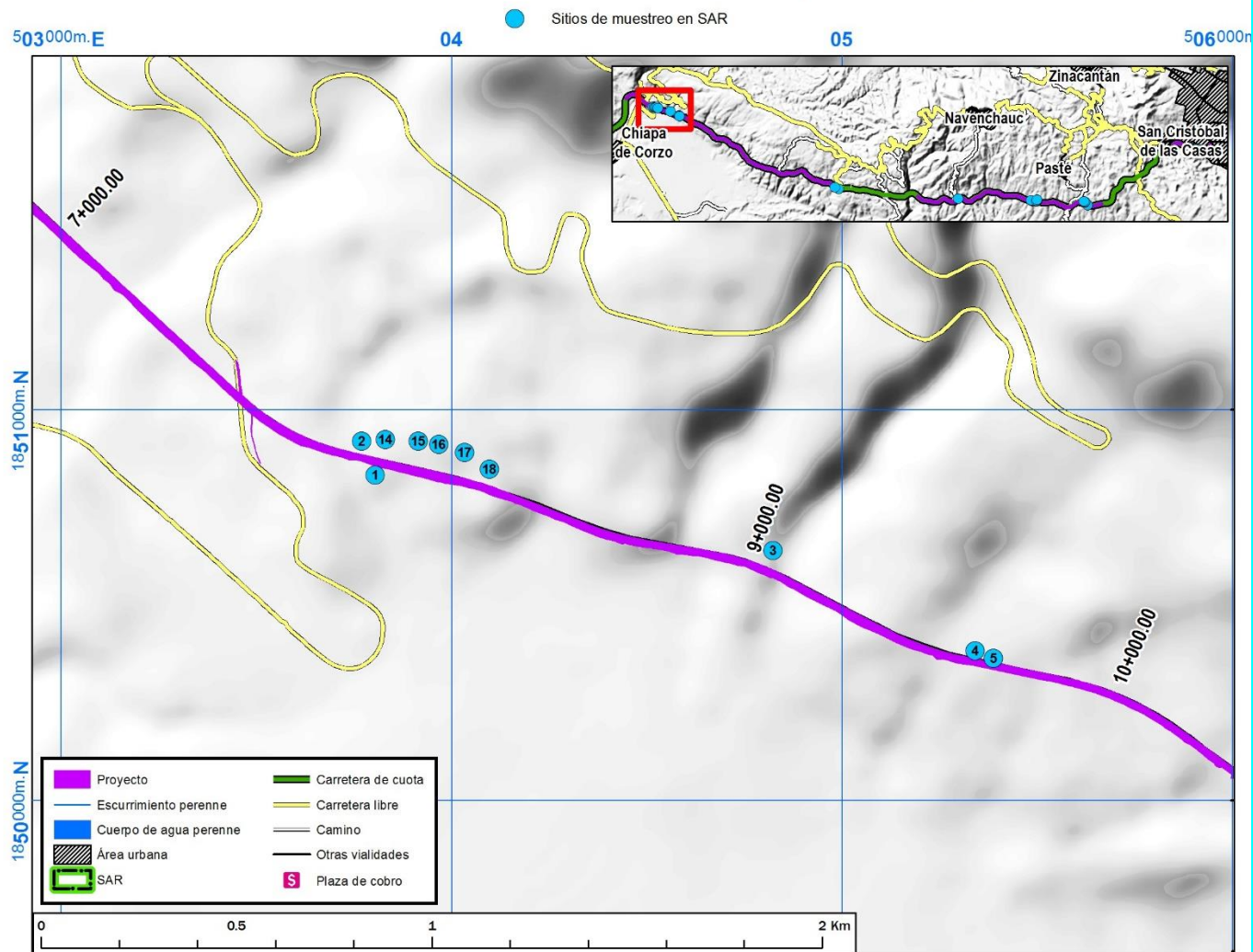


Fig. IV.22 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR (1-4). De manera anexa se presenta el plano unificado.

### Sitios de muestreo en SAR (Mapa 2 de 4)

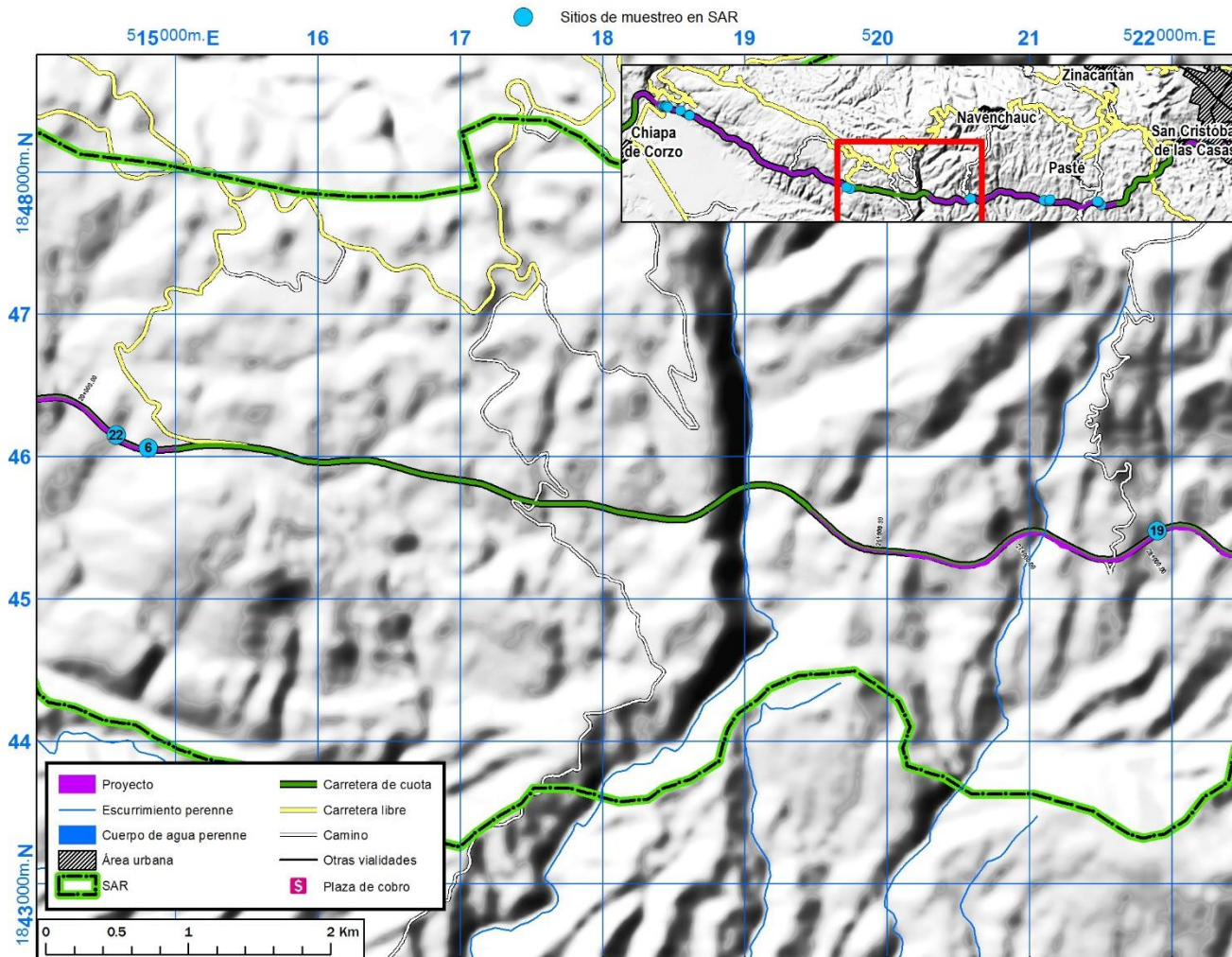


Fig. IV.23 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR (2-4). De manera anexa se presenta el plano unificado

### Sitios de muestreo en SAR (Mapa 3 de 4)

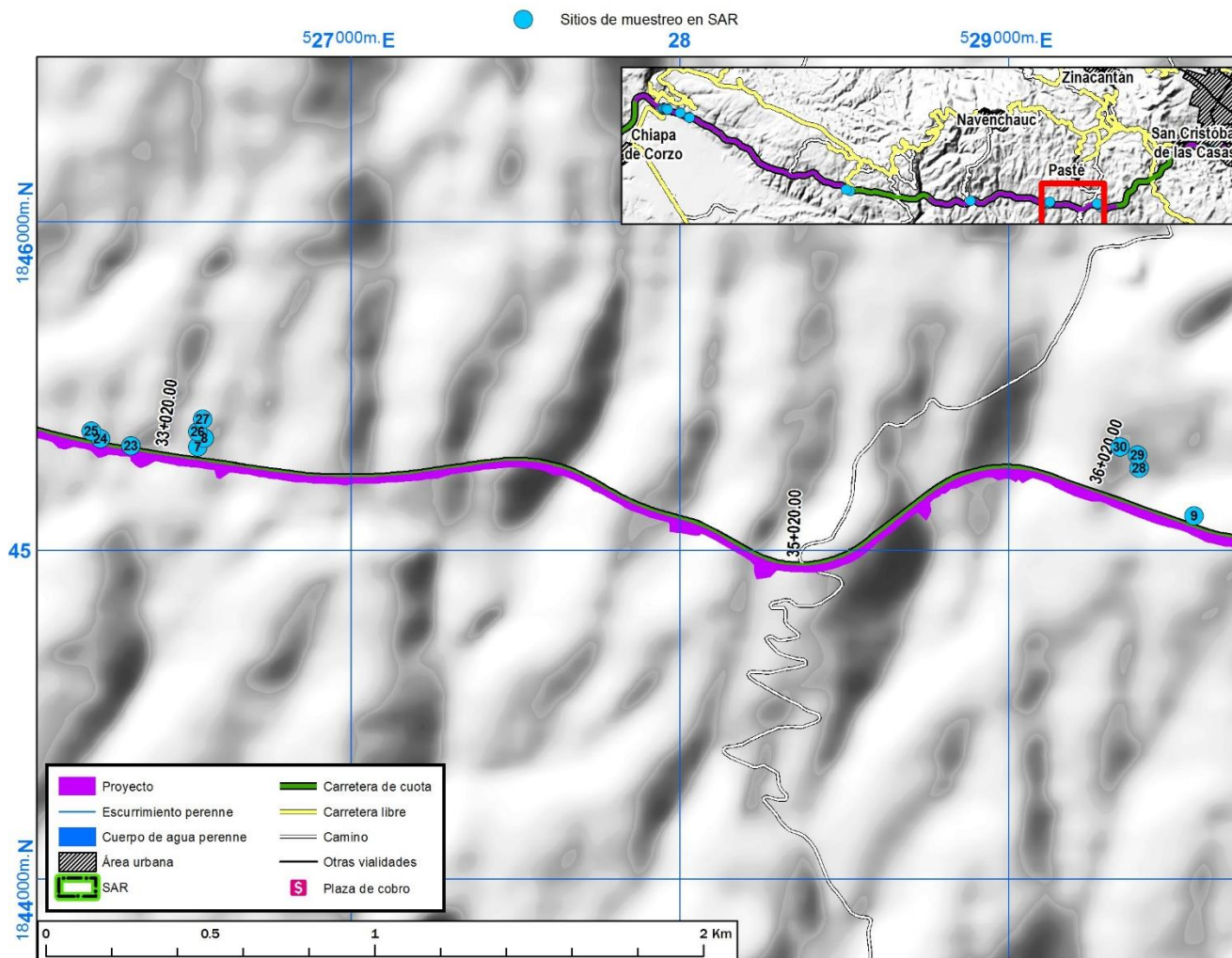


Fig. IV.24 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR (3-4). De manera anexa se presenta el plano unificado

### Sitios de muestreo en SAR (Mapa 4 de 4)

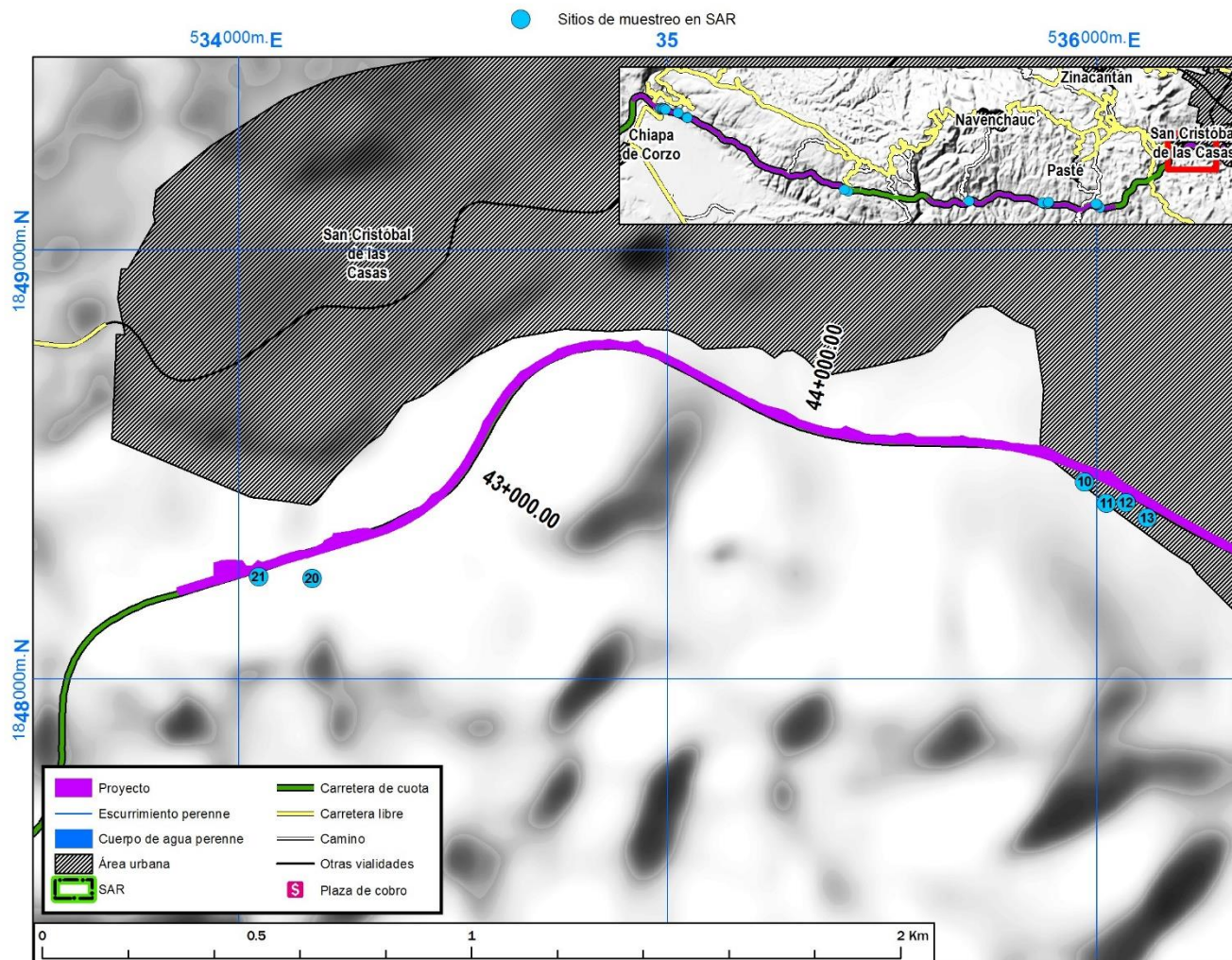


Fig. IV.25 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del SAR (2-4). De manera anexa se presenta el plano unificado

Es importante mencionar que cada parcela de muestreo de cada tipo de vegetación (Selva Baja Caducifolia, Bosque de Pino Encino, Bosque de Encino Pino) fue georreferenciada utilizando el Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM por sus siglas en inglés) utilizando el datum WGS84.

Dichas coordenadas pueden ser revisadas de manera anexa.

- **Sitios de muestreo en el área del proyecto (CUS)**

Al igual que para el SAR, se llevaron a cabo diferentes recorridos en la superficie del proyecto, con el objetivo de corroborar en campo lo analizado en literatura y obtener datos cuantitativos sobre la composición y estructura de los ecosistemas presentes, estableciendo de manera sistemática un número de 12 sitios de muestreo de 5 x 20 m (100 m<sup>2</sup>) para Selva Baja Caducifolia, 13 sitios de muestreo de 5 x 20 m (100 m<sup>2</sup>) para Bosque de Pino Encino y 5 sitios de muestreo de 5 x 20 m (100 m<sup>2</sup>) para Bosque de Encino Pino.

Mediante las siguientes imágenes se muestran los sitios de ubicación dentro del área del proyecto (CUS), sin embargo para una mejor y mayor visualización se presenta de manera anexa un plano a escala mayor.

### Sitios de muestreo en CUS (Mapa 1 de 4)

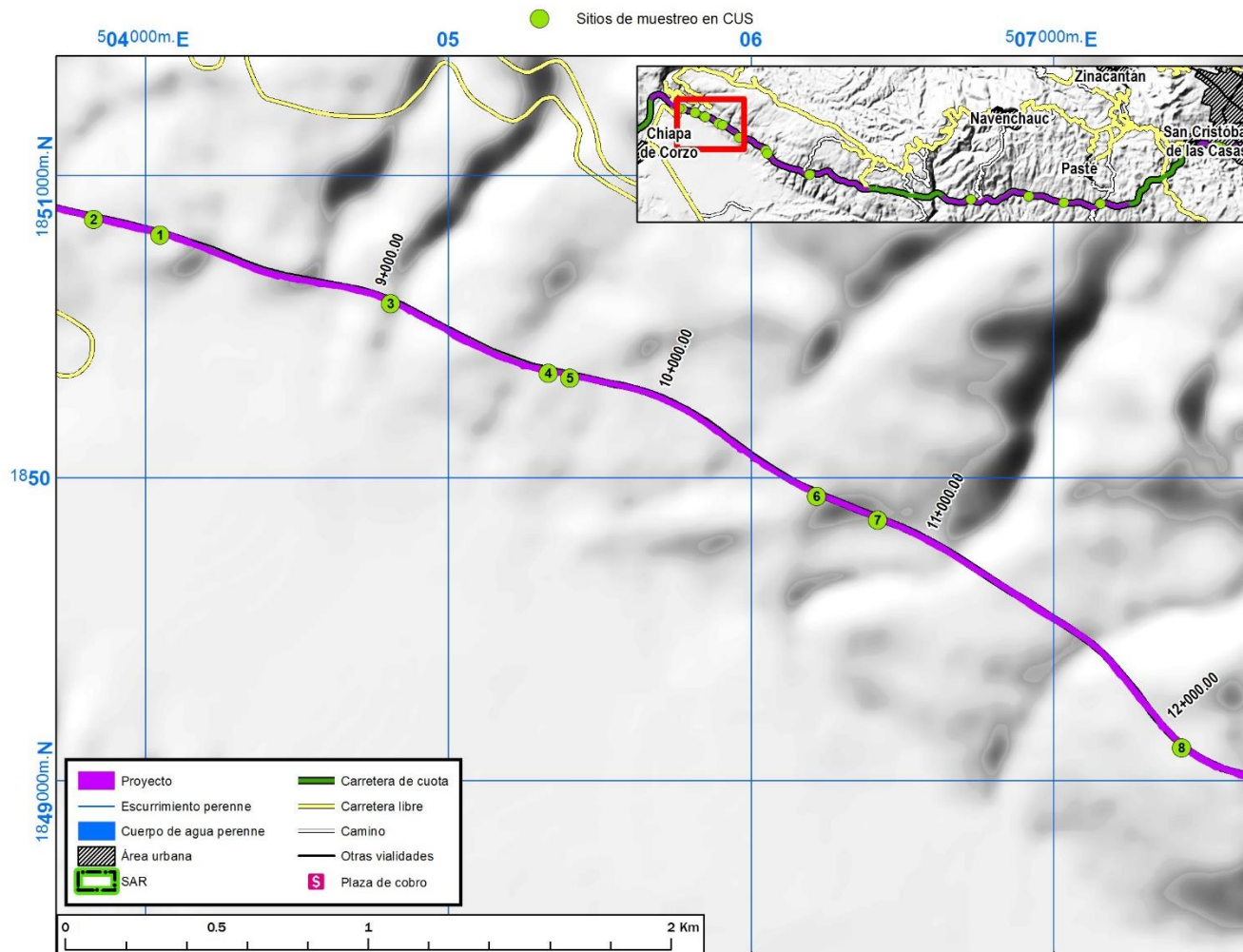


Fig. IV.26 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del CUS (1-4). De manera anexa se presenta el plano unificado



### Sitios de muestreo en CUS (Mapa 2 de 4)

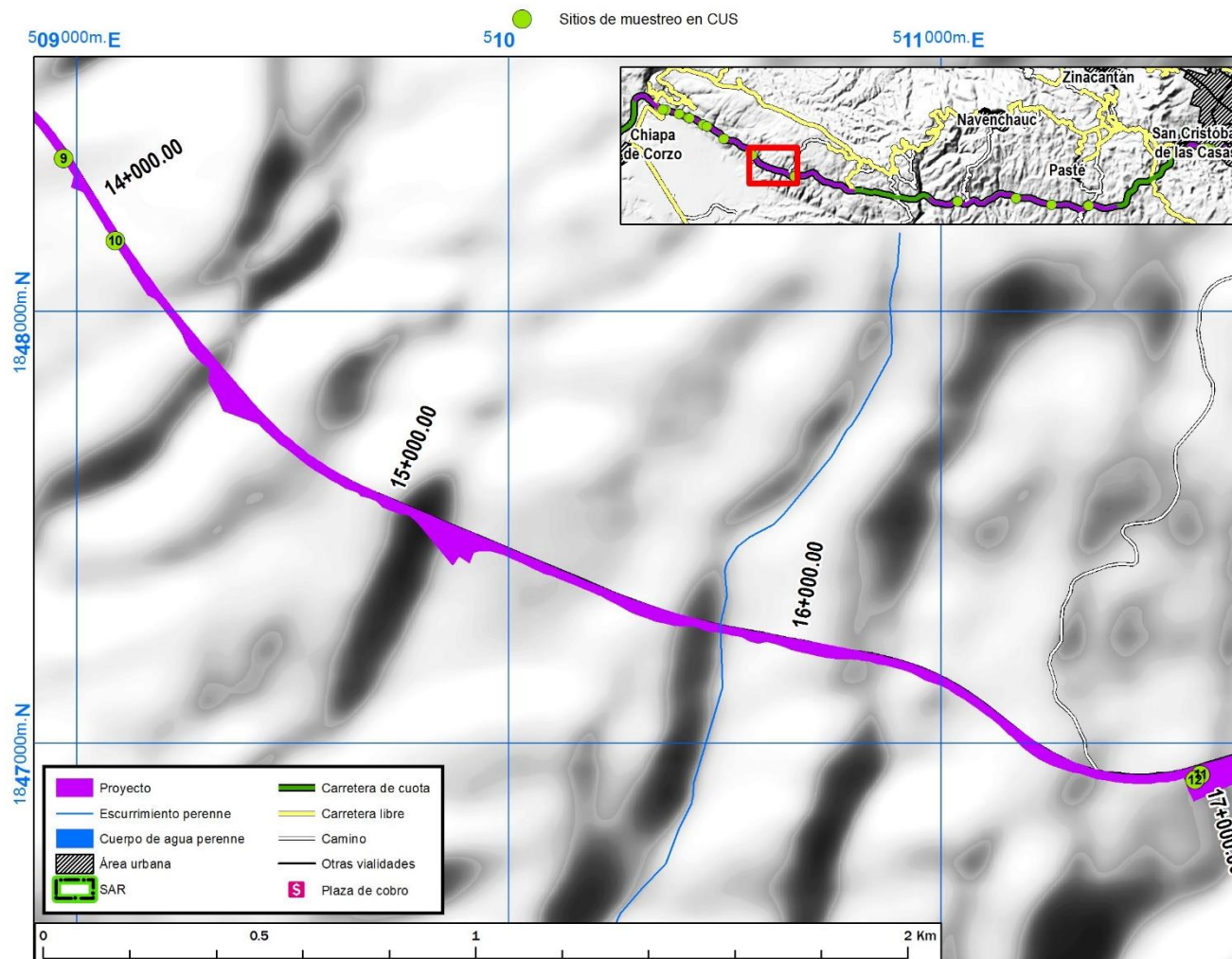


Fig. IV.27 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del CUS (2-4). De manera anexa se presenta el plano unificado.

### Sitios de muestreo en CUS (Mapa 3 de 4)

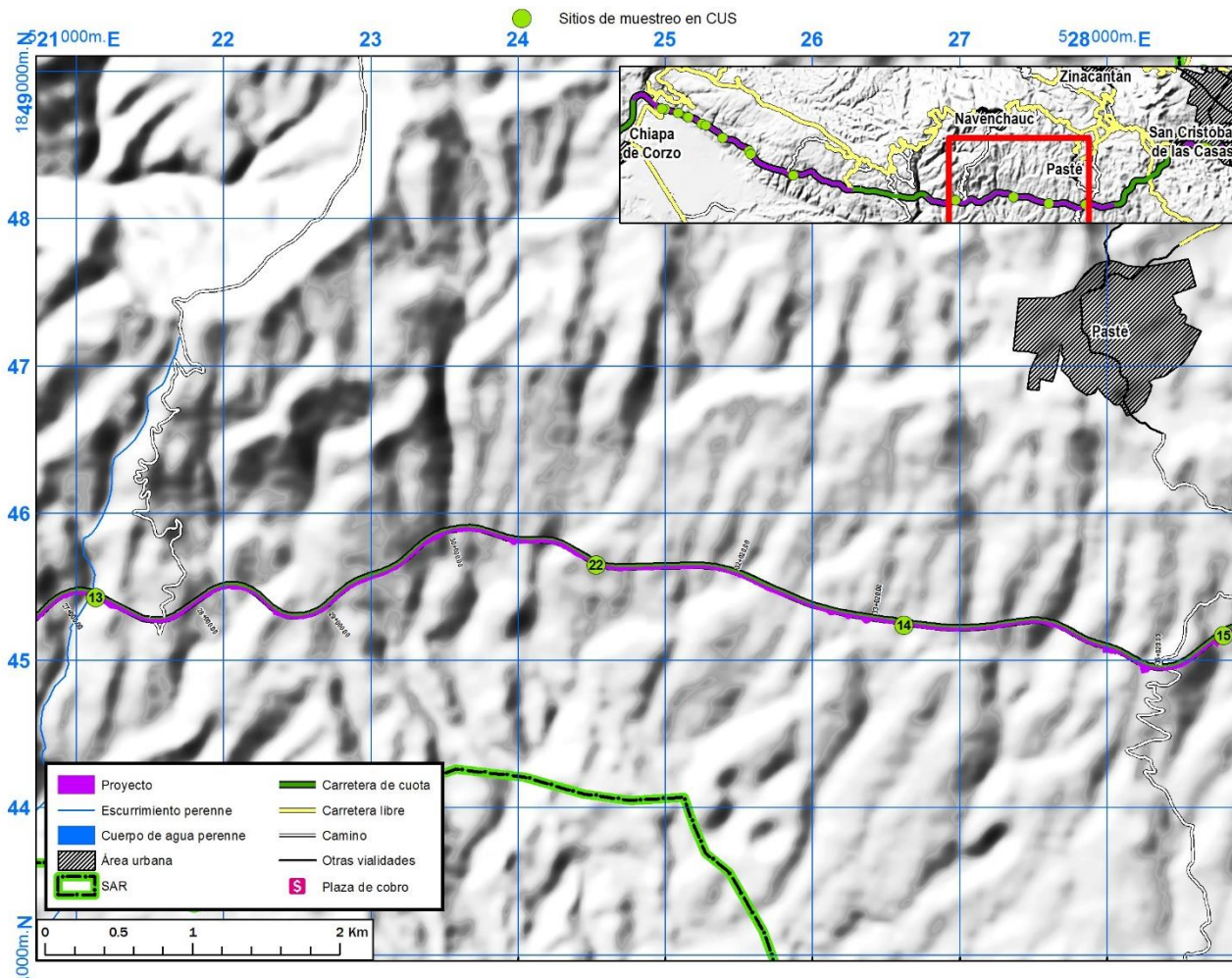


Fig. IV.28 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del CUS (3-4). De manera anexa se presenta el plano unificado

### Sitios de muestreo en CUS (Mapa 4 de 4)

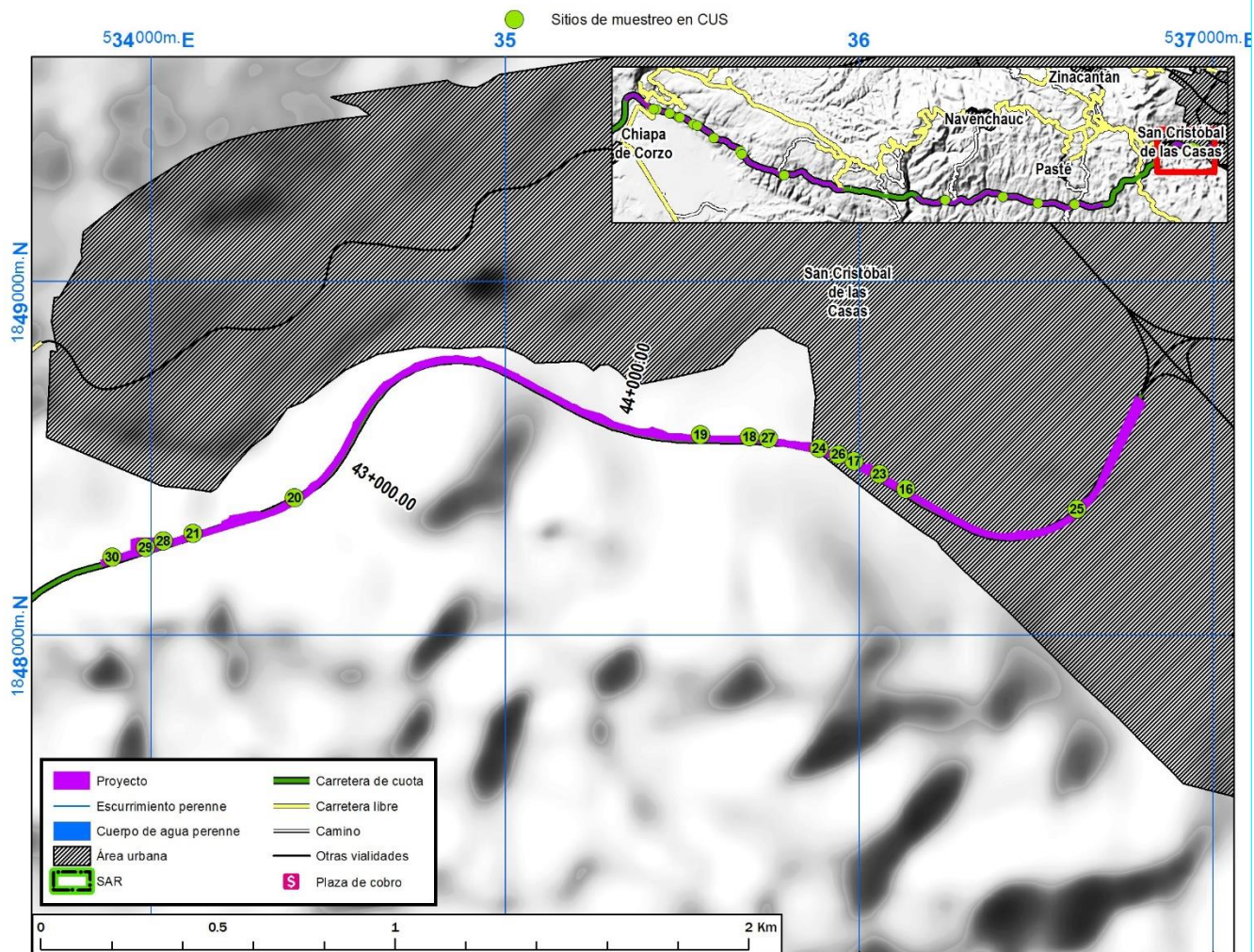


Fig. IV.29 Ubicación de los sitios de muestreo dentro del CUS (4-4). De manera anexa se presenta el plano unificado

Es importante mencionar que cada parcela de muestreo de cada tipo de vegetación (Selva Baja Caducifolia, Bosque de Pino Encino, Bosque de Encino Pino) fue georreferenciada utilizando el Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM por sus siglas en inglés) utilizando el datum WGS84.

Dichas coordenadas pueden ser revisadas de manera anexa.

## IV.5. Resultados de trabajo de campo en el SAR

### IV.5.1. Curvas de acumulación de Especies.

El número de especies es probablemente, el atributo más utilizado a la hora de establecer la diversidad biológica dentro de un ecosistema (Magurran, 1988; Gastón, 1996; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Los índices de diversidad tradicionales combinan el número de especies y *evenness* (abundancias relativas de las especies), dependen del tamaño de muestra (número de individuos) y del patrón de muestreo; dichos índices tienen suma importancia en los estudios correspondientes a biodiversidad y a la biología de la conservación (Gotelli y Colwell, 2001).

Sin embargo, existe un grave problema presente en los estudios de biodiversidad, y es el de la imposibilidad de registrar todas las especies durante un trabajo de muestreo (Gotelli y Colwell, 2001), este problema se acentúa con la presencia de ecosistemas altamente diversos. Con el aumento de especies presentes, aumenta directamente la cantidad de sitios de muestreo a realizar. La literatura ha establecido que, para que exista una comparativa entre valores de riqueza biológica, los tamaños de muestra deben ser iguales (es decir, mismo número de sitios de muestreo, individuos, etc.; Magurran, 1988).

Existen una serie de metodologías para estimar la riqueza de especies, así como la estructura de una población, estos pueden ser subdivididos en dos grupos; los métodos paramétricos y los no paramétricos. Los métodos paramétricos parten de supuestos acerca de la población (p. ej.: que la muestra es aleatoria, que la probabilidad de que cada clase

sea la misma, que las medidas sean independientes), y, por lo tanto, requieren datos con cierta distribución (distribución normal). Entre estos métodos se encuentran las funciones de acumulación, tales como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench. Por otro lado, los no paramétricos han sido también denominados de distribución libre porque los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos a priori que los ajusten a un modelo determinado. Algunos de los modelos no paramétricos empleados en la estimación de riqueza de especies son Jackknife de 1° y 2° orden, Bootstrap, y el desarrollado por Anne Chao.

En una curva de acumulación de especies, la aparición de nuevas especies se relaciona directamente con el esfuerzo del muestreo, cuanto mayor sea el esfuerzo mayor será la cantidad de especies muestreadas. Al inicio, la frecuencia de las especies comunes provoca una elevación de la curva de colecta muy pronunciada, sin embargo, a medida que el inventario continúa, está pendiente se va suavizando hasta llegar a una asíntota, que es dónde se establece que no aumentará el número de especies a pesar de que se aumente el número de sitios de muestreo Jiménez-Valverde y Hortal (2003).

Las curvas de colecta permiten a) dar fiabilidad a los tamaños de muestra utilizados, b) planificar mejor el trabajo de muestreo, al hacer estimaciones previas de esfuerzos requeridos para conseguir resultados fiables, y c) extrapolar el número de especies observado para estimar totales de especies que pueden o no estar presentes en un ecosistema (Lamas et al., 1991; Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

La metodología definida por Jiménez-Valverde y Hortal (2003) indica la elaboración de una matriz de presencia / ausencia de especies por estrato, para después procesarlas utilizando el programa EstimateS, del cual se obtienen los valores correspondientes al S(est) (desviación estándar), para su posterior procesamiento en el programa de análisis estadístico STATISTICA, a continuación se presentan las ecuaciones que son necesarias para poder elaborar las curvas de acumulación y su posterior comprobación.

Ecuación de Clench:

$$v2 = (a * v1)/(1 + (b * v1))$$

Ecuaciones de comprobación:

$$C = a/(1 + b * n)^2$$

$$Pf = Sobs / \left(\frac{a}{b}\right)$$

$$nq = 1/[b * (1 - q)]$$

En donde:

C: comprobación de pendiente (Clench)

Pf: proporción de flora muestreada

nq: esfuerzo de muestreo

a, b: valores obtenidos utilizando la ecuación de Clench.

Sobs: Número de especies registradas en el estrato a analizar

q: Porcentaje de fiabilidad deseado (95%)

n: número de sitios de muestreo

A continuación, se presentan las curvas de acumulación o curvas de colecta establecidas para la vegetación de Selva Mediana Caducifolia, Bosque de Pino – Encino y Bosque de Encino – Pino presente en el área del Sistema Ambiental Regional.

#### IV.5.1.1 Curvas aplicadas para Selva Baja Caducifolia.

**Estrato arbóreo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 12 sitios de muestreo, se registraron un total de **28 especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 75.83%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.5647, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 72.86 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato arbustivo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 12 sitios de muestreo, se registraron un total de **30 especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 71.34%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.7481, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 101.90 sitios (ver siguiente figura). Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato herbáceo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 12 sitios de muestreo, se registraron un total de **nueve especies** correspondientes al estrato, por lo que, de acuerdo con lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 77.41%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.1833, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 77.37 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Grupo de Cactáceas:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 12 sitios de muestreo, se registró **una especie** correspondiente al estrato, por lo que, de acuerdo con lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 73.01%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.0200, por lo que, para

elegir la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 66.82 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Grupo de Bromelias:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 12 sitios de muestreo, se registró **una especie** correspondiente al estrato, por lo que, de acuerdo con lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 56.85%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.0352, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 153.09 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

Mediante la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada estrato.

Tabla IV. 4. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo).

Estrato	Variable				Proporción de flora registrada (%)	Esfuerzo de Muestreo	Pendiente de curva / Clench
	a	b	Sobs	q			
Arbóreo	9.6286	0.2608	28	0.95	75.83%	72.86	0.5647
Arbustivo	7.8416	0.1865	30	0.95	71.34%	101.90	0.7481
Herbáceo	2.8550	0.2456	9	0.95	77.41%	77.37	0.1833
Cactáceas	0.3894	0.2843	1	0.95	73.01%	66.82	0.0200
Bromelias	0.2183	0.1241	1	0.95	56.85%	153.09	0.0352

#### IV.5.1.2 Análisis Selva Baja Caducifolia

De acuerdo con lo registrado en la literatura, estimar una cantidad de sitios de muestreo es subjetivo por dos factores, 1) existe una relación directa entre la diversidad de especies y el número necesario de sitios de muestreo requeridos. Esto es: entre mayor sea la diversidad biológica existente mayor será el esfuerzo de muestreo requerido; 2) el factor atenuante de la logística, en donde se requiere una cantidad de muestreos determinada por un tiempo límite de trabajo en campo. Sin embargo, la cantidad de sitios de muestreo necesarios pueden ser cuantificados al utilizar los resultados de los esfuerzos de muestreo, así como



los de las pendientes (Clench). Por lo tanto, si los valores calculados para el esfuerzo de muestreo se encuentran cercanos o superiores al 80%, o los valores de Clench reflejan que son menores a 0.1, se considera que los muestreos son fiables (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Cabe resaltar que como se puede observar en la tabla anterior, los resultados del esfuerzo de muestreo son inferiores al 80%, esto no significa que el esfuerzo de muestreo sea nulo, si recordamos como se menciona anteriormente, los sitios de muestreo deben ser iguales (Magurran, 1988), por lo que, para el caso del SAR, el número de sitios de muestreo está determinado directamente por la cantidad de sitios levantados para el área de CUS. Además de lo anterior, existe otro factor importante que limita las proporciones de flora registradas, este es las dimensiones mismas del área del SAR; esto quiere decir que, en el caso del área de CUS, el área para muestreo se encuentra restringida por las dimensiones de la obra, por lo que el ecosistema se encuentra finito, o sea, puede ser contabilizado, por lo que los esfuerzos de muestreo se completarán sin mayor problema. En cambio, el área correspondiente al SAR es varias veces mayor a la extensión del CUS, por lo que es lógico que la cantidad de especies presentes sea considerablemente más alto, y como se menciona al principio de este apartado, existe una correlación directa entre el número de especies y el esfuerzo de muestreo, a mayor cantidad de especies disponibles, más elevados serán los esfuerzos de muestreo. Por lo que se concluye, que el esfuerzo presente es fiable debido a sus propias limitaciones, antes descritas.

#### IV.5.1.3 Curvas aplicadas para el Bosque de Pino – Encino.

**Estrato arbóreo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 13 sitios de muestreo, se registraron un total de **21 especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 75.05%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.4047, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 82.79 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato arbustivo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 13 sitios de muestreo, se registraron un total de **26 especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 74.87%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.5208, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 89.23 sitios (ver siguiente imagen). Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato herbáceo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 13 sitios de muestreo, se registraron un total de **ocho especies** correspondientes al estrato, por lo que, de acuerdo con lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 62.83%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.1271, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 62.83 sitios (ver siguiente figura). Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

Mediante la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada estrato.

*Tabla IV. 5. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo).*

Estrato	Variable				Proporción de flora registrada (%)	Esfuerzo de Muestreo	Pendiente de curva / Clench
	a	b	Sobs	q			
Arbóreo	6.4220	0.2295	21	0.95	75.05%	82.79	0.4047
Arbustivo	7.3942	0.2129	26	0.95	74.87%	89.23	0.5208
Herbáceo	3.0913	0.3024	8	0.95	78.26%	62.83	0.1271

#### IV.5.1.4 Justificación Bosque Pino – Encino.

De acuerdo con lo registrado en la literatura, estimar una cantidad de sitios de muestreo es subjetivo por dos factores, 1) existe una relación directa entre la diversidad de especies y el número necesario de sitios de muestreo requeridos. Esto es: entre mayor sea la diversidad

biológica existente mayor será el esfuerzo de muestreo requerido; 2) el factor atenuante de la logística, en donde se requiere una cantidad de muestreos determinada por un tiempo límite de trabajo en campo. Sin embargo, la cantidad de sitios de muestreo necesarios pueden ser cuantificados al utilizar los resultados de los esfuerzos de muestreo, así como los de las pendientes (Clench). Por lo tanto, si los valores calculados para el esfuerzo de muestreo se encuentran cercanos o superiores al 80%, o los valores de Clench reflejan que son menores a 0.1, se considera que los muestreos son fiables (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Cabe resaltar que como se puede observar en la tabla anterior, los resultados del esfuerzo de muestreo son cercanos al 80%, esto no significa que el esfuerzo de muestreo sea nulo, si recordamos como se menciona anteriormente, los sitios de muestreo deben ser iguales (Magurran, 1988), por lo que, para el caso del SAR, el número de sitios de muestreo está determinado directamente por la cantidad de sitios levantados para el área de CUS. Además de lo anterior, existe otro factor importante que limita las proporciones de flora registradas, este es las dimensiones mismas del área del SAR; esto quiere decir qué, en el caso del CUS, el área para muestreo se encuentra restringida por las dimensiones de la obra, por lo que el ecosistema se encuentra finito, o sea, puede ser contabilizado, por lo que los esfuerzos de muestreo se completarán sin mayor problema. En cambio, lo correspondiente al SAR es varias veces mayor a la extensión del CUS, por lo que es lógico que la cantidad de especies presentes sea considerablemente más alto, y como se menciona al principio de este apartado, existe una correlación directa entre el número de especies y el esfuerzo de muestreo, a mayor cantidad de especies disponibles, más elevados serán los esfuerzos de muestreo. Por lo que se concluye, que el esfuerzo presente es fiable debido a sus propias limitaciones, antes descritas.

#### IV.5.1.5 Curvas aplicadas para el Bosque de Encino – Pino.

**Estrato arbóreo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de cinco sitios de muestreo, se registraron un total de **diez especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la

proporción de flora registrada fue de 80.44%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.3781, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 21.86 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato arbustivo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de cinco sitios de muestreo, se registraron un total de **16 especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 64.39%, y una pendiente calculada (Clench) de 1.1354, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 51.88 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato herbáceo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de cinco sitios de muestreo, se registraron un total de **cinco especies** correspondientes al estrato, por lo que, de acuerdo con lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 75.52%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.2802, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 37.61 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

Mediante la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada estrato.

*Tabla IV. 6. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo).*

Estrato	Variable				Proporción de flora registrada (%)	Esfuerzo de Muestreo	Pendiente de curva / Clench
	a	b	Sobs	q			
Arbóreo	10.8066	0.8692	10	0.95	80.44%	21.86	0.3781
Arbustivo	9.1010	0.3662	16	0.95	64.39%	51.88	1.1354
Herbáceo	3.4827	0.5052	5	0.95	72.52%	37.61	0.2802

#### IV.5.1.6 Justificación Bosque de Encino – Pino.

De acuerdo con lo registrado en la literatura, estimar una cantidad de sitios de muestreo es subjetivo por dos factores, 1) existe una relación directa entre la diversidad de especies y el

número necesario de sitios de muestreo requeridos. Esto es: entre mayor sea la diversidad biológica existente mayor será el esfuerzo de muestreo requerido; 2) el factor atenuante de la logística, en donde se requiere una cantidad de muestreos determinada por un tiempo límite de trabajo en campo. Sin embargo, la cantidad de sitios de muestreo necesarios pueden ser cuantificados al utilizar los resultados de los esfuerzos de muestreo, así como los de las pendientes (Clench). Por lo tanto, si los valores calculados para el esfuerzo de muestreo se encuentran cercanos o superiores al 80%, o los valores de Clench reflejan que son menores a 0.1, se considera que los muestreos son fiables (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Cabe resaltar que como se puede observar en la tabla anterior, los resultados del esfuerzo de muestreo son cercanos al 80%, esto no significa que el esfuerzo de muestreo sea nulo, si recordamos como se menciona anteriormente, los sitios de muestreo deben ser iguales (Magurran, 1988), por lo que, para el caso del SAR, el número de sitios de muestreo está determinado directamente por la cantidad de sitios levantados para el área de CUS. Además de lo anterior, existe otro factor importante que limita las proporciones de flora registradas, este es las dimensiones mismas del área del SAR; esto quiere decir que, en el caso del CUS, el área para muestreo se encuentra restringida por las dimensiones de la obra, por lo que el ecosistema se encuentra finito, o sea, puede ser contabilizado, por lo que los esfuerzos de muestreo se completarán sin mayor problema. En cambio, lo correspondiente al SAR es varias veces mayor a la extensión del CUS, por lo que es lógico que la cantidad de especies presentes sea considerablemente más alto, y como se menciona al principio de este apartado, existe una correlación directa entre el número de especies y el esfuerzo de muestreo, a mayor cantidad de especies disponibles, más elevados serán los esfuerzos de muestreo. Por lo que se concluye, que el esfuerzo presente es fiable debido a sus propias limitaciones, antes descritas.

**Nota:** De manera anexa y como parte integrante del estudio de Curva de acumulación de especies, se anexan los graficos correspondientes, asi como los resultados obtenidos por el programa EstimateS, del cual se obtienen los valores correspondientes al S(est) (desviación

estándar), para su posterior procesamiento en el programa de análisis estadístico STATISTICA.

Asimismo, mediante el Anexo (Análisis de vegetación) se presentan las bases de datos y gráficos que fueron generados durante la preparación de las curvas de acumulación de especies, así como los archivos digitales correspondientes a la verificación de la calidad del inventario realizado en la vegetación de Selva Baja Caducifolia, Bosque de Pino – Encino y Bosque de Encino – Pino del SAR.

## **IV.5.2. Análisis de diversidad de la vegetación.**

### **IV.5.2.1 Abundancia, Frecuencia y Dominancia.**

En el presente apartado se realizarán las estimaciones del número de individuos por hectárea, cobertura aérea por especie, Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr) y Frecuencia relativa (Fr).

Para mayor información sobre los métodos empleados puede ser consultada en el anexo de metodología del presente DTU.

### **IV.5.2.2 Estimación de índices.**

Los índices han y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación. Si bien muchos investigadores opinan que estos comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos, son el único medio para analizar los datos obtenidos en un muestreo. Los índices que se manejarán en este trabajo son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación (Müller et al., 1974).

#### **a) Estimación del Índice de Valor de Importancia (IVI).**

Es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice corresponde a la suma de estos tres parámetros, siendo este valor el que revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal y un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el IVI es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos.

La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del Índice debe ser igual a 300. Muchas veces no se tiene información o no es posible medir los tres parámetros utilizados para calcular el Índice, por lo cual en estos casos se deben sumar los valores de dos parámetros, cualquiera que sea la combinación.

### **b) Estimación de Índices de diversidad.**

La diversidad, en su definición, considera tanto al número de especies como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. En la actualidad, estos índices son criticados porque comprimen mucha información que puede ser más útil si se analiza de manera diferente. A pesar de ello, los estudios florísticos y ecológicos recientes los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc. Normalmente, los índices de diversidad se aplican dentro de las formas de vida (por ejemplo, diversidad de árboles, hierbas, etc.) o dentro de estratos (diversidad en los estratos superiores, en el sotobosque, etc.). A una escala mayor, no es posible calcular índices de diversidad, ya que aparte de conocer las especies, es necesario conocer la abundancia de cada una de éstas (Appanah, 1994).

Existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas. Para este estudio se utilizó el Índice de Shannon - Wiener, uno de los más frecuentes para determinar la diversidad de plantas de un determinado hábitat (Matteuci et al., 1974). Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra.

Para mayor detalle puede ser consultado el anexo de metodología, en el cual se describe cada uno de los índices utilizados para el presente estudio.

A continuación, se presentan las tablas de resultados para las especies e índices obtenidos.

### IV.5.2.3 Selva Baja Caducifolia en el Sistema Ambiental Regional.

**Listado de especies:** Las Tablas siguientes presentan inicialmente el listado de flora registrada en los muestreos de vegetación del SAR.

Tabla IV. 7. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del SAR (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Variación y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Aguacatillo	<i>Licaria sp</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	-	Nativa	No listado	Amenazada	Arbóreo
Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Árbol amargo	<i>Garrya laurifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Chicalote de árbol	<i>Bocconia arborea</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	-	Endémica	No listado	No listado	Arbóreo
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cirulelillo	<i>Ximelia americana</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo



## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE

LA REGIÓN

Nombre común	Nombre Científico	Variación y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Contrahierba macho	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Copal	<i>Bursera excelsa</i>	-	Endémica	No listado	No listado	Arbóreo
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Crucesillo	<i>Pisonia aculeata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Escoba	<i>Sida acuta</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Flor de paloma	<i>Bouyeria huanita</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Granadillo	<i>Xylosma flexuosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Granjeno	<i>Maesa perularia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Hierba dulce	<i>Lippia umbellata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Hincha huevos	<i>Comocladia guatemalensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Huevo de toro	<i>Thevetia ovata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Itamo real	<i>Smilax moranensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Lirio de arroyo	<i>Hedychium coronarium</i>	-	Exótica-Invasora	No listado	No listado	Herbáceo
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Mala mujer	<i>Cnidocolus multilobus</i>	<i>multilobus</i>	Endémica	No listado	No listado	Arbustivo
Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Manzana de burro	<i>Olmediella betschleriana</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Mata buey	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo

Nombre común	Nombre Científico	Variedad y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Órgano alado de Chiapas	<i>Acanthocereus chiapensis</i>	-	Endémica	Apéndice II	No listado	Grupo de Cactáceas
Orquídea monja africana	<i>Oeceoclades maculata</i>	-	Exótica-Invasora	Apéndice II	No listado	Herbáceo
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Palo de sol	<i>Gliricidia sepium</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Grupo de Bromelias
Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Torito	<i>Stemmadenia obovata</i>	<i>mollis</i>	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo

Tabla IV. 8. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del SAR (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Variedad y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	-	Exótica	No listado	No listado	Pasto
Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	-	Exótica	No listado	No listado	Pasto
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	-	Exótica	No listado	No listado	Pasto

**Índices de diversidad por estrato.** Las Tablas siguiente presentan los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener, índice de Equidad y el índice de Diversidad Máxima por estrato vegetal en el muestreo realizado en la vegetación del SAR

(arbóreo, arbustivo, herbáceo y grupo de las cactáceas). De igual manera, en las siguientes tablas se presenta el concentrado de dichos datos sin hacer distinción por estratos de vegetación.

Tabla IV. 9. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Aguacatillo	<i>Licaria sp</i>	No listado	20	0.0434	-3.1377	-0.1361	0.1361	0.0409
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	Amenazada	3	0.0065	-5.0348	-0.0328	0.0328	0.0098
Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	No listado	1	0.0022	-6.1334	-0.0133	0.0133	0.0040
Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	No listado	23	0.0499	-2.9979	-0.1496	0.1496	0.0449
Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	No listado	4	0.0087	-4.7471	-0.0412	0.0412	0.0124
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	No listado	52	0.1128	-2.1822	-0.2461	0.2461	0.0739
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	No listado	24	0.0521	-2.9553	-0.1539	0.1539	0.0462
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	No listado	22	0.0477	-3.0424	-0.1452	0.1452	0.0436
Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	No listado	1	0.0022	-6.1334	-0.0133	0.0133	0.0040
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	No listado	4	0.0087	-4.7471	-0.0412	0.0412	0.0124
Chicalote de árbol	<i>Bocconia arborea</i>	No listado	33	0.0716	-2.6369	-0.1888	0.1888	0.0566
Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	No listado	22	0.0477	-3.0424	-0.1452	0.1452	0.0436
Copal	<i>Bursera excelsa</i>	No listado	4	0.0087	-4.7471	-0.0412	0.0412	0.0124
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	No listado	39	0.0846	-2.4698	-0.2089	0.2089	0.0627
Flor de paloma	<i>Bourreria huanita</i>	No listado	4	0.0087	-4.7471	-0.0412	0.0412	0.0124
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	No listado	4	0.0087	-4.7471	-0.0412	0.0412	0.0124
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	No listado	10	0.0217	-3.8308	-0.0831	0.0831	0.0249
Hincha huevos	<i>Comocladia guatemalensis</i>	No listado	2	0.0043	-5.4403	-0.0236	0.0236	0.0071
Huevo de toro	<i>Thevetia ovata</i>	No listado	3	0.0065	-5.0348	-0.0328	0.0328	0.0098
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	No listado	31	0.0672	-2.6994	-0.1815	0.1815	0.0545
Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	No listado	2	0.0043	-5.4403	-0.0236	0.0236	0.0071
Manzana de burro	<i>Olmediella betschleriana</i>	No listado	23	0.0499	-2.9979	-0.1496	0.1496	0.0449
Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	No listado	1	0.0022	-6.1334	-0.0133	0.0133	0.0040
Mata buey	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	No listado	8	0.0174	-4.0540	-0.0704	0.0704	0.0211
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	No listado	110	0.2386	-1.4329	-0.3419	0.3419	0.1026
Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	No listado	8	0.0174	-4.0540	-0.0704	0.0704	0.0211

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Palo de sol	<i>Gliricidia sepium</i>	No listado	2	0.0043	-5.4403	-0.0236	0.0236	0.0071
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	No listado	1	0.0022	-6.1334	-0.0133	0.0133	0.0040
			<b>461</b>	<b>1.00</b>			<b>2.6661</b>	<b>0.8001</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>							<b>3.3322</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 10. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Estrato Arbustivo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Árbol amargo	<i>Garrya laurifolia</i>	No listado	2	0.0021	-6.1602	-0.0130	0.0130	0.0038
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	No listado	6	0.0063	-5.0615	-0.0321	0.0321	0.0094
Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	No listado	19	0.0201	-3.9089	-0.0784	0.0784	0.0231
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	No listado	21	0.0222	-3.8088	-0.0845	0.0845	0.0248
Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	No listado	6	0.0063	-5.0615	-0.0321	0.0321	0.0094
Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	No listado	4	0.0042	-5.4670	-0.0231	0.0231	0.0068
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	No listado	118	0.1246	-2.0826	-0.2595	0.2595	0.0763
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	No listado	3	0.0032	-5.7547	-0.0182	0.0182	0.0054
Cirulelillo	<i>Ximena americana</i>	No listado	1	0.0011	-6.8533	-0.0072	0.0072	0.0021
Contrahierba macho	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i>	No listado	2	0.0021	-6.1602	-0.0130	0.0130	0.0038
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	No listado	36	0.0380	-3.2698	-0.1243	0.1243	0.0365
Crucesillo	<i>Pisonia aculeata</i>	No listado	1	0.0011	-6.8533	-0.0072	0.0072	0.0021
Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	No listado	2	0.0021	-6.1602	-0.0130	0.0130	0.0038
Escoba	<i>Sida acuta</i>	No listado	4	0.0042	-5.4670	-0.0231	0.0231	0.0068
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	No listado	11	0.0116	-4.4554	-0.0518	0.0518	0.0152
Granadillo	<i>Xylosma flexuosa</i>	No listado	22	0.0232	-3.7623	-0.0874	0.0874	0.0257
Granjeno	<i>Maesa perlaría</i>	No listado	1	0.0011	-6.8533	-0.0072	0.0072	0.0021
Hierba dulce	<i>Lippia umbellata</i>	No listado	7	0.0074	-4.9074	-0.0363	0.0363	0.0107
Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	No listado	35	0.0370	-3.2980	-0.1219	0.1219	0.0358
Itamo real	<i>Smilax moranensis</i>	No listado	6	0.0063	-5.0615	-0.0321	0.0321	0.0094

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Estrato Arbustivo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	No listado	83	0.0876	-2.4345	-0.2134	0.2134	0.0627
Mala mujer	<i>Cnidocolus multilobus</i>	No listado	10	0.0106	-4.5507	-0.0481	0.0481	0.0141
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	No listado	10	0.0106	-4.5507	-0.0481	0.0481	0.0141
Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	No listado	1	0.0011	-6.8533	-0.0072	0.0072	0.0021
Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	No listado	1	0.0011	-6.8533	-0.0072	0.0072	0.0021
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	No listado	178	0.1880	-1.6715	-0.3142	0.3142	0.0924
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	No listado	66	0.0697	-2.6636	-0.1856	0.1856	0.0546
Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	No listado	5	0.0053	-5.2439	-0.0277	0.0277	0.0081
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	No listado	270	0.2851	-1.2549	-0.3578	0.3578	0.1052
Torito	<i>Stemmadenia obovata</i>	No listado	16	0.0169	-4.0807	-0.0689	0.0689	0.0203
			<b>947</b>	<b>1.00</b>			<b>2.3435</b>	<b>0.6890</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>							<b>3.4012</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 11. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Estrato Herbáceo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	No listado	461	0.6188	-0.4800	-0.2970	0.2970	0.1352
Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	No listado	81	0.1087	-2.2189	-0.2413	0.2413	0.1098
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado	28	0.0376	-3.2812	-0.1233	0.1233	0.0561
Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	No listado	2	0.0027	-5.9202	-0.0159	0.0159	0.0072
Lirio de arroyo	<i>Hedychium coronarium</i>	No listado	2	0.0027	-5.9202	-0.0159	0.0159	0.0072
Orquídea monja africana	<i>Oeceoclades maculata</i>	No listado	10	0.0134	-4.3108	-0.0579	0.0579	0.0263
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado	100	0.1342	-2.0082	-0.2696	0.2696	0.1227
Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	No listado	31	0.0416	-3.1794	-0.1323	0.1323	0.0602
Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	No listado	30	0.0403	-3.2122	-0.1293	0.1293	0.0589
			<b>745</b>	<b>1.00</b>			<b>1.2824</b>	<b>0.5837</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>							<b>2.1972</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 12. Índices de diversidad calculados para el grupo de las cactáceas del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Grupo de Cactáceas								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Órgano alado de Chiapas	<i>Acanthocereus chiapensis</i>	No listado	12	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			<b>12</b>	<b>1.00</b>			<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
			<b>Índice de Diversidad Máxima</b>				<b>0.0000</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 13. Índices de diversidad calculados para el grupo de bromelias del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Grupo de Bromelias								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	No listado	5	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			<b>5</b>	<b>1.00</b>			<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
			<b>Índice de Diversidad Máxima</b>				<b>0.0000</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 14. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Pastos								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	No listado	1	0.200	-1.61	-0.32	0.32	0.29
Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	No listado	1	0.200	-1.61	-0.32	0.32	0.29
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	No listado	3	0.600	-0.51	-0.31	0.31	0.28
			<b>5</b>	<b>1.00</b>			<b>0.9503</b>	<b>0.8639</b>
			<b>Índice de Diversidad Máxima</b>				<b>1.0986</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

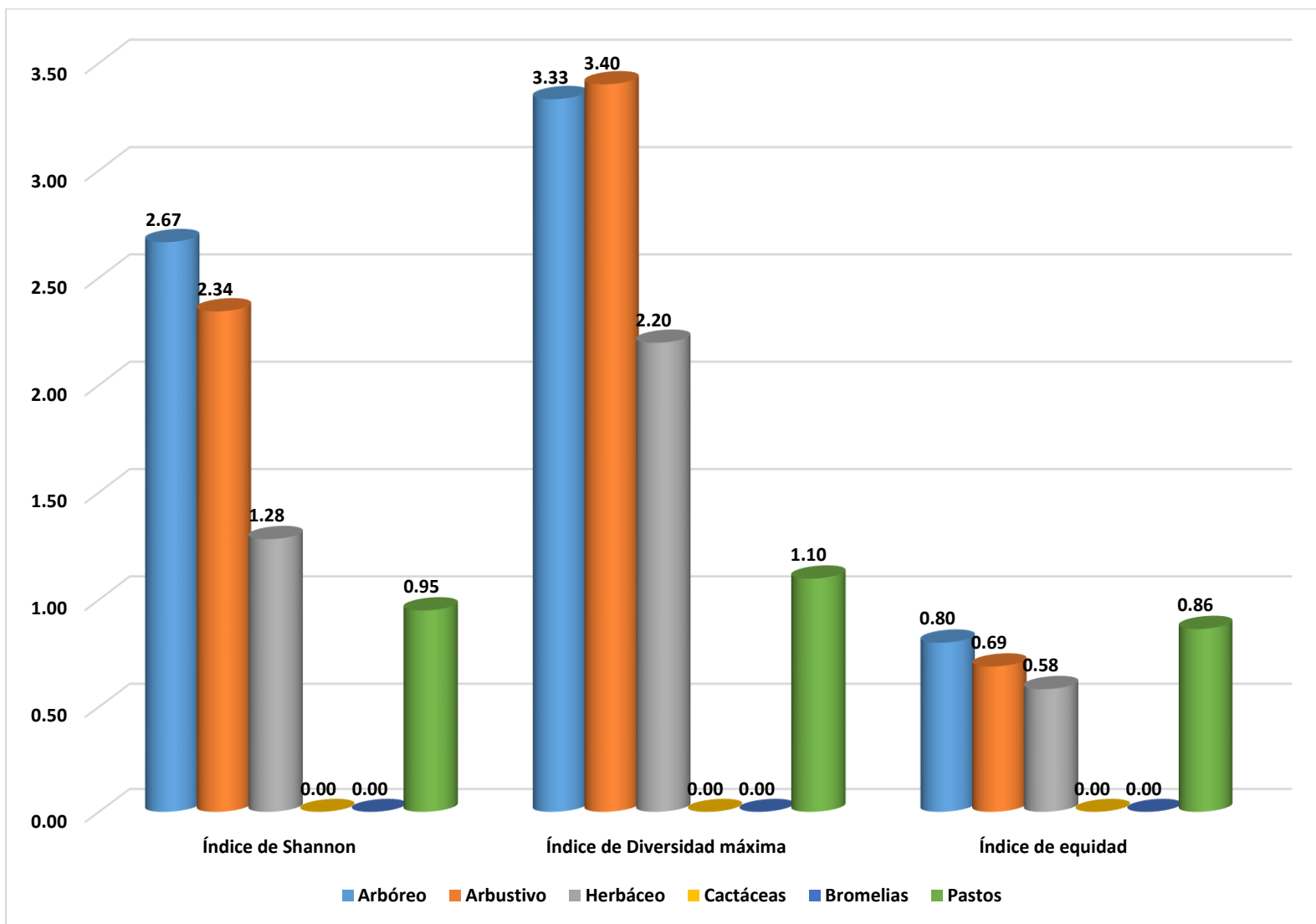


Fig. IV.30. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Tabla IV. 15. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie del SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Aguacatillo	<i>Licaria sp</i>	20	0.9217	1.0286	1.7467	3.6970	1.9503	0.0092	-4.6868	-0.0432	0.0432	0.0102
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	3	0.1382	0.3417	0.8734	1.3533	0.4799	0.0014	-6.5839	-0.0091	0.0091	0.0021
Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	1	0.0461	16.8592	0.4367	17.3419	16.9052	0.0005	-7.6825	-0.0035	0.0035	0.0008
Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	23	1.0599	0.3897	3.4935	4.9430	1.4496	0.0106	-4.5470	-0.0482	0.0482	0.0114
Árbol amargo	<i>Garrya laurifolia</i>	2	0.0922	0.1257	0.4367	0.6545	0.2179	0.0009	-6.9893	-0.0064	0.0064	0.0015
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	6	0.2765	0.2057	0.8734	1.3556	0.4822	0.0028	-5.8907	-0.0163	0.0163	0.0038
Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	4	0.1843	1.5516	0.4367	2.1726	1.7359	0.0018	-6.2962	-0.0116	0.0116	0.0027
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	52	2.3963	0.2763	3.9301	6.6028	2.6726	0.0240	-3.7312	-0.0894	0.0894	0.0211
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	24	1.1060	1.3082	3.4935	5.9076	2.4141	0.0111	-4.5044	-0.0498	0.0498	0.0118
Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	19	0.8756	0.2472	1.3100	2.4328	1.1228	0.0088	-4.7380	-0.0415	0.0415	0.0098
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	22	1.0138	1.9227	1.7467	4.6833	2.9366	0.0101	-4.5914	-0.0465	0.0465	0.0110
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	21	0.9677	1.6304	0.4367	3.0348	2.5981	0.0097	-4.6380	-0.0449	0.0449	0.0106
Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	6	0.2765	1.8344	0.4367	2.5476	2.1109	0.0028	-5.8907	-0.0163	0.0163	0.0038
Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	4	0.1843	0.8430	0.4367	1.4640	1.0273	0.0018	-6.2962	-0.0116	0.0116	0.0027
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	118	5.4378	0.0645	3.0568	8.5591	5.5023	0.0544	-2.9118	-0.1583	0.1583	0.0374
Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	1	0.0461	5.5394	0.4367	6.0222	5.5855	0.0005	-7.6825	-0.0035	0.0035	0.0008
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	4	0.1843	4.2509	1.3100	5.7453	4.4352	0.0018	-6.2962	-0.0116	0.0116	0.0027
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	461	21.2442	0.0922	3.9301	25.2665	21.3364	0.2124	-1.5491	-0.3291	0.3291	0.0777
Chicalote de árbol	<i>Bocconia arborea</i>	33	1.5207	0.1991	0.8734	2.5932	1.7198	0.0152	-4.1860	-0.0637	0.0637	0.0150
Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	22	1.0138	3.0298	1.3100	5.3537	4.0436	0.0101	-4.5914	-0.0465	0.0465	0.0110
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	3	0.1382	0.4094	0.8734	1.4211	0.5477	0.0014	-6.5839	-0.0091	0.0091	0.0021
Cirulelillo	<i>Ximena americana</i>	1	0.0461	6.0211	0.4367	6.5039	6.0672	0.0005	-7.6825	-0.0035	0.0035	0.0008
Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	81	3.7327	0.0477	3.0568	6.8372	3.7805	0.0373	-3.2880	-0.1227	0.1227	0.0290
Contrahierba macho	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i>	2	0.0922	5.7351	0.4367	6.2640	5.8273	0.0009	-6.9893	-0.0064	0.0064	0.0015
Copal	<i>Bursera excelsa</i>	4	0.1843	1.5926	1.3100	3.0870	1.7769	0.0018	-6.2962	-0.0116	0.0116	0.0027
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	36	1.6590	0.4150	3.4935	5.5674	2.0740	0.0166	-4.0990	-0.0680	0.0680	0.0161
Crucesillo	<i>Pisonia aculeata</i>	1	0.0461	2.1074	0.4367	2.5902	2.1535	0.0005	-7.6825	-0.0035	0.0035	0.0008



## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE

LA REGIÓN

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	39	1.7972	4.0280	1.7467	7.5719	5.8252	0.0180	-4.0189	-0.0722	0.0722	0.0171
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	28	1.2903	0.1322	0.4367	1.8592	1.4226	0.0129	-4.3503	-0.0561	0.0561	0.0133
Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	2	0.0922	0.2107	0.4367	0.7396	0.3029	0.0009	-6.9893	-0.0064	0.0064	0.0015
Escoba	<i>Sida acuta</i>	4	0.1843	0.4548	0.4367	1.0758	0.6391	0.0018	-6.2962	-0.0116	0.0116	0.0027
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	11	0.5069	0.0068	0.4367	0.9504	0.5137	0.0051	-5.2846	-0.0268	0.0268	0.0063
Flor de paloma	<i>Bourreria huanita</i>	4	0.1843	3.2349	0.8734	4.2925	3.4192	0.0018	-6.2962	-0.0116	0.0116	0.0027
Granadillo	<i>Xylosma flexuosa</i>	22	1.0138	0.0763	1.3100	2.4001	1.0901	0.0101	-4.5914	-0.0465	0.0465	0.0110
Granjeno	<i>Maesa perlaria</i>	1	0.0461	0.3914	0.4367	0.8741	0.4375	0.0005	-7.6825	-0.0035	0.0035	0.0008
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	4	0.1843	0.3951	1.3100	1.8895	0.5795	0.0018	-6.2962	-0.0116	0.0116	0.0027
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	10	0.4608	2.7902	3.0568	6.3078	3.2510	0.0046	-5.3799	-0.0248	0.0248	0.0059
Hierba dulce	<i>Lippia umbellata</i>	7	0.3226	0.6193	0.4367	1.3786	0.9419	0.0032	-5.7366	-0.0185	0.0185	0.0044
Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	35	1.6129	0.0194	1.3100	2.9424	1.6323	0.0161	-4.1271	-0.0666	0.0666	0.0157
Hincha huevos	<i>Comocladia guatemalensis</i>	2	0.0922	0.3974	0.4367	0.9262	0.4896	0.0009	-6.9893	-0.0064	0.0064	0.0015
Huevo de toro	<i>Thevetia ovata</i>	3	0.1382	4.3407	0.8734	5.3523	4.4790	0.0014	-6.5839	-0.0091	0.0091	0.0021
Itamo real	<i>Smilax moranensis</i>	6	0.2765	0.2955	2.1834	2.7554	0.5720	0.0028	-5.8907	-0.0163	0.0163	0.0038
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	31	1.4286	0.7619	1.7467	3.9372	2.1904	0.0143	-4.2485	-0.0607	0.0607	0.0143
Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	2	0.0922	1.2807	0.4367	1.8095	1.3729	0.0009	-6.9893	-0.0064	0.0064	0.0015
Lirio de arroyo	<i>Hedychium coronarium</i>	2	0.0922	0.0835	0.4367	0.6124	0.1757	0.0009	-6.9893	-0.0064	0.0064	0.0015
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	83	3.8249	0.1766	3.0568	7.0583	4.0015	0.0382	-3.2636	-0.1248	0.1248	0.0295
Mala mujer	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	10	0.4608	0.0828	0.4367	0.9803	0.5436	0.0046	-5.3799	-0.0248	0.0248	0.0059
Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	2	0.0922	2.3482	0.4367	2.8771	2.4404	0.0009	-6.9893	-0.0064	0.0064	0.0015
Manzana de burro	<i>Olmediella betschleriana</i>	23	1.0599	0.0595	1.3100	2.4294	1.1194	0.0106	-4.5470	-0.0482	0.0482	0.0114
Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	1	0.0461	0.0602	0.4367	0.5430	0.1063	0.0005	-7.6825	-0.0035	0.0035	0.0008
Mata buey	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	8	0.3687	0.1815	1.3100	1.8602	0.5501	0.0037	-5.6030	-0.0207	0.0207	0.0049
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	10	0.4608	0.1048	1.7467	2.3124	0.5657	0.0046	-5.3799	-0.0248	0.0248	0.0059
Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	1	0.0461	1.6438	0.4367	2.1265	1.6898	0.0005	-7.6825	-0.0035	0.0035	0.0008
Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	1	0.0461	0.0452	0.4367	0.5279	0.0912	0.0005	-7.6825	-0.0035	0.0035	0.0008
Órgano alado de Chiapas	<i>Acanthocereus chiapensis</i>	12	0.5530	0.0470	1.3100	1.9101	0.6000	0.0055	-5.1976	-0.0287	0.0287	0.0068

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Orquídea monja africana	<i>Oeceoclades maculata</i>	10	0.4608	0.0068	0.4367	0.9043	0.4676	0.0046	-5.3799	-0.0248	0.0248	0.0059
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	100	4.6083	0.0599	3.0568	7.7250	4.6682	0.0461	-3.0773	-0.1418	0.1418	0.0335
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	110	5.0691	2.0633	4.8035	11.9359	7.1324	0.0507	-2.9820	-0.1512	0.1512	0.0357
Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	8	0.3687	0.8770	0.8734	2.1190	1.2457	0.0037	-5.6030	-0.0207	0.0207	0.0049
Palo de sol	<i>Gliricidia sepium</i>	2	0.0922	1.8244	0.8734	2.7899	1.9166	0.0009	-6.9893	-0.0064	0.0064	0.0015
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	178	8.2028	0.0807	5.2402	13.5236	8.2834	0.0820	-2.5007	-0.2051	0.2051	0.0484
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	66	3.0415	0.2813	1.3100	4.6328	3.3228	0.0304	-3.4928	-0.1062	0.1062	0.0251
Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	5	0.2304	1.6624	1.3100	3.2029	1.8928	0.0023	-6.0730	-0.0140	0.0140	0.0033
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	5	0.2304	0.7034	0.8734	1.8072	0.9338	0.0023	-6.0730	-0.0140	0.0140	0.0033
Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	31	1.4286	0.1129	0.8734	2.4149	1.5415	0.0143	-4.2485	-0.0607	0.0607	0.0143
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	270	12.4424	0.4380	4.8035	17.6839	12.8804	0.1244	-2.0841	-0.2593	0.2593	0.0612
Torito	<i>Stemmadenia obovata</i>	16	0.7373	0.5926	3.4935	4.8234	1.3299	0.0074	-4.9099	-0.0362	0.0362	0.0086
Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	30	1.3825	0.2296	1.3100	2.9222	1.6121	0.0138	-4.2813	-0.0592	0.0592	0.0140
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	1	0.0461	8.7306	0.4367	9.2134	8.7767	0.0005	-7.6825	-0.0035	0.0035	0.0008
		<b>2170</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>	<b>1.00</b>			<b>3.1301</b>	<b>0.7393</b>
											<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>4.2341</b>

Tabla IV. 16. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie del SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	1	20.0000	9.0909	19.9998	49.0907	29.0909	0.2000	-1.6094	-0.3219	0.3219	0.2930
Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	1	20.0000	30.3030	19.9998	70.3029	50.3030	0.2000	-1.6094	-0.3219	0.3219	0.2930
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	3	60.0000	60.6061	59.9995	180.6056	120.6061	0.6000	-0.5108	-0.3065	0.3065	0.2790
		5	100.00	100.00	100.00	300.00	200.00	1.00			<b>0.9503</b>	<b>0.8650</b>
											<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>1.0986</b>

De acuerdo con la división de las especies registradas por estrato, en el estrato arbóreo se registraron un total de 461 individuos en **28 especies** y un índice de diversidad estimado en **2.6661**, con *Lisiloma divaricatum* como la especie de mayor distribución, el estrato arbóreo puede ser clasificado como de **mediana diversidad**. En el estrato arbustivo se presentaron **30 especies** con un total de 947 individuos registrados y un índice de diversidad estimado de **2.3435**, por lo que tomando como base la clasificación señalada en literatura, en la que 1 es el valor más bajo y 5 es el valor más alto, el estrato arbustivo puede ser clasificado como de **diversidad baja o mediana**, con *Tecoma stans* como la especie de mayor distribución. Por otra parte, en el estrato herbáceo se registraron **9 especies** con 745 individuos, dando como resultado un índice de diversidad de **1.2824**, clasificado también como de **baja diversidad**. En el grupo de las cactáceas se registraron un total de 12 individuos distribuidos en 1 especie, dando como resultado un índice de diversidad de 0.0000, puede ser clasificado también como de **baja diversidad**, con *Acanthocereus chiapensis* como la única especie en distribución. En el grupo de las bromelias se registraron un total de 5 individuos distribuidos en una sola especie, dando como resultado un índice de diversidad de 0.0000 puede ser clasificado también como de **baja diversidad**, con *Bromelia pinguin* como la única especie en distribución. Por último, en el grupo de los pastos se registraron un total de 5 individuos distribuidos en 3 especies, dando como resultado un índice de diversidad de 0.9503 puede ser clasificado también como de **baja diversidad**, con *Melinis repens* como la especie en mayor distribución.

#### IV.5.2.4 Análisis del Índice de IVI por estrato en la vegetación de Selva Baja Caducifolia del SAR.

Índice de valor de importancia. De acuerdo con los resultados obtenidos en las siguientes Tablas, *Lisiloma divaricatum* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo (ver siguiente tabla), *Tecoma stans* en el estrato arbustivo *Viguiera dentata* en el estrato herbáceo, mientras que en el grupo de cactáceas *Acanthocereus chiapensis* fue la

única especie en registrarse; en el grupo de las bromelias *Bromelia pinguin* fue la única especie en registrarse, por último en el grupo de los pastos *Melinis repens* obtuvo los valores más altos razón por la cual se concluye que dichas especies son las que proporcionan la estructura de la vegetación en el SAR.

Tabla IV. 17. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo del SAR.

Estrato Arbóreo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Aguacatillo	<i>Licaria sp</i>	4.3384	1.4615	4.1667	9.9666	5.7999
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	0.6508	0.4855	2.0833	3.2196	1.1362
Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	0.2169	23.9536	1.0417	25.2122	24.1705
Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	4.9892	0.5536	8.3333	13.8761	5.5428
Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	0.8677	2.2045	1.0417	4.1138	3.0722
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	11.2798	0.3926	9.3750	21.0474	11.6724
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	5.2061	1.8586	8.3333	15.3980	7.0647
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	4.7722	2.7318	4.1667	11.6707	7.5041
Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	0.2169	7.8705	1.0417	9.1290	8.0874
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	0.8677	6.0397	3.1250	10.0324	6.9074
Chicalote de árbol	<i>Bocconia arborea</i>	7.1584	0.2829	2.0833	9.5246	7.4412
Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	4.7722	4.3047	3.1250	12.2020	9.0770
Copal	<i>Bursera excelsa</i>	0.8677	2.2628	3.1250	6.2554	3.1304
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	8.4599	5.7229	4.1667	18.3495	14.1828
Flor de paloma	<i>Bourreria huanita</i>	0.8677	4.5961	2.0833	7.5471	5.4638
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	0.8677	0.5614	3.1250	4.5541	1.4291
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.1692	3.9643	7.2917	13.4252	6.1335
Hincha huevos	<i>Comocladia guatemalensis</i>	0.4338	0.5646	1.0417	2.0401	0.9985
Huevo de toro	<i>Thevetia ovata</i>	0.6508	6.1673	2.0833	8.9014	6.8181
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	6.7245	1.0825	4.1667	11.9736	7.8070
Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	0.4338	3.3364	1.0417	4.8119	3.7702
Manzana de burro	<i>Olmediella betschleriana</i>	4.9892	0.0845	3.1250	8.1987	5.0737
Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	0.2169	0.0855	1.0417	1.3441	0.3025
Mata buey	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1.7354	0.2578	3.1250	5.1182	1.9932
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	23.8612	2.9315	11.4583	38.2510	26.7927
Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	1.7354	1.2461	2.0833	5.0648	2.9814
Palo de sol	<i>Gliricidia sepium</i>	0.4338	2.5921	2.0833	5.1093	3.0260
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	0.2169	12.4045	1.0417	13.6631	12.6215
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Estrato Arbustivo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Árbol amargo	<i>Garrya laurifolia</i>	0.2112	0.4686	1.0417	1.7215	0.6798
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	0.6336	0.7670	2.0833	3.4839	1.4006
Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	2.0063	0.9216	3.1250	6.0529	2.9279
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	2.2175	6.0786	1.0417	9.3378	8.2962
Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	0.6336	6.8395	1.0417	8.5147	7.4730
Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	0.4224	3.1429	1.0417	4.6069	3.5653
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	12.4604	0.2406	7.2917	19.9926	12.7010
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	0.3168	1.5265	2.0833	3.9267	1.8433
Cirulelillo	<i>Ximena americana</i>	0.1056	22.4490	1.0417	23.5963	22.5546
Contrahierba macho	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i>	0.2112	21.3827	1.0417	22.6356	21.5939
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	3.8015	1.5472	8.3333	13.6820	5.3487
Crucesillo	<i>Pisonia aculeata</i>	0.1056	7.8572	1.0417	9.0044	7.9628
Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	0.2112	0.7857	1.0417	2.0386	0.9969
Escoba	<i>Sida acuta</i>	0.4224	1.6956	1.0417	3.1597	2.1180
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	1.1616	0.0253	1.0417	2.2285	1.1868
Granadillo	<i>Xylosma flexuosa</i>	2.3231	0.2843	3.1250	5.7325	2.6075
Granjeno	<i>Maesa perlaria</i>	0.1056	1.4592	1.0417	2.6065	1.5648
Hierba dulce	<i>Lippia umbellata</i>	0.7392	2.3090	1.0417	4.0899	3.0482
Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	3.6959	0.0724	3.1250	6.8932	3.7682
Itamo real	<i>Smilax moranensis</i>	0.6336	1.1019	5.2083	6.9438	1.7355
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	8.7645	0.6585	7.2917	16.7147	9.4230
Mala mujer	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	1.0560	0.3087	1.0417	2.4063	1.3646
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	1.0560	0.3909	4.1667	5.6135	1.4469
Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	0.1056	6.1286	1.0417	7.2758	6.2342
Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	0.1056	0.1684	1.0417	1.3156	0.2740
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	18.7962	0.3008	12.5000	31.5970	19.0970
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	6.9694	1.0488	3.1250	11.1432	8.0182
Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	0.5280	6.1982	3.1250	9.8512	6.7262
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	28.5111	1.6330	11.4583	41.6025	30.1441
Torito	<i>Stemmadenia obovata</i>	1.6895	2.2095	8.3333	12.2323	3.8990
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 19. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo del SAR.

Estrato Herbáceo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	61.8792	4.5052	28.1246	94.5091	66.3844
Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	10.8725	2.3334	21.8747	35.0806	13.2059
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	3.7584	6.4648	3.1250	13.3481	10.2232
Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	0.2685	62.6073	3.1250	66.0007	62.8757
Lirio de arroyo	<i>Hedychium coronarium</i>	0.2685	4.0841	3.1250	7.4775	4.3525
Orquídea monja africana	<i>Oeceoclades maculata</i>	1.3423	0.3312	3.1250	4.7984	1.6735

Estrato Herbáceo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	13.4228	2.9274	21.8747	38.2250	16.3502
Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	4.1611	5.5204	6.2499	15.9314	9.6814
Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	4.0268	11.2262	9.3749	24.6280	15.2531
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 20. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de las cactáceas del SAR.

Grupo de Cactáceas						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Órgano alado de Chiapas	<i>Acanthocereus chiapensis</i>	100.0000	100.0008	100.0000	300.0008	200.0000
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 21. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de las bromelias del SAR.

Grupo de Bromelias						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	99.9999	99.9999	99.9980	299.9979	200.0000
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 22. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de los pastos del SAR.

Pastos						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	20.0000	9.0909	19.9998	49.0907	29.0909
Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	20.0000	30.3030	19.9998	70.3029	50.3030
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	60.0000	60.6061	59.9995	180.6056	120.6061
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Memoria de cálculo. Se adjuntan como parte integrante del Anexo (Análisis de vegetación) los archivos de Excel del tipo de vegetación de Selva Baja Caducifolia, que incluyen las memorias de cálculo de los parámetros ecológicos calculados y los índices de diversidad para la vegetación del SAR (archivo digital).

## IV.5.2.5 Bosque de Pino – Encino en el SAR.

**Listado de especies:** Las Tablas siguientes presentan inicialmente el listado de flora registrada en los muestreos de vegetación del SAR.

Tabla IV. 23. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación de la SAR (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Variiedad y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Capulín	<i>Prunus serotina</i>	<i>capuli</i>	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	-	Nativa	No listado	Sujeta a Protección Especial	Arbóreo
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cruceto	<i>Randia chiapensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE

LA REGIÓN

Nombre común	Nombre Científico	Variedad y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Guajillo	<i>Senegalia angustissima</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	-	Endémico	No listado	No listado	Herbáceo
Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Lantrisco	<i>Rhus schiedeana</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	-	Nativa	No listado	Amenazada	Arbóreo
Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Macuilillo	<i>Oreopanax xalapensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Maguey chamula	<i>Agave chiapensis</i>	-	Endémico	No listado	Sujeta a Protección Especial	Arbustivo
Mimosa	<i>Mimosa platycarpa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Perrito	<i>Lamourouxia longiflora</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Pino chino	<i>Pinus oocarpa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	<i>apulcensis</i>	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Taray	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo



Nombre común	Nombre Científico	Variedad y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo

Tabla IV. 24. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación de la SAR (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Variedad y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	-	Exótica	No listado	No listado	Pasto

**Índices de diversidad por estrato.** Las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener, índice de Equidad y el índice de Diversidad Máxima por estrato vegetal en el muestreo realizado en la vegetación del SAR (arbóreo, arbustivo, herbáceo y grupo de las cactáceas), sin tener grupo de bromelias. De igual manera, más adelante se presenta el concentrado de dichos datos sin hacer distinción por estratos de vegetación.

Tabla IV. 25. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el SAR

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	No listado	6	0.0107	-4.5344	-0.0487	0.0487	0.0160
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	No listado	136	0.2433	-1.4135	-0.3439	0.3439	0.1130
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	No listado	1	0.0018	-6.3261	-0.0113	0.0113	0.0037
Capulín	<i>Prunus serotina</i>	No listado	2	0.0036	-5.6330	-0.0202	0.0202	0.0066
Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	No listado	1	0.0018	-6.3261	-0.0113	0.0113	0.0037
Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	Sujeta a Protección Especial	31	0.0555	-2.8922	-0.1604	0.1604	0.0527
Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	No listado	2	0.0036	-5.6330	-0.0202	0.0202	0.0066
Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	No listado	7	0.0125	-4.3802	-0.0549	0.0549	0.0180

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	No listado	19	0.0340	-3.3817	-0.1149	0.1149	0.0378
Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	No listado	26	0.0465	-3.0681	-0.1427	0.1427	0.0469
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	No listado	12	0.0215	-3.8412	-0.0825	0.0825	0.0271
Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	Amenazada	42	0.0751	-2.5885	-0.1945	0.1945	0.0639
Macuillillo	<i>Oreopanax xalapensis</i>	No listado	2	0.0036	-5.6330	-0.0202	0.0202	0.0066
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	No listado	33	0.0590	-2.8296	-0.1670	0.1670	0.0549
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	No listado	70	0.1252	-2.0777	-0.2602	0.2602	0.0855
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	No listado	17	0.0304	-3.4929	-0.1062	0.1062	0.0349
Pino chino	<i>Pinus oocarpa</i>	No listado	49	0.0877	-2.4343	-0.2134	0.2134	0.0701
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	No listado	64	0.1145	-2.1673	-0.2481	0.2481	0.0815
Taray	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	No listado	26	0.0465	-3.0681	-0.1427	0.1427	0.0469
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	No listado	8	0.0143	-4.2467	-0.0608	0.0608	0.0200
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	No listado	5	0.0089	-4.7167	-0.0422	0.0422	0.0139
			<b>559</b>	<b>1.00</b>			<b>2.4661</b>	<b>0.8100</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>							<b>3.0445</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 26. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Estrato Arbustivo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	No listado	67	0.0839	-2.4787	-0.2078	0.2078	0.0638
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	No listado	3	0.0038	-5.5847	-0.0210	0.0210	0.0064
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	No listado	3	0.0038	-5.5847	-0.0210	0.0210	0.0064
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	No listado	37	0.0463	-3.0724	-0.1423	0.1423	0.0437
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	No listado	16	0.0200	-3.9108	-0.0783	0.0783	0.0240
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	No listado	1	0.0013	-6.6834	-0.0084	0.0084	0.0026
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	No listado	3	0.0038	-5.5847	-0.0210	0.0210	0.0064
Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	No listado	1	0.0013	-6.6834	-0.0084	0.0084	0.0026

Estrato Arbustivo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Cruceto	<i>Randia chiapensis</i>	No listado	4	0.0050	-5.2971	-0.0265	0.0265	0.0081
Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	No listado	2	0.0025	-5.9902	-0.0150	0.0150	0.0046
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	No listado	2	0.0025	-5.9902	-0.0150	0.0150	0.0046
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	No listado	116	0.1452	-1.9298	-0.2802	0.2802	0.0860
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	No listado	58	0.0726	-2.6229	-0.1904	0.1904	0.0584
Guajillo	<i>Senegalia angustissima</i>	No listado	7	0.0088	-4.7375	-0.0415	0.0415	0.0127
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	No listado	15	0.0188	-3.9753	-0.0746	0.0746	0.0229
Lantrisco	<i>Rhus schiedeana</i>	No listado	9	0.0113	-4.4861	-0.0505	0.0505	0.0155
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	No listado	27	0.0338	-3.3875	-0.1145	0.1145	0.0351
Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	No listado	46	0.0576	-2.8547	-0.1644	0.1644	0.0504
Maguey chamula	<i>Agave chiapensis</i>	Sujeta a Protección Especial	1	0.0013	-6.6834	-0.0084	0.0084	0.0026
Mimosa	<i>Mimosa platycarpa</i>	No listado	21	0.0263	-3.6388	-0.0956	0.0956	0.0294
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	No listado	185	0.2315	-1.4630	-0.3387	0.3387	0.1040
Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	No listado	135	0.1690	-1.7781	-0.3004	0.3004	0.0922
Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	No listado	1	0.0013	-6.6834	-0.0084	0.0084	0.0026
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	No listado	7	0.0088	-4.7375	-0.0415	0.0415	0.0127
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	No listado	3	0.0038	-5.5847	-0.0210	0.0210	0.0064
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	No listado	29	0.0363	-3.3161	-0.1204	0.1204	0.0369
			<b>799</b>	<b>1.00</b>			<b>2.4150</b>	<b>0.7412</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>							<b>3.2581</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 27. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Estrato Herbáceo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	No listado	7	0.0145	-4.2362	-0.0613	0.0613	0.0295
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	No listado	26	0.0537	-2.9240	-0.1571	0.1571	0.0755

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado	33	0.0682	-2.6856	-0.1831	0.1831	0.0881
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	No listado	17	0.0351	-3.3489	-0.1176	0.1176	0.0566
Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	No listado	262	0.5413	-0.6137	-0.3322	0.3322	0.1598
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado	53	0.1095	-2.2118	-0.2422	0.2422	0.1165
Perrito	<i>Lamourouxia longiflora</i>	No listado	45	0.0930	-2.3754	-0.2209	0.2209	0.1062
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	No listado	41	0.0847	-2.4685	-0.2091	0.2091	0.1006
			<b>484</b>	<b>1.00</b>			<b>1.5235</b>	<b>0.7326</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>							<b>2.0794</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 28. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Pastos								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	No listado	2	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
			2	1.00			<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>							<b>0.0000</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

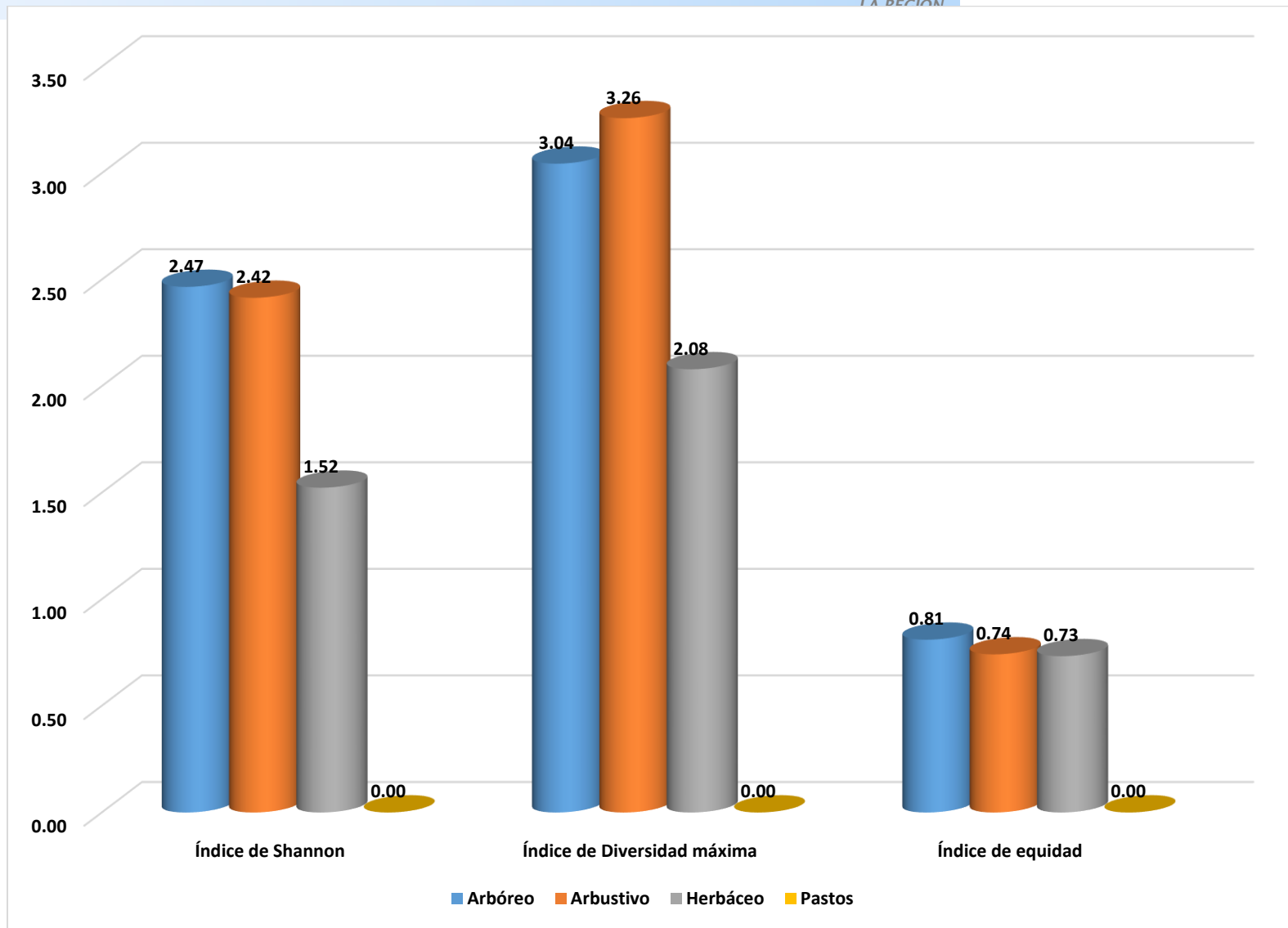


Fig. IV.31. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Tabla IV. 29. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie del SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	67	3.6374	2.7497	2.1164	8.5035	6.3871	0.0364	-3.3139	-0.1205	0.1205	0.0301
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	6	0.3257	3.5391	1.0582	4.9231	3.8649	0.0033	-5.7268	-0.0187	0.0187	0.0047
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	3	0.1629	0.2330	0.5291	0.9250	0.3959	0.0016	-6.4200	-0.0105	0.0105	0.0026
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	3	0.1629	0.9495	1.0582	2.1706	1.1124	0.0016	-6.4200	-0.0105	0.0105	0.0026
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	136	7.3833	1.1198	5.2910	13.7941	8.5031	0.0738	-2.6060	-0.1924	0.1924	0.0480
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	1	0.0543	1.4978	0.5291	2.0811	1.5520	0.0005	-7.5186	-0.0041	0.0041	0.0010
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	37	2.0087	0.5470	3.7037	6.2594	2.5557	0.0201	-3.9077	-0.0785	0.0785	0.0196
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	16	0.8686	0.4805	2.1164	3.4655	1.3491	0.0087	-4.7460	-0.0412	0.0412	0.0103
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	7	0.3800	0.1807	0.5291	1.0898	0.5607	0.0038	-5.5727	-0.0212	0.0212	0.0053
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	1	0.0543	0.0583	0.5291	0.6416	0.1125	0.0005	-7.5186	-0.0041	0.0041	0.0010
Capulín	<i>Prunus serotina</i>	2	0.1086	1.5089	1.0582	2.6756	1.6174	0.0011	-6.8255	-0.0074	0.0074	0.0018
Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	1	0.0543	0.8654	0.5291	1.4488	0.9197	0.0005	-7.5186	-0.0041	0.0041	0.0010
Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	31	1.6830	4.5267	0.5291	6.7388	6.2097	0.0168	-4.0846	-0.0687	0.0687	0.0172
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	26	1.4115	0.0370	1.5873	3.0358	1.4485	0.0141	-4.2605	-0.0601	0.0601	0.0150
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	3	0.1629	0.6916	1.0582	1.9126	0.8544	0.0016	-6.4200	-0.0105	0.0105	0.0026
Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	1	0.0543	0.1553	0.5291	0.7387	0.2096	0.0005	-7.5186	-0.0041	0.0041	0.0010
Cruceto	<i>Randia chiapensis</i>	4	0.2172	0.2954	1.0582	1.5707	0.5125	0.0022	-6.1323	-0.0133	0.0133	0.0033
Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	2	0.1086	0.1103	0.5291	0.7479	0.2188	0.0011	-6.8255	-0.0074	0.0074	0.0018
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	33	1.7915	0.0245	2.1164	3.9324	1.8160	0.0179	-4.0221	-0.0721	0.0721	0.0180
Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	2	0.1086	10.1515	1.0582	11.3183	10.2601	0.0011	-6.8255	-0.0074	0.0074	0.0018
Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	7	0.3800	4.0487	0.5291	4.9578	4.4287	0.0038	-5.5727	-0.0212	0.0212	0.0053
Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	19	1.0315	4.8976	3.7037	9.6328	5.9291	0.0103	-4.5742	-0.0472	0.0472	0.0118
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	2	0.1086	0.5963	0.5291	1.2340	0.7049	0.0011	-6.8255	-0.0074	0.0074	0.0018
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	116	6.2975	0.3964	4.2328	10.9267	6.6939	0.0630	-2.7650	-0.1741	0.1741	0.0435
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	58	3.1488	0.3461	2.6455	6.1403	3.4949	0.0315	-3.4582	-0.1089	0.1089	0.0272
Guajillo	<i>Senegalia angustissima</i>	7	0.3800	0.2473	1.5873	2.2146	0.6273	0.0038	-5.5727	-0.0212	0.0212	0.0053
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	17	0.9229	0.0398	2.1164	3.0791	0.9627	0.0092	-4.6854	-0.0432	0.0432	0.0108
Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	262	14.2237	0.2258	3.7037	18.1531	14.4494	0.1422	-1.9503	-0.2774	0.2774	0.0692
Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	26	1.4115	8.3505	4.2328	13.9948	9.7621	0.0141	-4.2605	-0.0601	0.0601	0.0150
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	15	0.8143	0.6732	0.5291	2.0166	1.4875	0.0081	-4.8106	-0.0392	0.0392	0.0098

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	12	0.6515	0.2554	1.5873	2.4942	0.9069	0.0065	-5.0337	-0.0328	0.0328	0.0082
Lantrisco	<i>Rhus schiedeana</i>	9	0.4886	1.1255	1.5873	3.2014	1.6141	0.0049	-5.3214	-0.0260	0.0260	0.0065
Larga	<i>Verbesina nerifolia</i>	27	1.4658	0.1352	0.5291	2.1301	1.6010	0.0147	-4.2228	-0.0619	0.0619	0.0154
Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	42	2.2801	1.7966	1.5873	5.6641	4.0768	0.0228	-3.7809	-0.0862	0.0862	0.0215
Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	46	2.4973	0.7285	2.1164	5.3422	3.2258	0.0250	-3.6900	-0.0921	0.0921	0.0230
Macuilillo	<i>Oreopanax xalapensis</i>	2	0.1086	0.7988	1.0582	1.9656	0.9074	0.0011	-6.8255	-0.0074	0.0074	0.0018
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	33	1.7915	2.8706	4.2328	8.8949	4.6621	0.0179	-4.0221	-0.0721	0.0721	0.0180
Magüey chamula	<i>Agave chiapensis</i>	1	0.0543	0.0347	0.5291	0.6181	0.0890	0.0005	-7.5186	-0.0041	0.0041	0.0010
Mimosa	<i>Mimosa platycarpa</i>	21	1.1401	0.1722	2.1164	3.4286	1.3122	0.0114	-4.4741	-0.0510	0.0510	0.0127
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	70	3.8002	6.4728	3.7037	13.9767	10.2730	0.0380	-3.2701	-0.1243	0.1243	0.0310
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	53	2.8773	0.0352	3.1746	6.0871	2.9125	0.0288	-3.5483	-0.1021	0.1021	0.0255
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	17	0.9229	0.0936	1.0582	2.0747	1.0165	0.0092	-4.6854	-0.0432	0.0432	0.0108
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	185	10.0434	0.2663	5.2910	15.6007	10.3097	0.1004	-2.2983	-0.2308	0.2308	0.0576
Perrito	<i>Lamourouxia longiflora</i>	45	2.4430	0.2663	1.0582	3.7675	2.7093	0.0244	-3.7119	-0.0907	0.0907	0.0226
Pino chino	<i>Pinus oocarpa</i>	49	2.6602	5.9551	1.0582	9.6734	8.6152	0.0266	-3.6268	-0.0965	0.0965	0.0241
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	64	3.4745	8.9567	2.1164	14.5475	12.4311	0.0347	-3.3597	-0.1167	0.1167	0.0291
Rasposa	<i>Rogiera stenosisiphon</i>	135	7.3290	0.6783	4.7619	12.7692	8.0073	0.0733	-2.6133	-0.1915	0.1915	0.0478
Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	1	0.0543	5.4086	0.5291	5.9920	5.4629	0.0005	-7.5186	-0.0041	0.0041	0.0010
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	7	0.3800	0.3923	0.5291	1.3014	0.7723	0.0038	-5.5727	-0.0212	0.0212	0.0053
Taray	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	26	1.4115	4.2231	0.5291	6.1638	5.6347	0.0141	-4.2605	-0.0601	0.0601	0.0150
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	8	0.4343	1.2481	1.0582	2.7406	1.6824	0.0043	-5.4392	-0.0236	0.0236	0.0059
Tepezán	<i>Buddleja cordata</i>	5	0.2714	6.3738	2.1164	8.7616	6.6452	0.0027	-5.9092	-0.0160	0.0160	0.0040
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	3	0.1629	0.7729	1.5873	2.5231	0.9358	0.0016	-6.4200	-0.0105	0.0105	0.0026
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	41	2.2258	0.0706	1.0582	3.3547	2.2965	0.0223	-3.8050	-0.0847	0.0847	0.0211
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	29	1.5744	1.3253	3.7037	6.6034	2.8997	0.0157	-4.1513	-0.0654	0.0654	0.0163
		<b>1842</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>	<b>1.00</b>			<b>3.2716</b>	<b>0.8164</b>
											<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>4.0073</b>

Tabla IV. 30. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie de la SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	índice de Shannon	Índice de Equidad
Pasto africano	<i>Megathyrus maximus</i>	2	100.0000	100.0000	99.9975	299.9975	200.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2	100.00	100.00	100.00	300.00	200.00	1.00			<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>											<b>0.0000</b>	



De acuerdo con la división de las especies registradas por estrato, en el estrato arbóreo se registraron un total de 559 individuos en **21 especies** y un índice de diversidad estimado en **2.4661**, con *Lisiloma divaricatum* como la especie de mayor distribución, el estrato arbóreo puede ser clasificado como de **mediana o baja diversidad**. En el estrato arbustivo se presentaron **26 especies** con un total de 799 individuos registrados y un índice de diversidad estimado de **2.4150**, por lo que tomando como base la clasificación señalada en literatura, en la que 1 es el valor más bajo y 5 es el valor más alto, el estrato arbustivo puede ser clasificado como de diversidad **baja o mediana**, con *Calliandra grandiflora* como la especie de mayor distribución. Por otra parte, en el estrato herbáceo se registraron **8 especies** con 484 individuos, dando como resultado un índice de diversidad de **1.5235**, clasificado también como de **baja diversidad**. Por último, en el grupo de los pastos se registraron un total de 2 individuos distribuidos en 1 sola especie, dando como resultado un índice de diversidad de 0.0000 puede ser clasificado también como de **baja diversidad**, con *Megathyrsus maximus* como la única especie en distribución.

#### IV.5.2.6 Análisis del Índice de IVI por estrato en la vegetación de Bosque de Pino Encino de la SAR

**Índice de valor de importancia.** De acuerdo con los resultados obtenidos en las siguientes Tablas, *Harpalyce formosa* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo (ver siguiente tabla), *Calliandra grandiflora* en el estrato arbustivo, *Pteridium aquilinum* en el estrato herbáceo, por último en el grupo de los pastos *Megathyrsus maximus* fue la única especie en distribución razón por la cual se concluye que dichas especies son las que proporcionan la estructura de la vegetación en la SAR.

Tabla IV. 31. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo de la SAR.

Estrato Arbóreo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	1.0733	4.4489	2.7397	8.2620	5.5223
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	24.3292	1.4077	13.6986	39.4354	25.7369
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	0.1789	1.8828	1.3699	3.4315	2.0617
Capulín	<i>Prunus serotina</i>	0.3578	1.8967	2.7397	4.9942	2.2545
Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	0.1789	1.0878	1.3699	2.6366	1.2667
Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	5.5456	5.6904	1.3699	12.6059	11.2360
Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	0.3578	12.7610	2.7397	15.8585	13.1188
Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	1.2522	5.0895	1.3699	7.7116	6.3417
Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	3.3989	6.1566	9.5890	19.1446	9.5556
Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	4.6512	10.4971	10.9589	26.1072	15.1483
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	2.1467	0.3210	4.1096	6.5773	2.4677
Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	7.5134	2.2585	4.1096	13.8815	9.7719
Macuilillo	<i>Oreopanax xalapensis</i>	0.3578	1.0041	2.7397	4.1016	1.3619
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	5.9034	3.6085	10.9589	20.4708	9.5119
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	12.5224	8.1367	9.5890	30.2481	20.6590
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	3.0411	0.1176	2.7397	5.8985	3.1588
Pino chino	<i>Pinus oocarpa</i>	8.7657	7.4859	2.7397	18.9913	16.2516
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	11.4490	11.2591	5.4794	28.1875	22.7081
Taray	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	4.6512	5.3087	1.3699	11.3298	9.9599
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	1.4311	1.5690	2.7397	5.7398	3.0001
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	0.8945	8.0122	5.4794	14.3861	8.9067
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 32. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo de la SAR.

Estrato Arbustivo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	8.3855	14.0511	4.5977	27.0343	22.4365
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	0.3755	1.1906	1.1494	2.7155	1.5660
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	0.3755	4.8520	2.2989	7.5263	5.2275
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	4.6308	2.7953	8.0460	15.4721	7.4261
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	2.0025	2.4555	4.5977	9.0557	4.4580
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	0.1252	0.2977	1.1494	1.5722	0.4228
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	0.3755	3.5338	2.2989	6.2082	3.9093
Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	0.1252	0.7937	1.1494	2.0682	0.9188
Cruceto	<i>Randia chiapensis</i>	0.5006	1.5094	2.2989	4.3089	2.0101

Estrato Arbustivo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	0.2503	0.5634	1.1494	1.9631	0.8137
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	0.2503	3.0472	1.1494	4.4470	3.2975
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	14.5181	2.0256	9.1954	25.7391	16.5437
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	7.2591	1.7686	5.7471	14.7748	9.0277
Guajillo	<i>Senegalia angustissima</i>	0.8761	1.2635	3.4483	5.5879	2.1396
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	1.8773	3.4398	1.1494	6.4666	5.3172
Lantrisco	<i>Rhus schiedeana</i>	1.1264	5.7512	3.4483	10.3259	6.8776
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	3.3792	0.6908	1.1494	5.2194	4.0700
Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	5.7572	3.7226	4.5977	14.0775	9.4798
Maguey chamula	<i>Agave chiapensis</i>	0.1252	0.1772	1.1494	1.4518	0.3024
Mimosa	<i>Mimosa platycarpa</i>	2.6283	0.8798	4.5977	8.1058	3.5081
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	23.1539	1.3606	11.4943	36.0088	24.5145
Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	16.8961	3.4663	10.3448	30.7073	20.3625
Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	0.1252	27.6378	1.1494	28.9124	27.7630
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	0.8761	2.0045	1.1494	4.0301	2.8806
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.3755	3.9496	3.4483	7.7734	4.3251
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	3.6295	6.7723	8.0460	18.4479	10.4019
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 33. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo de la SAR.

Estrato Herbáceo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	1.4463	20.5362	3.4482	25.4307	21.9825
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	5.3719	4.2044	10.3447	19.9210	9.5763
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	6.8182	2.7855	13.7929	23.3966	9.6037
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	3.5124	4.5255	13.7929	21.8308	8.0379
Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	54.1322	25.6577	24.1376	103.9276	79.7900
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	10.9504	3.9957	20.6894	35.6354	14.9461
Perrito	<i>Lamourouxia longiflora</i>	9.2975	30.2675	6.8965	46.4615	39.5650
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	8.4711	8.0275	6.8965	23.3950	16.4985
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 34. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de las cactáceas de la SAR.

Pastos						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	100.0000	100.0000	99.9975	299.9975	200.0000
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

**Memoria de cálculo.** Se adjuntan como parte integrante del Anexo (Análisis de vegetación) los archivos de Excel del tipo de vegetación de Bosque de Pino – Encino, que incluyen las memorias de cálculo de los parámetros ecológicos calculados y los índices de diversidad para la vegetación del SAR (archivo digital).

## IV.5.2.7 Bosque de Encino – Pino en el SAR.

**Listado de especies:** Las Tablas siguientes presentan inicialmente el listado de flora registrada en los muestreos de vegetación del SAR.

Tabla IV. 35. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación de la SAR (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Variación y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Berenjena	<i>Solanum chrysotrichum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	-	Endémico	No listado	No listado	Herbáceo
Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	-	Nativa	No listado	Amenazada	Arbóreo
Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo

Nombre común	Nombre Científico	Variación y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Zarza	<i>Rubus trilobus</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo

Tabla IV. 36. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación de la SAR (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Nombre común	Nombre Científico	Variación y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Pasto quicullo	Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	-	Exótica	No listado	No listado	Pasto

**Índices de diversidad por estrato.** Las Tablas siguiente presentan los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener, índice de Equidad y el índice de Diversidad Máxima por estrato vegetal en el muestreo realizado en la vegetación del SAR (arbóreo, arbustivo, herbáceo y grupo de las cactáceas). De igual manera, en las siguientes tablas se presenta el concentrado de dichos datos sin hacer distinción por estratos de vegetación.

Tabla IV. 37. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el SAR

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	No listado	45	0.2761	-1.2871	-0.3553	0.3553	0.1543
Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	No listado	12	0.0736	-2.6088	-0.1921	0.1921	0.0834
Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	No listado	3	0.0184	-3.9951	-0.0735	0.0735	0.0319
Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	No listado	26	0.1595	-1.8357	-0.2928	0.2928	0.1272
Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	No listado	27	0.1656	-1.7979	-0.2978	0.2978	0.1293
Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	Amenazada	8	0.0491	-3.0143	-0.1479	0.1479	0.0642

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	No listado	8	0.0491	-3.0143	-0.1479	0.1479	0.0642
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	No listado	1	0.0061	-5.0938	-0.0313	0.0313	0.0136
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	No listado	26	0.1595	-1.8357	-0.2928	0.2928	0.1272
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	No listado	7	0.0429	-3.1478	-0.1352	0.1352	0.0587
			<b>163</b>	<b>1.00</b>			<b>1.9667</b>	<b>0.8541</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>							<b>2.3026</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 38. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Estrato Arbustivo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	No listado	36	0.1011	-2.2914	-0.2317	0.2317	0.0836
Berenjena	<i>Solanum chrysotrichum</i>	No listado	2	0.0056	-5.1818	-0.0291	0.0291	0.0105
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	No listado	4	0.0112	-4.4886	-0.0504	0.0504	0.0182
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	No listado	82	0.2303	-1.4682	-0.3382	0.3382	0.1220
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	No listado	34	0.0955	-2.3486	-0.2243	0.2243	0.0809
Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	No listado	14	0.0393	-3.2359	-0.1273	0.1273	0.0459
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	No listado	6	0.0169	-4.0832	-0.0688	0.0688	0.0248
Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	No listado	5	0.0140	-4.2655	-0.0599	0.0599	0.0216
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	No listado	1	0.0028	-5.8749	-0.0165	0.0165	0.0060
Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	No listado	5	0.0140	-4.2655	-0.0599	0.0599	0.0216
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	No listado	65	0.1826	-1.7005	-0.3105	0.3105	0.1120
Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	No listado	24	0.0674	-2.6969	-0.1818	0.1818	0.0656
Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	No listado	3	0.0084	-4.7763	-0.0402	0.0402	0.0145
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	No listado	12	0.0337	-3.3900	-0.1143	0.1143	0.0412
Zarza	<i>Rubus trilobus</i>	No listado	55	0.1545	-1.8676	-0.2885	0.2885	0.1041
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	No listado	8	0.0225	-3.7955	-0.0853	0.0853	0.0308
			<b>356</b>	<b>1.00</b>			<b>2.2268</b>	<b>0.8031</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>							<b>2.7726</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 39. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Estrato Herbáceo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado	89	0.2977	-1.2118	-0.3607	0.3607	0.2241
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	No listado	19	0.0635	-2.7560	-0.1751	0.1751	0.1088
Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	No listado	92	0.3077	-1.1787	-0.3627	0.3627	0.2253
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado	19	0.0635	-2.7560	-0.1751	0.1751	0.1088
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	No listado	80	0.2676	-1.3184	-0.3528	0.3528	0.2192
			<b>299</b>	<b>1.00</b>			<b>1.4264</b>	<b>0.8863</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>							<b>1.6094</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 40. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Pastos								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	No listado	1	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
			<b>1</b>	<b>1.00</b>			<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>							<b>0.0000</b>	

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.



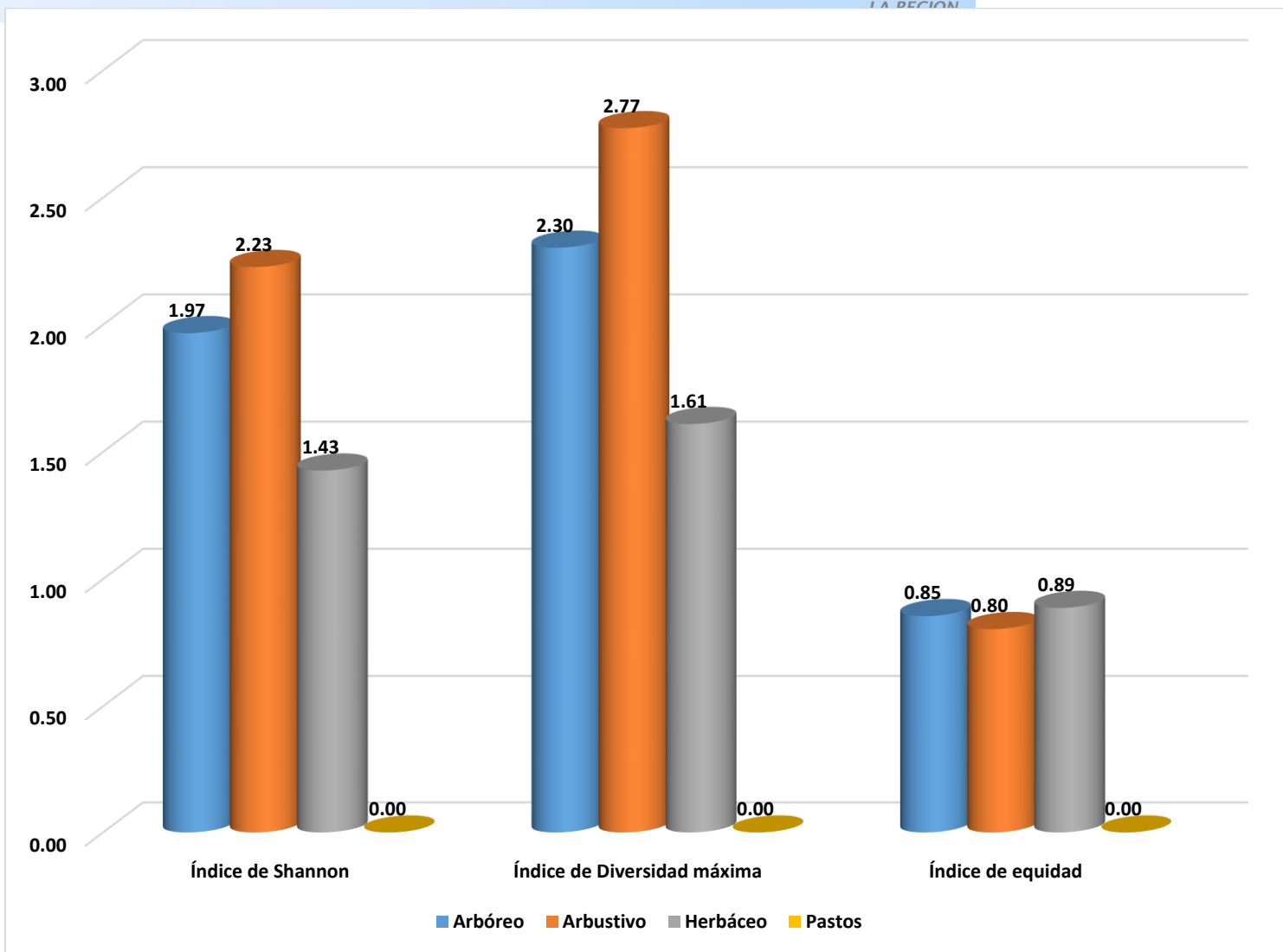


Fig. IV.32. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el SAR.

Tabla IV. 41. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie de la SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	36	4.4010	0.7253	1.3699	6.4961	5.1262	0.0440	-3.1233	-0.1375	0.1375	0.0400
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	45	5.5012	0.4685	5.4795	11.4492	5.9697	0.0550	-2.9002	-0.1595	0.1595	0.0465
Berenjena	<i>Solanum chrysotrichum</i>	2	0.2445	1.7948	2.7397	4.7790	2.0393	0.0024	-6.0137	-0.0147	0.0147	0.0043
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	4	0.4890	2.2407	2.7397	5.4694	2.7297	0.0049	-5.3206	-0.0260	0.0260	0.0076
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	89	10.8802	0.0332	4.1096	15.0229	10.9134	0.1088	-2.2182	-0.2413	0.2413	0.0703
Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	12	1.4670	4.7598	5.4795	11.7063	6.2268	0.0147	-4.2220	-0.0619	0.0619	0.0180
Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	3	0.3667	24.5893	4.1096	29.0656	24.9560	0.0037	-5.6083	-0.0206	0.0206	0.0060
Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	26	3.1785	13.2131	4.1096	20.5011	16.3916	0.0318	-3.4488	-0.1096	0.1096	0.0319
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	82	10.0244	0.9481	6.8493	17.8219	10.9726	0.1002	-2.3001	-0.2306	0.2306	0.0671
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	34	4.1565	0.2607	2.7397	7.1569	4.4172	0.0416	-3.1805	-0.1322	0.1322	0.0385
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	19	2.3227	0.0374	1.3699	3.7300	2.3602	0.0232	-3.7624	-0.0874	0.0874	0.0254
Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	92	11.2469	0.2917	6.8493	18.3879	11.5386	0.1125	-2.1851	-0.2458	0.2458	0.0716
Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	27	3.3007	4.1433	4.1096	11.5536	7.4440	0.0330	-3.4110	-0.1126	0.1126	0.0328
Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	14	1.7115	0.4241	4.1096	6.2452	2.1356	0.0171	-4.0678	-0.0696	0.0696	0.0203
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	6	0.7335	2.9312	2.7397	6.4044	3.6646	0.0073	-4.9151	-0.0361	0.0361	0.0105
Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	8	0.9780	5.4070	1.3699	7.7549	6.3850	0.0098	-4.6274	-0.0453	0.0453	0.0132
Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	5	0.6112	0.6880	1.3699	2.6691	1.2993	0.0061	-5.0974	-0.0312	0.0312	0.0091
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	8	0.9780	12.4381	4.1096	17.5257	13.4161	0.0098	-4.6274	-0.0453	0.0453	0.0132
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	1	0.1222	1.6255	1.3699	3.1176	1.7477	0.0012	-6.7069	-0.0082	0.0082	0.0024
Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	5	0.6112	0.7450	1.3699	2.7261	1.3563	0.0061	-5.0974	-0.0312	0.0312	0.0091
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	1	0.1222	8.5790	1.3699	10.0711	8.7012	0.0012	-6.7069	-0.0082	0.0082	0.0024
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	19	2.3227	0.0143	2.7397	5.0768	2.3371	0.0232	-3.7624	-0.0874	0.0874	0.0254
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	65	7.9462	0.4985	4.1096	12.5543	8.4447	0.0795	-2.5325	-0.2012	0.2012	0.0586
Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	24	2.9340	3.3739	4.1096	10.4174	6.3078	0.0293	-3.5288	-0.1035	0.1035	0.0301
Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	3	0.3667	0.2578	1.3699	1.9944	0.6245	0.0037	-5.6083	-0.0206	0.0206	0.0060
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	26	3.1785	1.0769	2.7397	6.9951	4.2554	0.0318	-3.4488	-0.1096	0.1096	0.0319

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	7	0.8557	6.8180	5.4795	13.1532	7.6738	0.0086	-4.7610	-0.0407	0.0407	0.0119
Tulipan	<i>Malviscus arboreus</i>	12	1.4670	0.2784	1.3699	3.1153	1.7454	0.0147	-4.2220	-0.0619	0.0619	0.0180
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	80	9.7800	0.0218	1.3699	11.1716	9.8017	0.0978	-2.3248	-0.2274	0.2274	0.0662
Zarza	<i>Rubus trilobus</i>	55	6.7237	0.0553	2.7397	9.5188	6.7790	0.0672	-2.6995	-0.1815	0.1815	0.0529
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	8	0.9780	1.2615	4.1096	6.3490	2.2394	0.0098	-4.6274	-0.0453	0.0453	0.0132
		<b>818</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>	<b>1.00</b>			<b>2.9338</b>	<b>0.8543</b>
											<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>3.4340</b>

Tabla IV. 42. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie de la SAR, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	1	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000	200.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		1	100.00	100.00	100.00	300.00	200.00	1.00			<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
											<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>0.0000</b>

De acuerdo con la división de las especies registradas por estrato, en el estrato arbóreo se registraron un total de 559 individuos en **10 especies** y un índice de diversidad estimado en **1.9667**, con *Harpalyce formosa* como la especie de mayor distribución, el estrato arbóreo puede ser clasificado como de **baja diversidad**. En el estrato arbustivo se presentaron **16 especies** con un total de 356 individuos registrados y un índice de diversidad estimado de **2.2268**, por lo que tomando como base la clasificación señalada en literatura, en la que 1 es el valor más bajo y 5 es el valor más alto, el estrato arbustivo puede ser clasificado como de **diversidad baja o mediana**, con *Eupatorium areolare* como la especie de mayor distribución. Por otra parte, en el estrato herbáceo se registraron **5 especies** con 299 individuos, dando como resultado un índice de diversidad de **1.4264**, clasificado también como de **baja diversidad**. Por último, en el grupo de los pastos se registraron un total de **1 individuo** distribuido en 1 sola especie, dando como resultado un índice de diversidad de 0.0000 puede ser clasificado también como de **baja diversidad**, con *Cenchrus clandestinus* como la única especie en distribución.

#### IV.5.2.8 Análisis del Índice de IVI por estrato en la vegetación de Bosque de Encino Pino del SAR

**Índice de valor de importancia.** De acuerdo con los resultados obtenidos en las siguientes Tablas, *Quercus candicans* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo (ver siguiente tabla), *Eupatorium areolare* en el estrato arbustivo; *Pteridium aquilinum* en el estrato herbáceo, por último en el grupo de los pastos *Cenchrus clandestinus* fue la única especie en distribución, razón por la cual se concluye que dichas especies son las que proporcionan la estructura de la vegetación en la SAR.

Tabla IV. 43. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo de la SAR.

Estrato Arbóreo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	27.6074	0.5749	14.2857	42.4680	28.1823
Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	7.3620	5.8408	14.2857	27.4885	13.2027
Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	1.8405	30.1735	10.7143	42.7283	32.0140
Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	15.9509	16.2138	10.7143	42.8790	32.1647
Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	16.5644	5.0842	10.7143	32.3629	21.6486
Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	4.9080	6.6349	3.5714	15.1143	11.5429

Estrato Arbóreo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	4.9080	15.2628	10.7143	30.8850	20.1708
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	0.6135	10.5272	3.5714	14.7122	11.1407
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	15.9509	1.3215	7.1429	24.4153	17.2724
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	4.2945	8.3664	14.2857	26.9466	12.6609
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 44. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo de la SAR.

Estrato Arbustivo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	10.1124	4.0051	3.0303	17.1478	14.1175
Berenjena	<i>Solanum chrysotrichum</i>	0.5618	9.9113	6.0606	16.5337	10.4731
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	1.1236	12.3736	6.0606	19.5578	13.4972
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	23.0337	5.2357	15.1515	43.4209	28.2694
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	9.5506	1.4395	6.0606	17.0507	10.9901
Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	3.9326	2.3420	9.0909	15.3655	6.2746
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	1.6854	16.1864	6.0606	23.9324	17.8718
Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	1.4045	3.7993	3.0303	8.2341	5.2038
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	0.2809	8.9763	3.0303	12.2875	9.2572
Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	1.4045	4.1141	3.0303	8.5489	5.5186
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	18.2584	2.7529	9.0909	30.1022	21.0113
Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	6.7416	18.6312	9.0909	34.4636	25.3727
Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	0.8427	1.4234	3.0303	5.2964	2.2661
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	3.3708	1.5376	3.0303	7.9387	4.9084
Zarza	<i>Rubus trilobus</i>	15.4494	0.3055	6.0606	21.8155	15.7549
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	2.2472	6.9660	9.0909	18.3041	9.2132
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 45. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo de la SAR.

Estrato Herbáceo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	29.7659	8.3247	25.0000	63.0906	38.0906
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	6.3545	9.3935	8.3333	24.0813	15.7480
Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	30.7692	73.2176	41.6667	145.6535	103.9868
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	6.3545	3.5986	16.6667	26.6198	9.9532
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	26.7559	5.4656	8.3333	40.5548	32.2215
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 46. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de los pastos de la SAR.

Pastos						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000	200.0000
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

**Memoria de cálculo.** Se adjuntan como parte integrante del Anexo (Análisis de Vegetación) los archivos de Excel del tipo de vegetación de Bosque de Encino – Pino, que incluyen las memorias de cálculo de los parámetros ecológicos calculados y los índices de diversidad para la vegetación del SAR (archivo digital).

#### IV.5.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Según los registros de campo de los muestreos realizados para el SAR, se identificaron 4 especies en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se desglosan de la siguiente manera, para los tipos de vegetación de Selva Baja Caducifolia (1 especie en categoría de Amenazada), Bosque de Pino Encino (2 especies en categoría de Protección especial y 1 Amenazada), por último para el Bosque de Encino Pino solo se registró (1 especie en categoría de Amenazada) (ver siguiente tabla)

Tabla IV. 47. Especies en alguna categoría de riesgo por tipo de vegetación.

Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	Tipo de Vegetación
Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	Amenazada	Arbóreo	BQP, BPQ
Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	Sujeta a Protección Especial	Arbóreo	BPQ
Maguey chamula	<i>Agave chiapensis</i>	Sujeta a Protección Especial	Arbustivo	BPQ
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	Amenazada	Arbóreo	SBC

A continuación se hace una descripción de las especies referidas en la tabla anterior.

#### ***Carpinus caroliniana***

*Carpinus caroliniana* o lechillo es una especie arbórea caducifolia que se distribuye en los estados de Chiapas (mpio. de Motozintla), Oaxaca (mpio. de San Jeronimo Coatlán), Puebla,

Veracruz, Querétaro (mpio. de Landa de Matamoros), Tamaulipas (mpio. de Gómez Farías), Nuevo León y Michoacán (mpio. de Charo) (ver siguiente figura).

Habita en climas que van desde el templado húmedo hasta el semicálido templado húmedo, preferentemente en bosque mesófilo de montaña, en altitudes que van de 1350 a 2500 m.s.n.m. Asimismo, se le puede encontrar en cañadas y barrancas, cerca de los arroyos asociado con *Alnus* y *Fraxinus*.

Su principal medio de propagación es mediante su semilla que se dispersa por las aves o por el viento.

Si bien, tiene una distribución amplia en el país, los habitats en los que se encuentra esta generalmente perturbado por actividades agrícolas y pecuarias, además de que en algunos sitios su madera se utiliza como combustible (tala no controlada). Lo anterior ha generado presión en sus poblaciones.

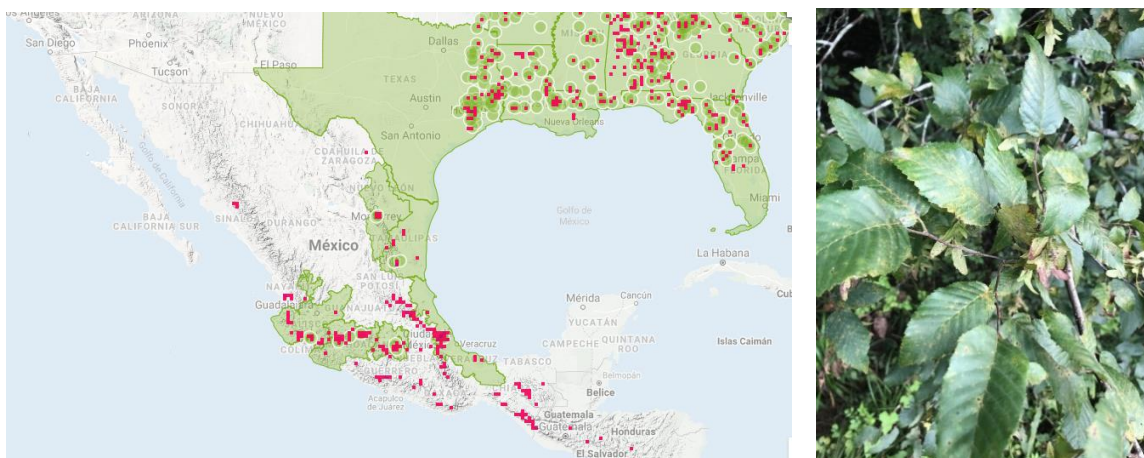


Fig. IV.33. Distribución de *Carpinus caroliniana* (lechillo).

### ***Callitropsis lusitanica***

El cedro blanco (*Callitropsis lusitanica*), es una especie de árbol monoico perennifolio, considerada como heliófita que llega a formar bosques de poca extensión, sobre todo en las partes altas del bosque mesófilo de montaña. Habita en climas que van desde el templado semifrío al templado subhúmedo, Cb (w2) a C(w), en altitudes de 1400 a 3600 msnm.

Se considera como una especie de amplia distribución en México, que habita especialmente en las principales cadenas montañosas del país; se distribuye en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Occidental, Meseta Central de Chiapas y parte del Eje Neovolcánico; también se encuentra en Guatemala, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Habita en Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Durango, Querétaro, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Oaxaca, Puebla y Sinaloa (ver siguiente imagen).



Fig. IV.34. Distribución de *Callitropsis lusitanica*.

Entre los factores a los que se encuentra sujeta la especie, es la disminución y alteración de los bosques donde habita, debido a la destrucción del hábitat para ganadería extensiva o cultivos. A pesar de ser una especie de distribución amplia y cultivarse frecuentemente, la destrucción del hábitat afecta a las poblaciones naturales del taxón, sobre todo a los bosques puros del género.

Por otro lado, cabe mencionar, que si bien los bosques de *Cupressus* han disminuido en extensión, la especie no tiene problema de sobrevivencia, ya que es de fácil reproducción y se cultiva ampliamente (Zamudio y Carranza, 1994). Asimismo, es una planta común en diversos invernaderos.

En algunos lugares ha sido utilizada para la reforestación, ya que se adapta bien a diferentes climas y suelos (Mc Vaugh, 1992), además se utiliza frecuentemente como ornamental. Es un árbol de rápido crecimiento, muy apreciado en jardinería por su figura.



***Agave chiapensis***

El maguey chamula (*A. chiapensis*), es una especie que habita en climas templados; en altitudes de 1500-3000 m (Gentry, 1982; García-Mendoza y Lott, 1994). Crece en acantilados de roca caliza, al pie de laderas con encino-pino y encinar húmedo, en sitios abiertos, rocosos, con topografía accidentada, sobre litosoles (Gentry, 1982; García-Mendoza y Lott, 1994).

Su periodo de reproducción, es en enero-abril y rara vez en junio; fructifican en agosto-septiembre.

A pesar de su estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Sujeta a protección especial), no existen proyectos o estrategias de conservación y manejo específicas para la especie o sus habitats.

Entre sus principales factores de riesgo se encuentra que al ser una especie endémica su distribución es restringida, por lo que la destrucción de su habitat por urbanización se encuentra entre las principales razones de afectación.

Considerada como especie micro endémica, se considera su distribución natural únicamente para los municipios de San Cristóbal de las Casas, Tenejapa, Teopisca y Zinacantán, todos en Chiapas (Gentry, 1982) (ver siguiente figura).



Fig. IV.35. Distribución de *Agave chiapensis*.

### ***Astronium graveolens***

*Astronium graveolens*, mejor conocido como amargoso, es un árbol de gran altura, que se distribuye en los estados de Guerrero, Tabasco, Yucatan, Campeche, Chiapas, Jalisco, Oaxaca, Veracruz, QuintanaRoo. Asimismo, su distribución incluye otros países de America Central y America del Sur como Brasil (ver siguiente imagen).

Se le puede encontrar en selvas tropicales y en ambientes de clima cálido húmedo (Am y Af) a cálido-subhúmedo (Aw), en donde los suelos son de origen calizo, ígneo o metamórfico, formando parte del estrato medio superior de las comunidades vegetales

Derivado de la calidad de su madera, así como, la destrucción de su hábitat por diferentes actividades humanas, tales como: tala selectiva, deforestación, incendios forestales, sobre explotación, asentamientos humanos, sus poblaciones han sido sobre explotadas en diferentes entidades del país, lo que la ha llevado a considerarse como una especie amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Actualmente la especie se encuentra protegida en La Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Reserva de la Biosfera Montes Azules, en el Parque Ecológico El Zapotal y La Reserva de la Biosfera La Sepultura (Vázquez Sánchez et. al, 1996; Ventura, 2000; INE, 2000). La suma de estos esfuerzos, así como la conciencia de su conservación ha logrado mantener poblaciones viables

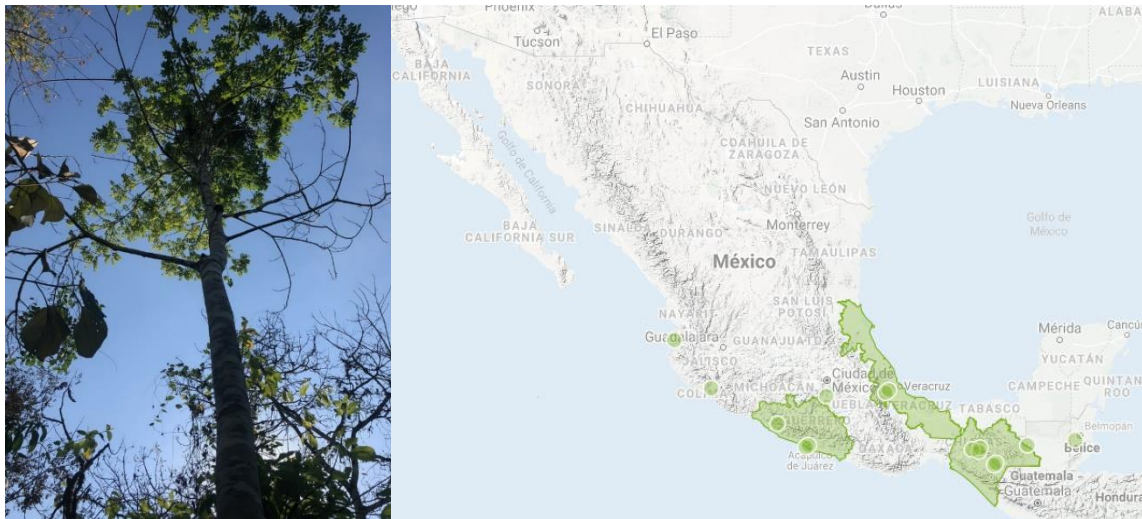


Fig. IV.36. Distribución de *Astronium graveolens*.

## IV.6. Resultados de trabajo de campo en el CUS

### IV.6.1. Curvas de acumulación de Especies.

Al igual que para el SAR, se emplearon los métodos paramétricos de curvas de acumulación y ecuación de Clench, en donde para obtener resultados confiables, uno de las constantes es tener con el mismo número de sitios tanto para el SAR como para el CUS.

Asimismo, se empleó la metodología definida por Jiménez-Valverde y Hortal (2003) la cual consiste en la elaboración de una matriz de presencia / ausencia de especies por estrato, para después procesarlas utilizando el programa EstimateS, del cual se obtienen los valores correspondientes al S(est) (desviación estándar), para su posterior procesamiento en el programa de análisis estadístico STATISTICA.

A continuación, se presentan las curvas de acumulación o curvas de colecta establecidas para la vegetación de Selva Mediana Caducifolia, Bosque de Pino – Encino y Bosque de Encino - Pino presentes en el área del Área de Cambio de Uso de Suelo.

#### IV.6.1.1 Curvas aplicadas para Selva Baja Caducifolia.

**Estrato arbóreo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 12 sitios de muestreo, se registraron un total de **22 especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 81.30%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.3091,

por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 44.71 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato arbustivo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 12 sitios de muestreo, se registraron un total de **19 especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 81.73%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.2563, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 42.43 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato herbáceo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 12 sitios de muestreo, se registraron un total de **diez especies** correspondientes al estrato, por lo que, de acuerdo con lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 82.38%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.1438, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 47.24 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Grupo de Bromelias:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 12 sitios de muestreo, se registró **una especie** correspondiente al estrato, por lo que, de acuerdo con lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 0.13%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.0830, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 169642.86 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

Mediante la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada estrato.

Tabla IV. 48. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo).

Estrato	Variable				Proporción de flora registrada (%)	Esfuerzo de Muestreo	Pendiente de curva / Clench
	a	b	Sobs	q			
Arbóreo	11.5013	0.4250	22	0.95	81.30%	44.71	0.3091
Arbustivo	10.4088	0.4477	19	0.95	81.73%	42.43	0.2563
Herbáceo	4.8824	0.4022	10	0.95	82.38%	47.24	0.1438
Bromelias	0.0833	0.0001	1	0.95	0.13%	169642.86	0.0830

#### IV.6.1.2 Justificación Selva Mediana Caducifolia

De acuerdo con lo registrado en la literatura, estimar una cantidad de sitios de muestreo es subjetivo por dos factores, 1) existe una relación directa entre la diversidad de especies y el número necesario de sitios de muestreo requeridos. Esto es: entre mayor sea la diversidad biológica existente mayor será el esfuerzo de muestreo requerido; 2) el factor atenuante de la logística, en donde se requiere una cantidad de muestreos determinada por un tiempo límite de trabajo en campo. Sin embargo, la cantidad de sitios de muestreo necesarios pueden ser cuantificados al utilizar los resultados de los esfuerzos de muestreo, así como los de las pendientes (Clench). Por lo tanto, si los valores calculados para el esfuerzo de muestreo se encuentran cercanos o superiores al 80%, o los valores de Clench reflejan que son menores a 0.1, **se considera que los muestreos son fiables** (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

De acuerdo con lo observado en la tabla de resultados, en el caso de este proyecto, al realizarse un muestreo total de vegetación de 12 sitios de 100m<sup>2</sup> (10x10m), se cumple perfectamente con la condición establecida por Jiménez-Valverde y Hortal (2003), en que el esfuerzo de muestreo debe ser igual o superior al 80%; sin embargo, cabe resaltar que el grupo de las bromelias a pesar de su porcentaje de flora (0.13%) refleja que debido a la restricción del área de cambio de uso de suelo, limita su aparición, esto a su vez al compararlo con el porcentaje de bromelias presente en el área del SAR (56.85%) en donde el área delimitada provoca el efecto contrario, al ser un área mayor la cantidad de incidencias son más altas provocando que el porcentaje aumente pero que no se llegue a la

asíntota debido a que es probable que sigan apareciendo individuos indefinidamente. En conclusión, el área de estudio es el factor de mayor influencia en este método estadístico.

#### IV.6.1.3 Curvas aplicadas para el Bosque de Pino – Encino.

**Estrato arbóreo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 13 sitios de muestreo, se registraron un total de **diez especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 83.59%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.1147, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 42.18 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato arbustivo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 13 sitios de muestreo, se registraron un total de **19 especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 86.62%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.1501, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 27.05 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato herbáceo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de 13 sitios de muestreo, se registraron un total de **seis especies** correspondientes al estrato, por lo que, de acuerdo con lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 85.66%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.0498, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 28.39 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

Mediante la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada estrato.

Tabla IV. 49. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo).

Estrato	Variable				Proporción de flora registrada (%)	Esfuerzo de Muestreo	Pendiente de curva / Clench
	a	b	Sobs	q			
Arbóreo	5.3886	0.4504	10	0.95	83.59%	42.18	0.1147
Arbustivo	15.4059	0.7023	19	0.95	86.62%	27.05	0.1501
Herbáceo	4.6870	0.6691	6	0.95	85.66%	28.39	0.0498

#### IV.6.1.4 Justificación Bosque de Pino – Encino.

De acuerdo con lo registrado en la literatura, estimar una cantidad de sitios de muestreo es subjetivo por dos factores, 1) existe una relación directa entre la diversidad de especies y el número necesario de sitios de muestreo requeridos. Esto es: entre mayor sea la diversidad biológica existente mayor será el esfuerzo de muestreo requerido; 2) el factor atenuante de la logística, en donde se requiere una cantidad de muestreos determinada por un tiempo límite de trabajo en campo. Sin embargo, la cantidad de sitios de muestreo necesarios pueden ser cuantificados al utilizar los resultados de los esfuerzos de muestreo, así como los de las pendientes (Clench). Por lo tanto, si los valores calculados para el esfuerzo de muestreo se encuentran cercanos o superiores al 80%, o los valores de Clench reflejan que son menores a 0.1, **se considera que los muestreos son fiables** (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

De acuerdo con lo observado en la tabla de resultados, en el caso de este proyecto, al realizarse un muestreo total de vegetación de 13 sitios de 100m<sup>2</sup> (10x10m), se cumple perfectamente con la condición establecida por Jiménez-Valverde y Hortal (2003), en que el esfuerzo de muestreo debe ser igual o superior al 80%.

#### IV.6.1.5 Curvas aplicadas para el Bosque de Encino – Pino.

**Estrato arbóreo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de cinco sitios de muestreo, se registraron un total de **cuatro especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 84.25%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.1073, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 14.18 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato arbustivo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de cinco sitios de muestreo, se registraron un total de **14 especies** correspondientes al estrato, por lo que de acuerdo a lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 86.74%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.3044, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 11.19 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

**Estrato herbáceo:** De acuerdo con la información colectada en campo mediante la implementación de cinco sitios de muestreo, se registraron un total de **dos especies** correspondientes al estrato, por lo que, de acuerdo con lo establecido en la metodología, la proporción de flora registrada fue de 81.16%, y una pendiente calculada (Clench) de 0.0673, por lo que, para elevar la cantidad de especies registradas a un 95% se estima un esfuerzo de muestreo de aproximadamente 18.54 sitios. Cabe resaltar que a medida que el inventario se vuelve más exhaustivo, es más complicado registrar especies nuevas.

Mediante la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada estrato.

Tabla IV. 50. Resultados obtenidos mediante la aplicación de la ecuación de Clench (pendiente de la curva, proporción de la flora registrada y esfuerzo de muestreo).

Estrato	Variable				Proporción de flora registrada (%)	Esfuerzo de Muestreo	Pendiente de curva / Clench
	a	b	Sobs	q			
Arbóreo	6.3603	1.3397	4	0.95	84.25%	14.18	0.1073
Arbustivo	27.3969	1.6975	14	0.95	86.74%	11.19	0.3044
Herbáceo	2.5250	1.0246	2	0.95	81.16%	18.54	0.0673

#### IV.6.1.6 Justificación Bosque de Encino – Pino.

De acuerdo con lo registrado en la literatura, estimar una cantidad de sitios de muestreo es subjetivo por dos factores, 1) existe una relación directa entre la diversidad de especies y el número necesario de sitios de muestreo requeridos. Esto es: entre mayor sea la diversidad biológica existente mayor será el esfuerzo de muestreo requerido; 2) el factor atenuante de la logística, en donde se requiere una cantidad de muestreos determinada por un tiempo límite de trabajo en campo. Sin embargo, la cantidad de sitios de muestreo necesarios



pueden ser cuantificados al utilizar los resultados de los esfuerzos de muestreo, así como los de las pendientes (Clench). Por lo tanto, si los valores calculados para el esfuerzo de muestreo se encuentran cercanos o superiores al 80%, o los valores de Clench reflejan que son menores a 0.1, se considera que los muestreos son fiables (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

De acuerdo con lo observado en la tabla de resultados, en el caso de este proyecto, al realizarse un muestreo total de vegetación de cinco sitios de 100m<sup>2</sup> (10x10m), se cumple perfectamente con la condición establecida por Jiménez-Valverde y Hortal (2003), en que el esfuerzo de muestreo debe ser igual o superior al 80%.

**Nota:** De manera anexa y como parte integrante del estudio de Curva de acumulación de especies, se anexan los gráficos correspondientes, así como los resultados obtenidos por el programa EstimateS, del cual se obtienen los valores correspondientes al S(est) (desviación estándar), para su posterior procesamiento en el programa de análisis estadístico STATISTICA.

Asimismo, mediante el anexo Análisis de vegetación se presentan las bases de datos y gráficos que fueron generados durante la preparación de las curvas de acumulación de especies, así como los archivos digitales correspondientes a la verificación de la calidad del inventario realizado en la vegetación de Selva Baja Caducifolia, Bosque de Pino – Encino y Bosque de Encino – Pino del SAR.

#### **IV.7. Análisis de Curvas de Acumulación de especies SAR y CUS.**

En las tablas siguientes, se presenta de manera concentrada el análisis de las curvas de acumulación de especies para cada uno de los tipos de vegetación y sus respectivos estratos tanto para el SAR como el área de CUS.

Tabla IV. 51. Comparativa de resultados obtenidos en curvas de acumulación de especies para el área de CUS y CHF correspondientes al Bosque Encino – Pino.

Bosque Encino - Pino										
Estrato	Número de Sitios		Número de Especies		Pendiente Clench		Proporción de Flora		Esfuerzo de Muestreo	
	CUS	CHF	CUS	CHF	CUS	CHF	CUS	CHF	CUS	CHF
Arbóreo	5	5	4	10	0.1073	0.3781	84.25%	80.44%	14.18	21.86
Arbustivo	5	5	14	16	0.3044	1.1354	86.74%	64.39%	11.19	51.88
Herbáceo	5	5	2	5	0.0673	0.2802	81.16%	72.52%	18.54	37.61

Tabla IV. 52. Comparativa de resultados obtenidos en curvas de acumulación de especies para el área de CUS y CHF correspondientes al Bosque Pino – Encino.

Bosque Pino - Encino										
Estrato	Número de Sitios		Número de Especies		Pendiente Clench		Proporción de Flora		Esfuerzo de Muestreo	
	CUS	CHF	CUS	CHF	CUS	CHF	CUS	CHF	CUS	CHF
Arbóreo	13	13	10	21	0.1147	0.4047	83.59%	75.05%	42.18	82.79
Arbustivo	13	13	19	26	0.1501	0.5208	86.62%	74.87%	27.05	89.23
Herbáceo	13	13	6	8	0.0498	0.1271	85.66%	78.26%	28.39	62.83

Tabla IV. 53. Comparativa de resultados obtenidos en curvas de acumulación de especies para el área de CUS y CHF correspondientes a la Selva Mediana Caducifolia.

Selva Mediana Caducifolia										
Estrato	Número de Sitios		Número de Especies		Pendiente Clench		Proporción de Flora		Esfuerzo de Muestreo	
	CUS	CHF	CUS	CHF	CUS	CHF	CUS	CHF	CUS	CHF
Arbóreo	12	12	22	28	0.31	0.56	81.30%	75.83%	44.71	72.86
Arbustivo	12	12	19	30	0.26	0.75	81.73%	71.34%	42.43	101.90
Herbáceo	12	12	10	9	0.14	0.18	82.38%	77.41%	47.24	77.37
Grupo de Bromelias	12	12	1	1	0.08	0.04	0.13%	56.85%	169642.86	153.09
Grupo de Cactáceas		12		1		0.02		73.01%		66.82

Con base a los resultados obtenidos, se tiene que la cantidad de sitios de muestreo establecidos para cada tipo de vegetación dentro del CUS (Bosque de Encino – Pino, Bosque de Pino – Encino y Selva Mediana Caducifolia), cumplen los requisitos establecidos por Jiménez-Valverde y Hortal, (2003), al ser estos superiores al 80%. Por otro lado, en lo que respecta al grupo de bromelias de la SMC (0.13%), refleja la restricción del área de cambio de uso de suelo, al ser esta significativamente menor que la del SAR, en el cual se obtuvo un valor de 56.85%. Lo anterior es el reflejo de un área mayor, en donde la cantidad de incidencias son más elevadas.

En este sentido, se tiene que el esfuerzo de muestreo realizado para el CUS, **es viable y estadísticamente representativo** conforme lo establecen las referencias bibliográficas para los métodos paramétricos. En lo que refiere al SAR, si bien, el esfuerzo de muestreo podría incrementarse para alcanzar valores superiores al 80% conforme a la proporción de flora, este puede considerarse suficiente, ya que, dentro de este no se tendrá una afectación a la flora por lo que de existir más especies estas no se verán afectadas al ser un proyecto de carácter puntual.

Asimismo y como ha sido multicitado, se tiene que este tipo de método conlleva a que en determinado momento, con independencia del esfuerzo, la identificación de especies será cero o cercana a cero (asíntota en la curva), por lo que, el alcanzar porcentajes cercanos a 80% en una superficie tan grande como el SAR, conlleva un esfuerzo desmedido, mismo que puede ser enfocado al CUS, en donde los resultados obtenidos servirán de análisis para una correcta caracterización, como es el caso del presente estudio.

#### **IV.7.1.1 Análisis de diversidad de la vegetación.**

En el presente apartado se realizarán las estimaciones del número de individuos por hectárea, cobertura aérea por especie, Abundancia relativa ( $A_r$ ), Dominancia relativa ( $D_r$ ) y Frecuencia relativa ( $F_r$ ).

Para mayor información sobre los métodos empleados puede ser consultada en el anexo de metodología del presente DTU.

#### **IV.7.2. Estimación de índices.**

Al igual que para el SAR, se estimó el Índice de Valor de Importancia (IVI) y el Índice de Diversidad (Índice de Shannon – Wiener, Equidad, e Índice de diversidad máxima).

Para mayor detalle puede ser consultado el anexo de metodología, en el cual se describe cada uno de los índices utilizados para el presente estudio.

A continuación, se presentan las tablas de resultados para las especies e índices obtenidos.

## IV.7.2.1 Selva Baja Caducifolia en el Cambio de Uso de Suelo.

**Listado de especies:** Las Tablas siguientes presentan inicialmente el listado de flora registrada en los muestreos de vegetación del cambio de uso de suelo.

Tabla IV. 54. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Variación y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Algodón silvestre	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	-	Nativa	No listado	Amenazada	Arbóreo
Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Chapiz	<i>Syngonium podophyllum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	-	Endémica	No listado	No listado	Arbóreo
Cielitos	<i>Ageratum corymbosum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Colorín	<i>Erythrina goldmanii</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Copal	<i>Bursera excelsa</i>	-	Endémica	No listado	No listado	Arbóreo

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Nombre común	Nombre Científico	Variación y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Coralillo	<i>Hamelia patens</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Escoba	<i>Sida acuta</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Jonote blanco	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Mala mujer	<i>Cnidocolus multilobus</i>	<i>smultilobus</i>	Endémica	No listado	No listado	Arbustivo
Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Grupo de Bromelias
Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo

Tabla IV. 55. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Variación y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	-	Exótica	No listado	No listado	Pasto
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	-	Exótica	No listado	No listado	Pasto

**Índices de diversidad por estrato.** Las Tablas siguiente presentan los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener, índice de Equidad y el índice de Diversidad Máxima por estrato vegetal en el muestreo realizado en la vegetación del cambio de uso de suelo (arbóreo, arbustivo, herbáceo y grupo de las cactáceas). De igual manera, en las siguientes tablas se presenta el concentrado de dichos datos sin hacer distinción por estratos de vegetación.

Tabla IV. 56. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Algodón silvestre	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	No listado	3	0.0065	-5.0370	-0.0327	0.0327	0.0106
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	Amenazada	2	0.0043	-5.4424	-0.0236	0.0236	0.0076
Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	No listado	3	0.0065	-5.0370	-0.0327	0.0327	0.0106
Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	No listado	9	0.0195	-3.9383	-0.0767	0.0767	0.0248
Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	No listado	3	0.0065	-5.0370	-0.0327	0.0327	0.0106
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	No listado	112	0.2424	-1.4171	-0.3435	0.3435	0.1111
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	No listado	4	0.0087	-4.7493	-0.0411	0.0411	0.0133
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	No listado	72	0.1558	-1.8589	-0.2897	0.2897	0.0937
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	No listado	4	0.0087	-4.7493	-0.0411	0.0411	0.0133
Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	No listado	71	0.1537	-1.8729	-0.2878	0.2878	0.0931
Colorín	<i>Erythrina goldmanii</i>	No listado	2	0.0043	-5.4424	-0.0236	0.0236	0.0076
Copal	<i>Bursera excelsa</i>	No listado	7	0.0152	-4.1897	-0.0635	0.0635	0.0205
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	No listado	2	0.0043	-5.4424	-0.0236	0.0236	0.0076
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	No listado	2	0.0043	-5.4424	-0.0236	0.0236	0.0076

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	No listado	4	0.0087	-4.7493	-0.0411	0.0411	0.0133
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	No listado	11	0.0238	-3.7377	-0.0890	0.0890	0.0288
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	No listado	55	0.1190	-2.1282	-0.2534	0.2534	0.0820
Jonote blanco	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	No listado	1	0.0022	-6.1356	-0.0133	0.0133	0.0043
Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	No listado	16	0.0346	-3.3630	-0.1165	0.1165	0.0377
Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	No listado	2	0.0043	-5.4424	-0.0236	0.0236	0.0076
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	No listado	75	0.1623	-1.8181	-0.2951	0.2951	0.0955
Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	No listado	2	0.0043	-5.4424	-0.0236	0.0236	0.0076
			<b>462</b>	<b>1.0</b>			<b>2.1913</b>	<b>0.7089</b>
							<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>3.0910</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 57. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.

Estrato Arbustivo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	No listado	17	0.0331	-3.4071	-0.1129	0.1129	0.0383
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	No listado	6	0.0117	-4.4485	-0.0520	0.0520	0.0177
Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	No listado	3	0.0058	-5.1417	-0.0301	0.0301	0.0102
Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	No listado	2	0.0039	-5.5471	-0.0216	0.0216	0.0073
Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	No listado	10	0.0195	-3.9377	-0.0768	0.0768	0.0261
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	No listado	27	0.0526	-2.9444	-0.1550	0.1550	0.0526
Cielitos	<i>Ageratum corymbosum</i>	No listado	3	0.0058	-5.1417	-0.0301	0.0301	0.0102
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	No listado	2	0.0039	-5.5471	-0.0216	0.0216	0.0073
Coralillo	<i>Hamelia patens</i>	No listado	4	0.0078	-4.8540	-0.0378	0.0378	0.0129
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	No listado	4	0.0078	-4.8540	-0.0378	0.0378	0.0129
Escoba	<i>Sida acuta</i>	No listado	5	0.0097	-4.6308	-0.0451	0.0451	0.0153
Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>	No listado	2	0.0039	-5.5471	-0.0216	0.0216	0.0073
Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	No listado	15	0.0292	-3.5322	-0.1033	0.1033	0.0351

Estrato Arbustivo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	No listado	22	0.0429	-3.1492	-0.1351	0.1351	0.0459
Mala mujer	<i>Cnidocolus multilobus</i>	No listado	15	0.0292	-3.5322	-0.1033	0.1033	0.0351
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	No listado	71	0.1384	-1.9776	-0.2737	0.2737	0.0930
Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	No listado	4	0.0078	-4.8540	-0.0378	0.0378	0.0129
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	No listado	34	0.0663	-2.7139	-0.1799	0.1799	0.0611
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	No listado	267	0.5205	-0.6530	-0.3399	0.3399	0.1154
			<b>513</b>	<b>1.0</b>			<b>1.8154</b>	<b>0.6166</b>
							<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>2.9444</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 58. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.

Estrato Herbáceo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	No listado	55	0.0652	-2.7308	-0.1780	0.1780	0.0773
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	No listado	470	0.5569	-0.5854	-0.3260	0.3260	0.1416
Chapiz	<i>Syngonium podophyllum</i>	No listado	2	0.0024	-6.0450	-0.0143	0.0143	0.0062
Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	No listado	21	0.0249	-3.6936	-0.0919	0.0919	0.0399
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado	4	0.0047	-5.3519	-0.0254	0.0254	0.0110
Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	No listado	12	0.0142	-4.2532	-0.0605	0.0605	0.0263
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado	96	0.1137	-2.1738	-0.2473	0.2473	0.1074
Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	No listado	118	0.1398	-1.9675	-0.2751	0.2751	0.1195
Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	No listado	27	0.0320	-3.4423	-0.1101	0.1101	0.0478
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	No listado	39	0.0462	-3.0746	-0.1421	0.1421	0.0617
			<b>844</b>	<b>1.0</b>			<b>1.4705</b>	<b>0.6386</b>
							<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>2.3026</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.



Tabla IV. 59. Índices de diversidad calculados para el grupo de bromelias del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.

Grupo de Bromelias								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	No listado	4	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			<b>4</b>	<b>1.0</b>			<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>								<b>0.0000</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 60. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.

Pastos								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	No listado	4	0.5000	-0.6931	-0.3466	0.3466	0.5000
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	No listado	4	0.5000	-0.6931	-0.3466	0.3466	0.5000
			<b>8</b>	<b>1.0</b>			<b>0.6931</b>	<b>1.0001</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>								<b>0.6931</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

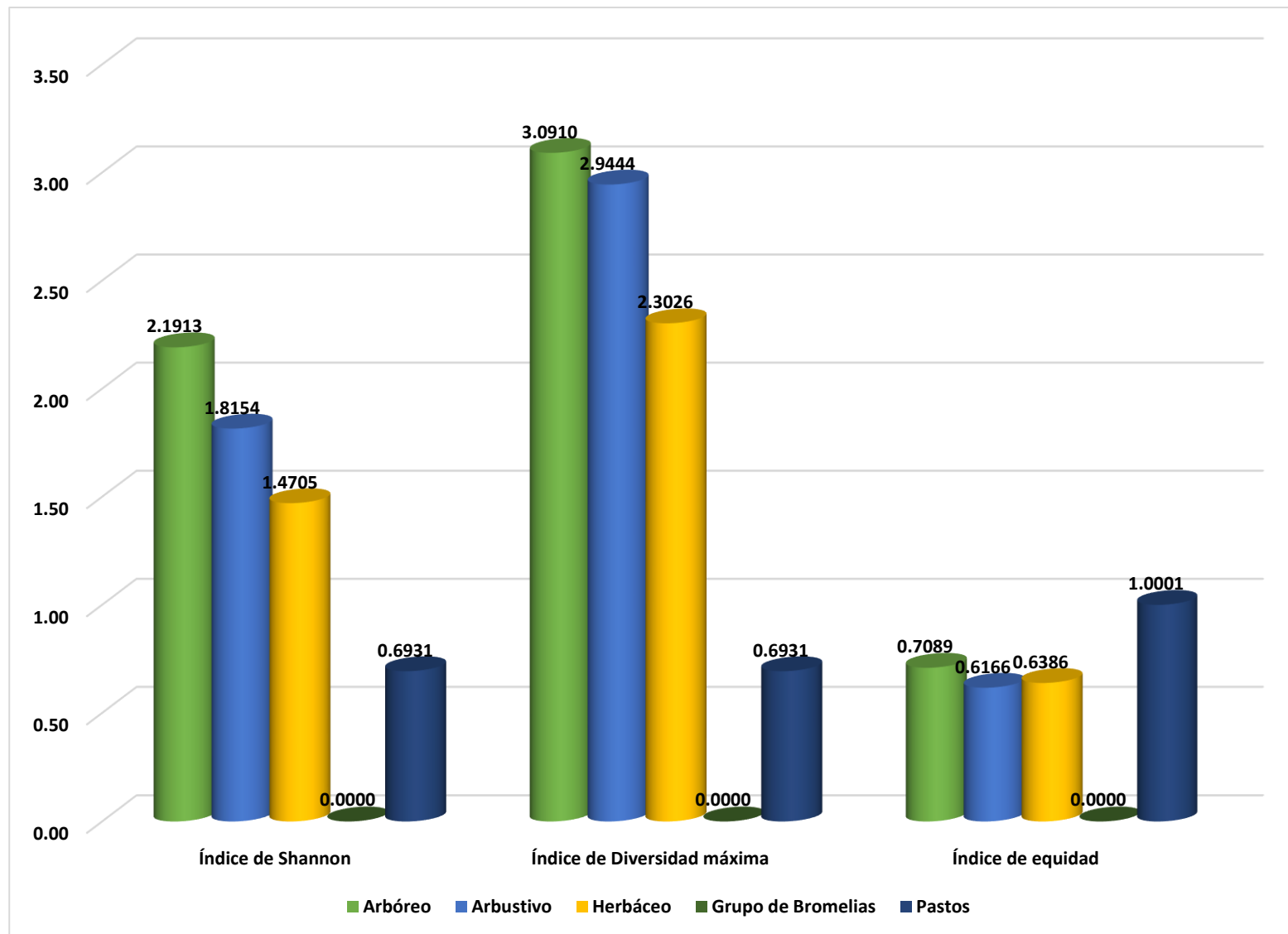


Fig. IV.37. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.

Tabla IV. 61. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Algodón silvestre	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3	0.1646	0.4567	1.3699	1.9911	0.6213	0.0016	-6.4096	-0.0105	0.0105	0.0027
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	2	0.1097	0.4484	0.9132	1.4714	0.5581	0.0011	-6.8151	-0.0075	0.0075	0.0019
Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	3	0.1646	0.5295	1.3699	2.0640	0.6941	0.0016	-6.4096	-0.0105	0.0105	0.0027
Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	9	0.4937	0.5870	1.3699	2.4506	1.0807	0.0049	-5.3110	-0.0262	0.0262	0.0066
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	17	0.9325	0.9134	2.7397	4.5857	1.8460	0.0093	-4.6750	-0.0436	0.0436	0.0110
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	6	0.3291	3.5104	1.8265	5.6660	3.8396	0.0033	-5.7165	-0.0188	0.0188	0.0048
Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	3	0.1646	10.4189	0.9132	11.4967	10.5835	0.0016	-6.4096	-0.0105	0.0105	0.0027
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	112	6.1437	0.3816	4.1096	10.6349	6.5253	0.0614	-2.7897	-0.1714	0.1714	0.0434
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	4	0.2194	0.0841	1.8265	2.1300	0.3035	0.0022	-6.1219	-0.0134	0.0134	0.0034
Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	3	0.1646	0.2915	0.9132	1.3693	0.4561	0.0016	-6.4096	-0.0105	0.0105	0.0027
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	72	3.9495	1.5623	4.1096	9.6214	5.5118	0.0395	-3.2316	-0.1276	0.1276	0.0323
Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	2	0.1097	0.1007	0.9132	1.1236	0.2104	0.0011	-6.8151	-0.0075	0.0075	0.0019
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	55	3.0170	0.7958	1.8265	5.6393	3.8128	0.0302	-3.5009	-0.1056	0.1056	0.0267
Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	10	0.5485	2.4178	1.8265	4.7928	2.9664	0.0055	-5.2057	-0.0286	0.0286	0.0072
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	27	1.4811	0.1688	2.2831	3.9330	1.6499	0.0148	-4.2124	-0.0624	0.0624	0.0158
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	4	0.2194	0.3202	1.8265	2.3661	0.5396	0.0022	-6.1219	-0.0134	0.0134	0.0034
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	470	25.7817	0.1190	4.5662	30.4669	25.9006	0.2578	-1.3555	-0.3495	0.3495	0.0884
Chapiz	<i>Syngonium podophyllum</i>	2	0.1097	0.7906	0.4566	1.3569	0.9003	0.0011	-6.8151	-0.0075	0.0075	0.0019
Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	71	3.8947	5.6480	3.6530	13.1957	9.5427	0.0389	-3.2456	-0.1264	0.1264	0.0320
Cielitos	<i>Ageratum corymbosum</i>	3	0.1646	0.6798	1.3699	2.2143	0.8444	0.0016	-6.4096	-0.0105	0.0105	0.0027
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	2	0.1097	0.2573	0.9132	1.2803	0.3670	0.0011	-6.8151	-0.0075	0.0075	0.0019
Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	21	1.1519	0.0712	0.9132	2.1364	1.2231	0.0115	-4.4637	-0.0514	0.0514	0.0130
Colorín	<i>Erythrina goldmanii</i>	2	0.1097	1.1197	0.9132	2.1426	1.2294	0.0011	-6.8151	-0.0075	0.0075	0.0019
Copal	<i>Bursera excelsa</i>	7	0.3840	1.9744	1.8265	4.1848	2.3583	0.0038	-5.5623	-0.0214	0.0214	0.0054
Coralillo	<i>Hamelia patens</i>	4	0.2194	0.9271	0.9132	2.0597	1.1465	0.0022	-6.1219	-0.0134	0.0134	0.0034
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	4	0.2194	0.7468	0.9132	1.8794	0.9662	0.0022	-6.1219	-0.0134	0.0134	0.0034
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	2	0.1097	15.2748	0.9132	16.2978	15.3845	0.0011	-6.8151	-0.0075	0.0075	0.0019
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	4	0.2194	0.1063	0.9132	1.2389	0.3257	0.0022	-6.1219	-0.0134	0.0134	0.0034
Escoba	<i>Sida acuta</i>	5	0.2743	0.0648	2.2831	2.6222	0.3391	0.0027	-5.8988	-0.0162	0.0162	0.0041
Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>	2	0.1097	1.0162	0.9132	2.0392	1.1259	0.0011	-6.8151	-0.0075	0.0075	0.0019
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0.1097	4.8032	0.9132	5.8262	4.9129	0.0011	-6.8151	-0.0075	0.0075	0.0019
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	4	0.2194	0.9065	1.8265	2.9524	1.1259	0.0022	-6.1219	-0.0134	0.0134	0.0034

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	11	0.6034	10.9259	2.7397	14.2690	11.5293	0.0060	-5.1103	-0.0308	0.0308	0.0078
Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	15	0.8228	0.1532	1.8265	2.8025	0.9760	0.0082	-4.8002	-0.0395	0.0395	0.0100
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	55	3.0170	1.3364	3.1963	7.5497	4.3534	0.0302	-3.5009	-0.1056	0.1056	0.0267
Jonote blanco	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	1	0.0549	3.7292	0.4566	4.2407	3.7841	0.0005	-7.5082	-0.0041	0.0041	0.0010
Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	12	0.6583	0.0398	0.9132	1.6113	0.6981	0.0066	-5.0233	-0.0331	0.0331	0.0084
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	22	1.2068	0.4981	2.7397	4.4446	1.7049	0.0121	-4.4172	-0.0533	0.0533	0.0135
Mala mujer	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	15	0.8228	1.0457	1.3699	3.2383	1.8685	0.0082	-4.8002	-0.0395	0.0395	0.0100
Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	16	0.8777	1.7038	1.8265	4.4079	2.5815	0.0088	-4.7357	-0.0416	0.0416	0.0105
Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	2	0.1097	1.4126	0.9132	2.4356	1.5224	0.0011	-6.8151	-0.0075	0.0075	0.0019
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	71	3.8947	0.5651	4.1096	8.5693	4.4598	0.0389	-3.2456	-0.1264	0.1264	0.0320
Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	4	0.2194	0.1098	1.8265	2.1557	0.3292	0.0022	-6.1219	-0.0134	0.0134	0.0034
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	96	5.2660	0.1543	3.6530	9.0733	5.4204	0.0527	-2.9439	-0.1550	0.1550	0.0392
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	75	4.1141	4.6950	4.5662	13.3753	8.8091	0.0411	-3.1908	-0.1313	0.1313	0.0332
Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	2	0.1097	11.1889	0.9132	12.2119	11.2986	0.0011	-6.8151	-0.0075	0.0075	0.0019
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	34	1.8651	0.3554	2.2831	4.5035	2.2204	0.0187	-3.9819	-0.0743	0.0743	0.0188
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	4	0.2194	0.0405	0.4566	0.7166	0.2600	0.0022	-6.1219	-0.0134	0.0134	0.0034
Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	118	6.4728	0.2815	2.2831	9.0374	6.7543	0.0647	-2.7376	-0.1772	0.1772	0.0448
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	267	14.6462	1.9063	5.4795	22.0319	16.5525	0.1465	-1.9210	-0.2814	0.2814	0.0712
Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	27	1.4811	2.2558	3.1963	6.9332	3.7369	0.0148	-4.2124	-0.0624	0.0624	0.0158
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	39	2.1393	0.1098	0.9132	3.1624	2.2492	0.0214	-3.8447	-0.0823	0.0823	0.0208
		<b>1823</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>	<b>1.00</b>			<b>2.8217</b>	<b>0.7141</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>											<b>3.9512</b>	

Tabla IV. 62. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	4	50.0000	45.7143	49.9975	145.7118	95.7143	0.5000	-0.6931	-0.3466	0.3466	0.5000
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	4	50.0000	54.2857	49.9975	154.2832	104.2857	0.5000	-0.6931	-0.3466	0.3466	0.5000
		<b>8</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.0</b>	<b>200.00</b>	<b>1.00</b>			<b>0.6931</b>	<b>1.0001</b>
<b>Índice de Diversidad Máxima</b>											<b>0.6931</b>	

De acuerdo con la división de las especies registradas por estrato, en el estrato arbóreo se registraron un total de 462 individuos en **22 especies** y un índice de diversidad estimado en **2.1913**, con *Harpalyce formosa* como la especie de mayor distribución, el estrato arbóreo puede ser clasificado como de **baja diversidad**. En el estrato arbustivo se presentaron **19 especies** con un total de 513 individuos registrados y un índice de diversidad estimado de **1.8154**, por lo que tomando como base la clasificación señalada en literatura, en la que 1 es el valor más bajo y 5 es el valor más alto, el estrato arbustivo puede ser clasificado como de **diversidad baja**, con *Tecoma stans* como la especie de mayor distribución. Por otra parte, en el estrato herbáceo se registraron **10 especies** con 844 individuos, dando como resultado un índice de diversidad de **1.4705**, clasificado también como de **baja diversidad**. En el grupo de las bromelias se registraron un total de 4 individuos distribuidos en una sola especie, dando como resultado un índice de diversidad de 0.0000 puede ser clasificado también como de **baja diversidad**, con *Bromelia pinguin* como la única especie en distribución. Por último, en el grupo de los pastos se registraron un total de 8 individuos distribuidos en 2 especies, dando como resultado un índice de diversidad de 0.6931 puede ser clasificado también como de **baja diversidad**, con *Melinis repens* y *Megathyrsus maximus* como la especie en igualdad de distribución.

#### IV.7.2.2 Análisis del Índice de IVI por estrato en la vegetación de Selva Baja Caducifolia del CUS

**Índice de valor de importancia.** De acuerdo con los resultados obtenidos en las siguientes Tablas, *Harpalyce formosa* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo, *Tecoma stans* en el estrato arbustivo, *Viguiera dentata* en el estrato herbáceo, mientras que en el grupo de las bromelias *Bromelia pinguin* fue la única especie en registrarse; por último en el grupo de los pastos *Melinis repens* y *Megathyrsus maximus* obtuvo los mismos registros (ver siguientes tablas) razón por la cual se concluye que dichas especies son las que proporcionan la estructura de la vegetación en el CUS.

Tabla IV. 63. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo del CUS.

Estrato Arbóreo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Algodón silvestre	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.6494	0.5744	3.2258	4.4496	1.2238
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	0.4329	0.5640	2.1505	3.1475	0.9969
Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	0.6494	0.6660	3.2258	4.5412	1.3154
Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	1.9481	0.7383	3.2258	5.9122	2.6864
Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	0.6494	13.1044	2.1505	15.9042	13.7537
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	24.2424	0.4799	9.6774	34.3998	24.7223
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	0.8658	0.1058	4.3011	5.2726	0.9716
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	15.5844	1.9650	9.6774	27.2268	17.5494
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	0.8658	0.4027	4.3011	5.5696	1.2685
Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	15.3680	7.1038	8.6022	31.0739	22.4718
Colorín	<i>Erythrina goldmanii</i>	0.4329	1.4083	2.1505	3.9917	1.8412
Copal	<i>Bursera excelsa</i>	1.5152	2.4832	4.3011	8.2995	3.9984
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	0.4329	19.2119	2.1505	21.7953	19.6448
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	0.4329	6.0412	2.1505	8.6247	6.4741
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	0.8658	1.1401	4.3011	6.3070	2.0059
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.3810	13.7420	6.4516	22.5746	16.1230
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	11.9048	1.6808	7.5269	21.1125	13.5856
Jonote blanco	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	0.2165	4.6904	1.0753	5.9821	4.9068
Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	3.4632	2.1429	4.3011	9.9072	5.6061
Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	0.4329	1.7768	2.1505	4.3602	2.2097
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	16.2338	5.9052	10.7527	32.8916	22.1389
Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	0.4329	14.0728	2.1505	16.6563	14.5057
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 64. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo del CUS.

Estrato Arbustivo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	3.3138	5.8075	7.3171	16.4385	9.1214
Árnica	<i>Verbesina perymenoides</i>	1.1696	22.3192	4.8781	28.3669	23.4888
Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	0.5848	1.8533	2.4390	4.8771	2.4381
Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	0.3899	0.6402	2.4390	3.4691	1.0300
Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	1.9493	15.3724	4.8781	22.1998	17.3217
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	5.2632	1.0735	6.0976	12.4343	6.3367
Cielitos	<i>Ageratum corymbosum</i>	0.5848	4.3224	3.6586	8.5658	4.9072
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	0.3899	1.6361	2.4390	4.4650	2.0259
Coralillo	<i>Hamelia patens</i>	0.7797	5.8943	2.4390	9.1131	6.6741
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	0.7797	4.7479	2.4390	7.9667	5.5277
Escoba	<i>Sida acuta</i>	0.9747	0.4122	6.0976	7.4845	1.3869
Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>	0.3899	6.4610	2.4390	9.2899	6.8508
Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	2.9240	0.9742	4.8781	8.7762	3.8982
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	4.2885	3.1669	7.3171	14.7726	7.4554

Estrato Arbustivo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Mala mujer	<i>Cnidocolus multilobus</i>	2.9240	6.6483	3.6586	13.2308	9.5723
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	13.8402	3.5928	10.9757	28.4086	17.4329
Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	0.7797	0.6983	4.8781	6.3561	1.4780
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	6.6277	2.2595	6.0976	14.9847	8.8872
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	52.0468	12.1200	14.6342	78.8010	64.1668
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 65. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo del CUS.

Estrato Herbáceo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	6.5166	16.8457	9.3024	32.6647	23.3623
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	55.6872	2.5182	23.2560	81.4615	58.2054
Chapiz	<i>Syngonium podophyllum</i>	0.2370	16.7352	2.3256	19.2978	16.9721
Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	2.4882	1.5071	4.6512	8.6465	3.9953
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	0.4739	2.2499	4.6512	7.3750	2.7238
Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	1.4218	0.8428	4.6512	6.9158	2.2646
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	11.3744	3.2665	18.6048	33.2458	14.6409
Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	13.9810	5.9587	11.6280	31.5677	19.9397
Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	3.1991	47.7511	16.2792	67.2294	50.9502
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	4.6209	2.3248	4.6512	11.5968	6.9456
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 66. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de las bromelias del CUS.

Grupo de Bromelias						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	100.0001	100.0023	100.0400	300.0425	200.0000
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.04</b>	<b>300.04</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 67. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de los pastos del CUS.

Pastos						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	50.0000	45.7143	49.9975	145.7118	95.7143
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	50.0000	54.2857	49.9975	154.2832	104.2857
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.0</b>	<b>200.00</b>

**Memoria de cálculo.** Se adjuntan como parte integrante del Anexo (Análisis de vegetación) los archivos de Excel del tipo de vegetación de Selva Baja Caducifolia, que incluyen las memorias de cálculo de los parámetros ecológicos calculados y los índices de diversidad para la vegetación de la cambio de uso de suelo (archivo digital).



### IV.7.2.3 Bosque de Pino – Encino en el Cambio de Uso de Suelo.

**Listado de especies:** Las Tablas siguientes presentan inicialmente el listado de flora registrada en los muestreos de vegetación del cambio de uso de suelo.

Tabla IV. 68. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Variación y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Aillite	<i>Alnus acuminata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Árnica	<i>Verbesina perymenoides</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cabezona	<i>Smalanthus maculatus</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Capulin	<i>Prunus serotina</i>	<i>capuli</i>	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	-	Nativa	No listado	Sujeta a Protección Especial	Arbóreo
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Flores	<i>Stevia sp</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	-	Endémico	No listado	No listado	Herbáceo
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>	-	Exótica	No listado	No listado	Arbustivo
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo

Nombre común	Nombre Científico	Variiedad y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	<i>apulcensis</i>	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo

Tabla IV. 69. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Variiedad y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Pasto
Pasto africano	<i>Megathysus maximus</i>	-	Exótica	No listado	No listado	Pasto
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	-	Exótica	No listado	No listado	Pasto

**Índices de diversidad por estrato.** Las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener, índice de Equidad y el índice de Diversidad Máxima por estrato vegetal en el muestreo realizado en la vegetación del cambio de uso de suelo (arbóreo, arbustivo, herbáceo y grupo de las cactáceas). De igual manera, se presenta el concentrado de dichos datos sin hacer distinción por estratos de vegetación.

Tabla IV. 70. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	No listado	1	0.0048	-5.3471	-0.0255	0.0255	0.0111
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	No listado	4	0.0190	-3.9608	-0.0754	0.0754	0.0328
Capulin	<i>Prunus serótina</i>	No listado	1	0.0048	-5.3471	-0.0255	0.0255	0.0111
Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	Sujeta a Protección Especial	14	0.0667	-2.7081	-0.1805	0.1805	0.0784

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	No listado	1	0.0048	-5.3471	-0.0255	0.0255	0.0111
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	No listado	1	0.0048	-5.3471	-0.0255	0.0255	0.0111
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	No listado	20	0.0952	-2.3514	-0.2239	0.2239	0.0973
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	No listado	152	0.7238	-0.3232	-0.2340	0.2340	0.1016
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	No listado	2	0.0095	-4.6540	-0.0443	0.0443	0.0192
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	No listado	14	0.0667	-2.7081	-0.1805	0.1805	0.0784
			<b>210</b>	<b>1.0</b>			<b>1.0406</b>	<b>0.4519</b>
							<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>2.3026</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 71. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.

Estrato Arbustivo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	No listado	3	0.0049	-5.3279	-0.0259	0.0259	0.0088
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	No listado	31	0.0502	-2.9925	-0.1501	0.1501	0.0510
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	No listado	47	0.0761	-2.5763	-0.1959	0.1959	0.0665
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	No listado	12	0.0194	-3.9416	-0.0765	0.0765	0.0260
Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	No listado	2	0.0032	-5.7333	-0.0186	0.0186	0.0063
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	No listado	29	0.0469	-3.0592	-0.1436	0.1436	0.0488
Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	No listado	4	0.0065	-5.0402	-0.0326	0.0326	0.0111
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	No listado	50	0.0809	-2.5145	-0.2034	0.2034	0.0691
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	No listado	270	0.4369	-0.8281	-0.3618	0.3618	0.1229
Flores	<i>Stevia sp</i>	No listado	4	0.0065	-5.0402	-0.0326	0.0326	0.0111
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	No listado	43	0.0696	-2.6653	-0.1854	0.1854	0.0630
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	No listado	41	0.0663	-2.7129	-0.1800	0.1800	0.0611
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	No listado	9	0.0146	-4.2293	-0.0616	0.0616	0.0209
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	No listado	2	0.0032	-5.7333	-0.0186	0.0186	0.0063
Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>	No listado	5	0.0081	-4.8171	-0.0390	0.0390	0.0132
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	No listado	1	0.0016	-6.4265	-0.0104	0.0104	0.0035
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	No listado	39	0.0631	-2.7629	-0.1744	0.1744	0.0592
Rasposa	<i>Rogiera stenosisiphon</i>	No listado	18	0.0291	-3.5361	-0.1030	0.1030	0.0350
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	No listado	8	0.0129	-4.3470	-0.0563	0.0563	0.0191

Estrato Arbustivo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
			618	1.0			2.0696	0.7029
							<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>2.9444</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 72. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.

Estrato Herbáceo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	No listado	2	0.03922	-3.23868	-0.12701	0.12701	0.07088
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	No listado	21	0.41176	-0.88730	-0.36536	0.36536	0.20391
Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	No listado	3	0.05882	-2.83321	-0.16666	0.16666	0.09301
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	No listado	18	0.35294	-1.04145	-0.36757	0.36757	0.20514
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado	6	0.11765	-2.14007	-0.25177	0.25177	0.14051
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	No listado	1	0.01961	-3.93183	-0.07709	0.07709	0.04303
			51	1.0			1.3555	0.7565
							<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>1.7918</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 73. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el CUS.

Pastos								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	No listado	5	0.4545	-0.7885	-0.3584	0.3584	0.3262
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	No listado	3	0.2727	-1.2993	-0.3543	0.3543	0.3225
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	No listado	3	0.2727	-1.2993	-0.3543	0.3543	0.3225
			11	1.0			1.0671	0.9713
							<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>1.0986</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

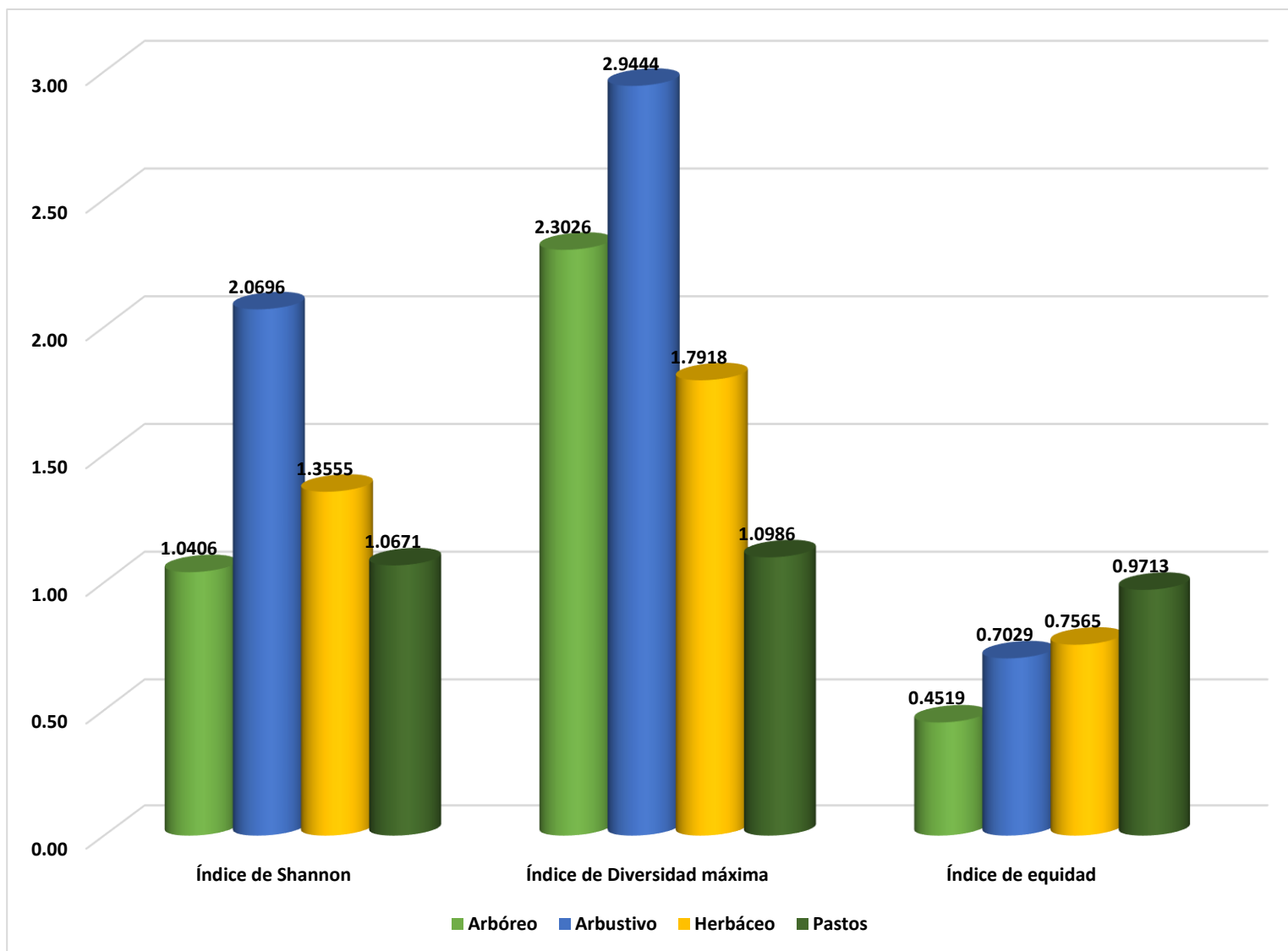


Fig. IV.38. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.

Tabla IV. 74. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	3	0.3413	7.0906	1.9231	9.3550	7.4319	0.0034	-5.6802	-0.0194	0.0194	0.0055
Aillite	<i>Alnus acuminata</i>	1	0.1138	8.8844	0.9615	9.9597	8.9981	0.0011	-6.7788	-0.0077	0.0077	0.0022
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	31	3.5267	5.4610	3.8462	12.8338	8.9877	0.0353	-3.3448	-0.1180	0.1180	0.0332
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	4	0.4551	0.7298	3.8462	5.0310	1.1848	0.0046	-5.3925	-0.0245	0.0245	0.0069
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	47	5.3470	1.9339	9.6154	16.8963	7.2809	0.0535	-2.9286	-0.1566	0.1566	0.0440
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	12	1.3652	0.5140	0.9615	2.8407	1.8792	0.0137	-4.2939	-0.0586	0.0586	0.0165
Cabezona	<i>Smalanthus maculatus</i>	2	0.2275	1.2362	0.9615	2.4253	1.4637	0.0023	-6.0856	-0.0138	0.0138	0.0039
Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	2	0.2275	3.5950	1.9231	5.7456	3.8225	0.0023	-6.0856	-0.0138	0.0138	0.0039
Capulin	<i>Prunus serotina</i>	1	0.1138	0.0571	0.9615	1.1324	0.1709	0.0011	-6.7788	-0.0077	0.0077	0.0022
Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	14	1.5927	7.1443	2.8846	11.6216	8.7370	0.0159	-4.1397	-0.0659	0.0659	0.0185
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	21	2.3891	0.1775	3.8462	6.4127	2.5666	0.0239	-3.7343	-0.0892	0.0892	0.0251
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	29	3.2992	1.5331	2.8846	7.7169	4.8323	0.0330	-3.4115	-0.1126	0.1126	0.0317
Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	3	0.3413	4.2201	0.9615	5.5229	4.5614	0.0034	-5.6802	-0.0194	0.0194	0.0055
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	1	0.1138	2.2846	0.9615	3.3599	2.3983	0.0011	-6.7788	-0.0077	0.0077	0.0022
Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	4	0.4551	1.9006	0.9615	3.3172	2.3557	0.0046	-5.3925	-0.0245	0.0245	0.0069
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	50	5.6883	3.3167	7.6923	16.6973	9.0050	0.0569	-2.8668	-0.1631	0.1631	0.0459
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	270	30.7167	0.4028	12.5000	43.6195	31.1195	0.3072	-1.1804	-0.3626	0.3626	0.1020
Flores	<i>Stevia sp</i>	4	0.4551	4.7119	1.9231	7.0900	5.1670	0.0046	-5.3925	-0.0245	0.0245	0.0069
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	1	0.1138	1.6753	0.9615	2.7506	1.7891	0.0011	-6.7788	-0.0077	0.0077	0.0022
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	43	4.8919	0.5274	2.8846	8.3039	5.4193	0.0489	-3.0176	-0.1476	0.1476	0.0415
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	18	2.0478	0.2083	0.9615	3.2177	2.2561	0.0205	-3.8884	-0.0796	0.0796	0.0224
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	41	4.6644	1.4891	3.8462	9.9997	6.1535	0.0466	-3.0652	-0.1430	0.1430	0.0402
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	9	1.0239	5.0689	2.8846	8.9774	6.0928	0.0102	-4.5816	-0.0469	0.0469	0.0132
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	2	0.2275	1.6690	0.9615	2.8581	1.8965	0.0023	-6.0856	-0.0138	0.0138	0.0039
Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>	5	0.5688	1.6698	0.9615	3.2001	2.2386	0.0057	-5.1693	-0.0294	0.0294	0.0083
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	1	0.1138	0.6092	0.9615	1.6845	0.7230	0.0011	-6.7788	-0.0077	0.0077	0.0022
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	20	2.2753	5.4252	2.8846	10.5851	7.7005	0.0228	-3.7831	-0.0861	0.0861	0.0242
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	6	0.6826	0.1142	0.9615	1.7583	0.7968	0.0068	-4.9870	-0.0340	0.0340	0.0096
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	39	4.4369	1.3460	1.9231	7.7060	5.7829	0.0444	-3.1152	-0.1382	0.1382	0.0389
Pino real	<i>Pinus pseudostrubus</i>	152	17.2924	4.9114	8.6538	30.8576	22.2038	0.1729	-1.7549	-0.3035	0.3035	0.0854

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	18	2.0478	1.4377	4.8077	8.2932	3.4855	0.0205	-3.8884	-0.0796	0.0796	0.0224
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	2	0.2275	10.8834	1.9231	13.0340	11.1109	0.0023	-6.0856	-0.0138	0.0138	0.0039
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	14	1.5927	4.8905	1.9231	8.4063	6.4832	0.0159	-4.1397	-0.0659	0.0659	0.0185
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	1	0.1138	0.2538	0.9615	1.3291	0.3676	0.0011	-6.7788	-0.0077	0.0077	0.0022
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	8	0.9101	2.6272	1.9231	5.4604	3.5374	0.0091	-4.6993	-0.0428	0.0428	0.0120
		<b>879</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>	<b>1.00</b>			<b>2.5372</b>	<b>0.7136</b>
											<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>3.5553</b>

Tabla IV. 75. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	5	45.4545	47.3700	45.4521	138.2766	92.8245	0.4545	-0.7885	-0.3584	0.3584	0.3262
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	3	27.2727	32.8925	27.2712	87.4365	60.1653	0.2727	-1.2993	-0.3543	0.3543	0.3225
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	3	27.2727	19.7375	27.2712	74.2815	47.0102	0.2727	-1.2993	-0.3543	0.3543	0.3225
		<b>11</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>300.0</b>	<b>200.0</b>	<b>1.0</b>			<b>1.0671</b>	<b>0.9713</b>
											<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>1.0986</b>

De acuerdo con la división de las especies registradas por estrato, en el estrato arbóreo se registraron un total de 210 individuos en **10 especies** y un índice de diversidad estimado en 1.0406, con *Pinus pseudostrabus* como la especie de mayor distribución, el estrato arbóreo puede ser clasificado como de **baja diversidad**. En el estrato arbustivo se presentaron **19 especies** con un total de 618 individuos registrados y un índice de diversidad estimado de 2.0696, por lo que tomando como base la clasificación señalada en literatura, en la que 1 es el valor más bajo y 5 es el valor más alto, el estrato arbustivo puede ser clasificado como de **diversidad bajo**, con *Eupatorium areolare* como la especie de mayor distribución. Por otra parte, en el estrato herbáceo se registraron 6 especies con 51 individuos, dando como resultado un índice de diversidad de 1.3555, clasificado también como de **baja diversidad**. Por último, en el grupo de los pastos se registraron un total de 11 individuos distribuidos en 5 especies, dando como resultado un índice de diversidad de 1.0671 puede ser clasificado también como de **baja diversidad**, con *Piptochaetium fimbriatum* como la especie con más registros.

#### IV.7.2.4 Análisis del Índice de IVI por estrato en la vegetación de Bosque de Pino Encino del CUS

**Índice de valor de importancia.** De acuerdo con los resultados obtenidos en las siguientes tablas, *Pinus pseudostrabus* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo, *Eupatorium areolare* en el estrato arbustivo, *Viguiera dentata* en el estrato herbáceo, por último, en el grupo de los pastos *Piptochaetium fimbriatum* fue la única especie en distribución razón por la cual se concluye que dichas especies son las que proporcionan la estructura de la vegetación en el CUS.



Tabla IV. 76. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo del CUS.

Estrato Arbóreo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	0.4762	18.9489	3.7037	23.1289	19.4251
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	1.9048	1.5565	14.8150	18.2762	3.4613
Capulin	<i>Prunus serotina</i>	0.4762	0.1218	3.7037	4.3018	0.5980
Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	6.6667	15.2376	11.1112	33.0155	21.9043
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	0.4762	4.8726	3.7037	9.0525	5.3488
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	0.4762	3.5732	3.7037	7.7532	4.0494
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	9.5238	11.5711	11.1112	32.2061	21.0949
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	72.3810	10.4752	33.3337	116.1899	82.8561
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	0.9524	23.2124	7.4075	31.5723	24.1648
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	6.6667	10.4306	7.4075	24.5048	17.0973
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 77. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo del CUS.

Estrato Arbustivo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	0.4854	15.1173	2.9412	18.5439	15.6027
Árnica	<i>Verbesina perymenoides</i>	5.0162	11.6428	5.8823	22.5413	16.6590
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	7.6051	4.1232	14.7058	26.4341	11.7284
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	1.9417	1.0959	1.4706	4.5082	3.0376
Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	0.3236	7.6646	2.9412	10.9294	7.9882
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	4.6925	3.2686	4.4117	12.3728	7.9611
Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	0.6472	4.0521	1.4706	6.1699	4.6994
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	8.0906	7.0713	11.7646	26.9265	15.1619
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	43.6892	0.8587	19.1175	63.6654	44.5481
Flores	<i>Stevia sp</i>	0.6472	10.0458	2.9412	13.6343	10.6931
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	6.9579	1.1244	4.4117	12.4940	8.0823
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	6.6343	3.1749	5.8823	15.6915	9.8092
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	1.4563	10.8070	4.4117	16.6750	12.2633
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	0.3236	3.5583	1.4706	5.3525	3.8819
Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>	0.8091	3.5600	1.4706	5.8396	4.3690
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	0.1618	1.2989	1.4706	2.9313	1.4607
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	6.3107	2.8698	2.9412	12.1216	9.1805
Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	2.9126	3.0652	7.3529	13.3307	5.9778
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	1.2945	5.6013	2.9412	9.8370	6.8958
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 78. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo del CUS.

Estrato Herbáceo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	3.9216	19.9061	11.1112	34.9389	23.8276
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	41.1765	2.8579	44.4449	88.4793	44.0343
Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	5.8824	67.9548	11.1112	84.9484	73.8371
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	35.2941	3.3549	11.1112	49.7602	38.6490
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	11.7647	1.8391	11.1112	24.7150	13.6038
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	1.9608	4.0874	11.1112	17.1594	6.0482
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 79. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de las cactáceas del CUS.

Pastos						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	45.4545	47.3700	45.4521	138.2766	92.8245
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	27.2727	32.8925	27.2712	87.4365	60.1653
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	27.2727	19.7375	27.2712	74.2815	47.0102
		<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>300.0</b>	<b>200.0</b>

**Memoria de cálculo.** Se adjuntan como parte integrante del Anexo (Análisis de vegetación) los archivos de Excel del tipo de vegetación de Bosque de Pino – Encino, que incluyen las memorias de cálculo de los parámetros ecológicos calculados y los índices de diversidad para la vegetación de la cambio de uso de suelo (archivo digital).

## IV.7.2.5 Bosque de Encino – Pino en el Cambio de Uso de Suelo.

**Listado de especies:** Las Tablas siguientes presentan inicialmente el listado de flora registrada en los muestreos de vegetación del cambio de uso de suelo.

Tabla IV. 80. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (5x20), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Variación y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Berenjena	<i>Solanum chrysotrichum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Herbáceo
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	-	Endémico	No listado	No listado	Herbáceo
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbustivo
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	<i>apulcensis</i>	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Arbóreo

Tabla IV. 81. Listado de la flora registrada en el muestreo de vegetación del CUS (1x1), y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre Científico	Variedad y/o Subespecie	Estatus migratorio en México	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato
Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	-	Nativa	No listado	No listado	Pasto
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	-	Exótica	No listado	No listado	Pasto

**Índices de diversidad por estrato.** Las siguientes tablas presentan los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener, índice de Equidad y el índice de Diversidad Máxima por estrato vegetal en el muestreo realizado en la vegetación de cambio de uso de suelo (arbóreo, arbustivo, herbáceo y grupo de las cactáceas). De igual manera, se presenta el concentrado de dichos datos sin hacer distinción por estratos de vegetación.

Tabla IV. 82. Índices de diversidad calculados para el estrato arbóreo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo

Estrato Arbóreo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	No listado	3	0.0375	-3.2834	-0.1231	0.1231	0.0888
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	No listado	10	0.1250	-2.0794	-0.2599	0.2599	0.1875
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	No listado	5	0.0625	-2.7726	-0.1733	0.1733	0.1250
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	No listado	62	0.7750	-0.2549	-0.1975	0.1975	0.1425
			<b>80</b>	<b>1.0</b>			<b>0.7539</b>	<b>0.5438</b>
							<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>1.3863</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 83. Índices de diversidad calculados para el estrato arbustivo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.

Estrato Arbustivo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	No listado	15	0.0350	-3.3534	-0.1173	0.1173	0.0444
Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	No listado	6	0.0140	-4.2697	-0.0597	0.0597	0.0226
Árnica	<i>Verbesina perymenoides</i>	No listado	4	0.0093	-4.6752	-0.0436	0.0436	0.0165
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	No listado	71	0.1655	-1.7988	-0.2977	0.2977	0.1128

Estrato Arbustivo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	No listado	3	0.0070	-4.9628	-0.0347	0.0347	0.0132
Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	No listado	3	0.0070	-4.9628	-0.0347	0.0347	0.0132
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	No listado	71	0.1655	-1.7988	-0.2977	0.2977	0.1128
Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	No listado	5	0.0117	-4.4520	-0.0519	0.0519	0.0197
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	No listado	65	0.1515	-1.8871	-0.2859	0.2859	0.1083
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	No listado	164	0.3823	-0.9616	-0.3676	0.3676	0.1393
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	No listado	4	0.0093	-4.6752	-0.0436	0.0436	0.0165
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	No listado	7	0.0163	-4.1155	-0.0672	0.0672	0.0254
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	No listado	3	0.0070	-4.9628	-0.0347	0.0347	0.0132
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	No listado	8	0.0186	-3.9820	-0.0743	0.0743	0.0281
			<b>429</b>	<b>1.0</b>			<b>1.8105</b>	<b>0.6860</b>
							<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>2.6391</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 84. Índices de diversidad calculados para el estrato herbáceo del muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.

Estrato Herbáceo								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado	19	0.4750	-0.7444	-0.3536	0.3536	0.5102
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	No listado	21	0.5250	-0.6444	-0.3383	0.3383	0.4881
			<b>40</b>	<b>1.0</b>			<b>0.6919</b>	<b>0.9983</b>
							<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>0.6931</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

Tabla IV. 85. Índices de diversidad calculados para el grupo de los pastos del muestreo de vegetación realizado en el CUS.

Pastos								
Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de Ind.	PI	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	No listado	1	0.2500	-1.3863	-0.3466	0.3466	0.5000
Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	No listado	3	0.7500	-0.2877	-0.2158	0.2158	0.3113
			<b>4</b>	<b>1.0</b>			<b>0.5623</b>	<b>0.8113</b>
							<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>0.6931</b>

PI: Número de individuos por especies dividido entre la suma total de individuos., LN: Logaritmo natural., Ind: Individuos.

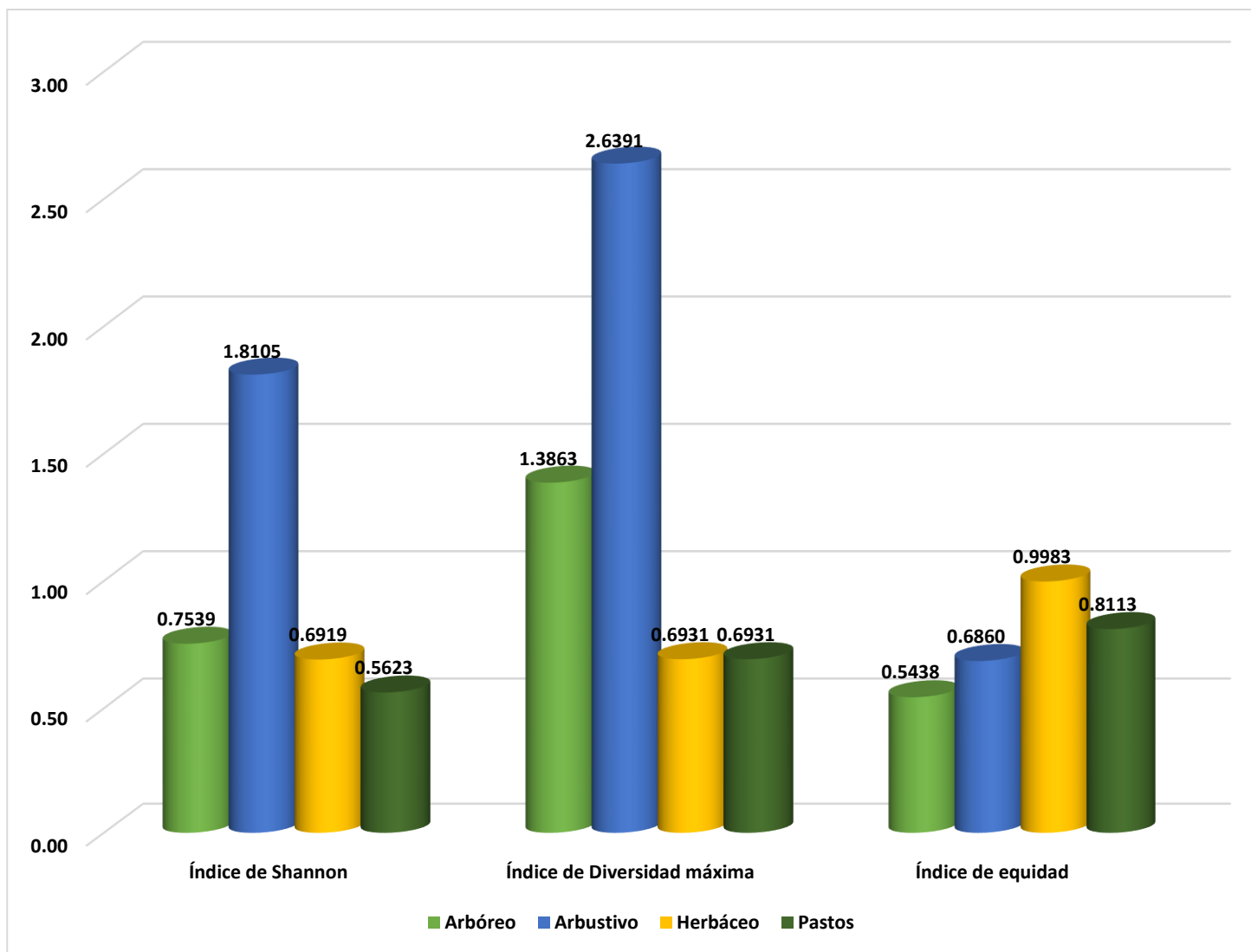


Fig. IV.39. Índices de diversidad calculados por estrato en el muestreo de vegetación realizado en el cambio de uso de suelo.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

Tabla IV. 86. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 5 x 20 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	15	2.7322	22.5514	4.4118	29.6954	25.2837	0.0273	-3.6000	-0.0984	0.0984	0.0328
Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	6	1.0929	2.8754	4.4118	8.3800	3.9683	0.0109	-4.5163	-0.0494	0.0494	0.0165
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	3	0.5464	1.1490	4.4118	6.1072	1.6954	0.0055	-5.2095	-0.0285	0.0285	0.0095
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	4	0.7286	0.4832	4.4118	5.6236	1.2118	0.0073	-4.9218	-0.0359	0.0359	0.0120
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	71	12.9326	8.8109	7.3529	29.0965	21.7435	0.1293	-2.0454	-0.2645	0.2645	0.0883
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	3	0.5464	3.7655	4.4118	8.7237	4.3119	0.0055	-5.2095	-0.0285	0.0285	0.0095
Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	3	0.5464	0.3292	4.4118	5.2874	0.8756	0.0055	-5.2095	-0.0285	0.0285	0.0095
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	71	12.9326	5.8150	5.8824	24.6299	18.7476	0.1293	-2.0454	-0.2645	0.2645	0.0883
Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	5	0.9107	10.9497	2.9412	14.8016	11.8604	0.0091	-4.6987	-0.0428	0.0428	0.0143
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	19	3.4608	0.1627	5.8824	9.5059	3.6235	0.0346	-3.3637	-0.1164	0.1164	0.0389
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	65	11.8397	10.5936	7.3529	29.7863	22.4333	0.1184	-2.1337	-0.2526	0.2526	0.0843
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	164	29.8725	0.8960	7.3529	38.1215	30.7685	0.2987	-1.2082	-0.3609	0.3609	0.1205
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	21	3.8251	0.4015	2.9412	7.1678	4.2267	0.0383	-3.2636	-0.1248	0.1248	0.0417
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	4	0.7286	2.7903	4.4118	7.9306	3.5189	0.0073	-4.9218	-0.0359	0.0359	0.0120
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	7	1.2750	7.7856	4.4118	13.4724	9.0606	0.0128	-4.3622	-0.0556	0.0556	0.0186
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	3	0.5464	2.0597	4.4118	7.0179	2.6062	0.0055	-5.2095	-0.0285	0.0285	0.0095
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	8	1.4572	0.3194	5.8824	7.6589	1.7766	0.0146	-4.2287	-0.0616	0.0616	0.0206
Pino real	<i>Pinus pseudostrubus</i>	10	1.8215	7.8492	2.9412	12.6119	9.6707	0.0182	-4.0055	-0.0730	0.0730	0.0244
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	5	0.9107	2.9329	5.8824	9.7260	3.8437	0.0091	-4.6987	-0.0428	0.0428	0.0143
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	62	11.2933	7.4798	5.8824	24.6554	18.7731	0.1129	-2.1810	-0.2463	0.2463	0.0822
		<b>549</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>	<b>1.00</b>			<b>2.2393</b>	<b>0.7475</b>
											<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>2.9957</b>

Tabla IV. 87. Concentrado de especies identificadas en los muestreos de 1 x 1 realizados en la superficie del CUS, incluyendo número de individuos, abundancia, dominancia y frecuencia relativos, además del índice de Shannon, de Equidad y de Diversidad Máxima.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	1	25.0000	17.6460	25.0000	67.6460	42.6460	0.2500	-1.3863	-0.3466	0.3466	0.5000
Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	3	75.0000	82.3540	75.0000	232.3540	157.3540	0.7500	-0.2877	-0.2158	0.2158	0.3113
		<b>4</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>	<b>1.00</b>			<b>0.5623</b>	<b>0.8113</b>
											<b>Índice de Diversidad Máxima</b>	<b>0.6931</b>



De acuerdo con la división de las especies registradas por estrato, en el estrato arbóreo se registraron un total de 80 individuos en **4 especies** y un índice de diversidad estimado en 0.7539, con *Pinus pseudostrobus* como la especie de mayor distribución, el estrato arbóreo puede ser clasificado como de **baja diversidad**. En el estrato arbustivo se presentaron **14 especies** con un total de 429 individuos registrados y un índice de diversidad estimado de 0.6860, por lo que tomando como base la clasificación señalada en literatura, en la que 1 es el valor más bajo y 5 es el valor más alto, el estrato arbustivo puede ser clasificado como de **diversidad baja**, con *Eupatorium areolare* como la especie de mayor distribución. Por otra parte, en el estrato herbáceo se registraron **2 especies** con 40 individuos, dando como resultado un índice de diversidad de 0.6919, clasificado también como de **baja diversidad**. Por último, en el grupo de los pastos se registraron un total de 4 individuo distribuido en 2 especies, dando como resultado un índice de diversidad de 0.5623 puede ser clasificado también como de **baja diversidad**, *Piptochaetium fimbriatum* como la única especie en distribución.

#### IV.7.2.6 Análisis del Índice de IVI por estrato en la vegetación de Bosque de Encino Pino el CUS.

**Índice de valor de importancia.** De acuerdo con los resultados obtenidos en las siguientes Tablas, *Buddleja cordata* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo, *Eupatorium areolare* en el estrato arbustivo, *Polypodium adelphum* en el estrato herbáceo y por último en el grupo de los pastos *Piptochaetium fimbriatum* fue la especie en mayor distribución razón por la cual se concluye que dichas especies son las que proporcionan la estructura de la vegetación en el CUS.

Tabla IV. 88. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbóreo del CUS.

Estrato Arbóreo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	3.7500	5.9193	23.0769	32.7463	9.6693
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	12.5000	40.4369	15.3846	68.3216	52.9369
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	6.2500	15.1096	30.7692	52.1288	21.3596
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	77.5000	38.5341	30.7692	146.8033	116.0341
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 89. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato arbustivo del CUS.

Estrato Arbustivo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	3.4965	28.1805	6.1224	37.7995	31.6770
Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	1.3986	3.5931	6.1224	11.1142	4.9917
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	0.9324	0.6039	6.1224	7.6587	1.5363
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	16.5501	11.0102	10.2041	37.7644	27.5603
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	0.6993	4.7054	6.1224	11.5272	5.4047
Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	0.6993	0.4113	6.1224	7.2331	1.1106
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	16.5501	7.2665	8.1633	31.9798	23.8166
Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	1.1655	13.6828	4.0816	18.9299	14.8483
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	15.1515	13.2379	10.2041	38.5935	28.3894
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	38.2284	1.1197	10.2041	49.5522	39.3481
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	0.9324	3.4868	6.1224	10.5416	4.4192
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	1.6317	9.7289	6.1224	17.4831	11.3606
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	0.6993	2.5738	6.1224	9.3956	3.2731
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	1.8648	0.3991	8.1633	10.4272	2.2639
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 90. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el estrato herbáceo del CUS.

Estrato Herbáceo						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	47.5000	28.8305	66.6667	142.9972	76.3305
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	52.5000	71.1695	33.3333	157.0028	123.6695
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabla IV. 91. Valor de importancia calculado para las especies de flora agrupadas en el grupo de los pastos del CUS.

Pastos						
Nombre común	Nombre científico	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	IVI	PE
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	25.0000	17.6460	25.0000	67.6460	42.6460
Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	75.0000	82.3540	75.0000	232.3540	157.3540
		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

**Memoria de cálculo.** Se adjuntan como parte integrante del Anexo (Análisis de Vegetación) los archivos de Excel del tipo de vegetación de Bosque de Encino – Pino, que incluyen las memorias de cálculo de los parámetros ecológicos calculados y los índices de diversidad para la vegetación de la cambio de uso de suelo (archivo digital).

### IV.7.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Según los registros de campo de los muestreos realizados para el Cambio de Uso de Suelo, se identificaron 2 especies en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se desglosan de la siguiente manera, para los tipos de vegetación de Selva Baja Caducifolia (1 especie en categoría de Amenazada), Bosque de Pino Encino (1 especies en categoría de Protección especial), por ultimo para el Bosque de Encino Pino no se registró ninguna especie en alguna categoría dentro de las superficies sujeta a cambio de uso de suelo (ver siguiente tabal)

Tabla IV. 92. Especies en alguna categoría de riesgo por tipo de vegetación.

Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	Tipo de Vegetación
Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	Sujeta a Protección Especial	Arbóreo	BPQ
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	Amenazada	Arbóreo	SBC

En apartados anteriores, se realizó la descripción correspondiente a estas especies.

## IV.8. Fauna

### IV.8.1. Revisión Bibliográfica y Base de Datos de Fauna potencial dentro del SAR

Referente a los registros bibliográficos para fauna en el SAR, se identificaron un total de cuatro clases Aves, Mamíferos, Reptiles y Anfibios. Se reportaron un total de 201 especies

con 2,488 registros, en donde la clase Aves obtuvo el mayor número de estos, seguida de la clase Mamíferos, Reptiles y finalmente Anfibios (ver siguiente figura). De igual forma que para la flora, la abundancia relativa de las clases dentro del SAR, se asocia a los tipos de vegetación, actividades que se desarrollan en el área y grados de conservación. La base de datos de los registros de fauna en el SAR puede ser consultado en el capítulo IX de este DTU.

## Registros por Clase

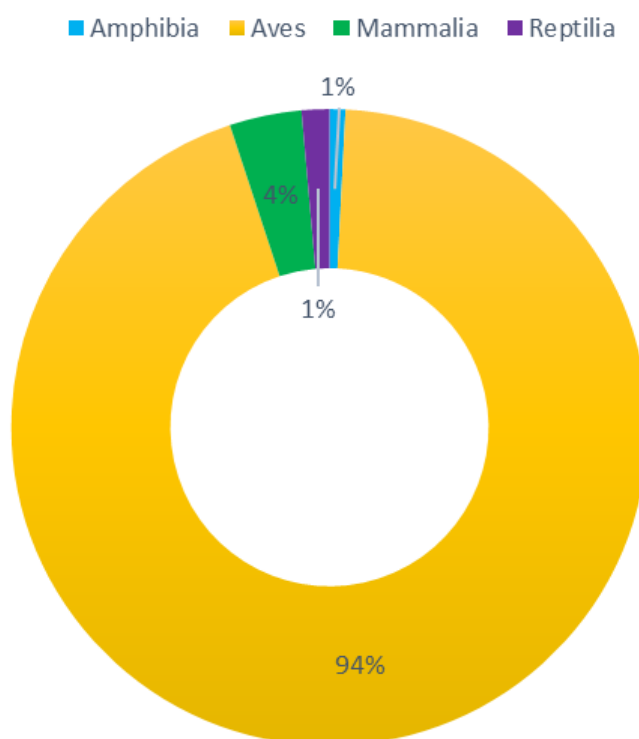


Fig. IV.40. Abundancia relativa de las clases de fauna en el SAR

A continuación, se describen las clases de fauna registradas **bibliográficamente** dentro del SAR.

#### IV.8.1.1 Aves

Esta clase es la que obtuvo el mayor número de registros, de la información obtenida, las aves registradas se incluyen 13 órdenes, 36 familias y 154 especies. De los órdenes registrados, los Paseriformes son los mejores representados. La especie con mayor número de registros fue *Turdus rufitorques* (mirlo cuello canela), dicha especie muestra una distribución en el sureste del territorio nacional, principalmente en el estado de Chiapas. Asimismo, se encuentra en países como Guatemala, El Salvador y Honduras (ver siguiente figura). El listado de las especies de aves registradas bibliográficamente en el SAR se presenta con mayor detalle en el capítulo IX de este DTU.

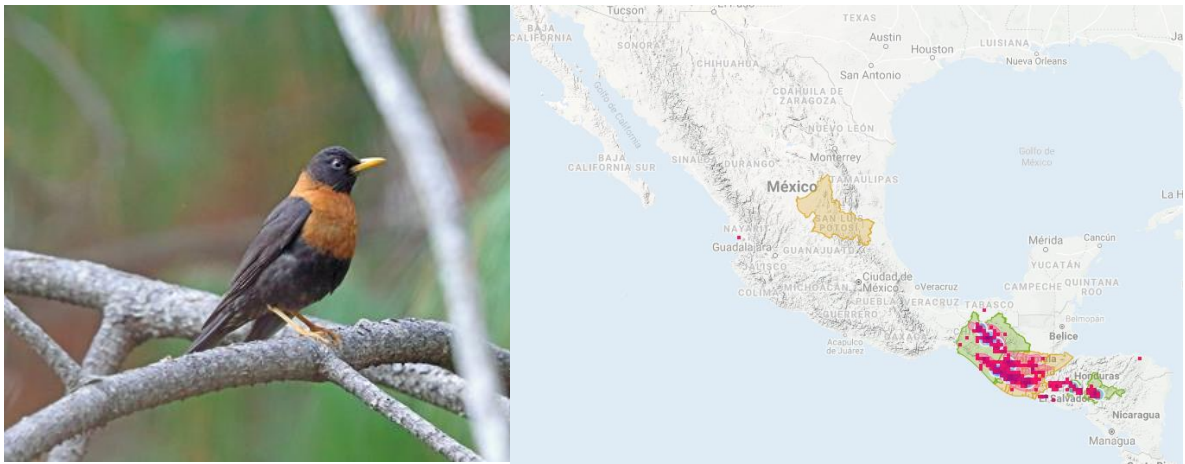


Fig. IV.41. Distribucion de *Turdus rufitorques* (mirlo cuello canela).

#### IV.8.1.2 Mamíferos

Para esta clase se registraron siete órdenes, nueve familias y 24 especies. La especie más abundante fue *Artibeus jamaicensis* (murciélago frutero), el cual se muestra en la siguiente figura. Esta especie de murciélago pertenece a la familia Phyllostomidea, se considera nativo de America Central y Sur America, habitando principalmente bosques lluviosos y arbustivos. Cabe mencionar, que esta especie no se encuentra en categoría de riesgo de

acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. El listado bibliográfico y de las especies de fauna registrada en el SAR se presenta con mayor detalle en el capítulo IX de este DTU.

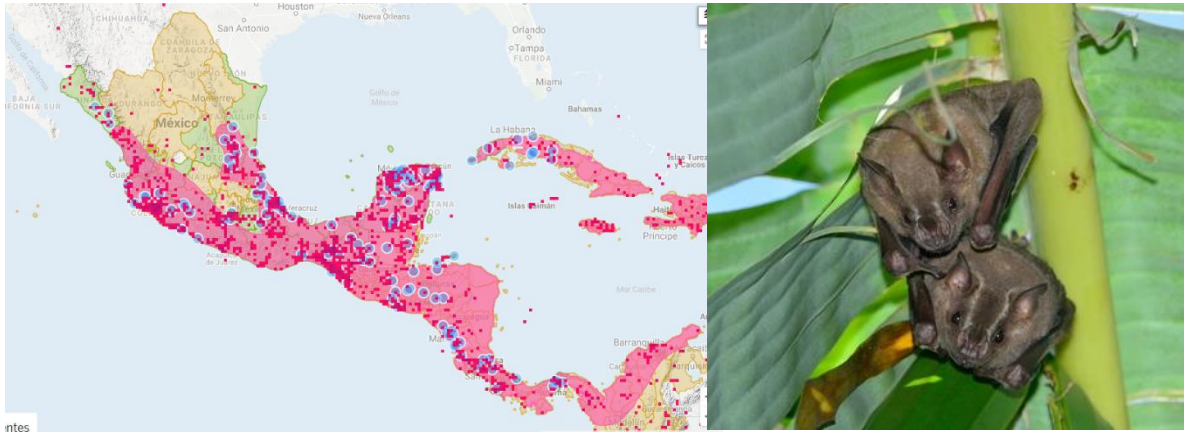


Fig. IV.42. Distribucion de *Artibeus jamaicensis* (murciélago frutero).

### IV.8.1.3 Reptiles

Los registros bibliográficos que se tienen para el SAR respecto a esta clase, están representados por un orden, siete familias y 15 especies. Todos los reportes obtenidos pertenecen al orden Squamata, la familia mejor representada fue Dipsadidae y la especie más abundante fue *Sceloporus carinatus* (ver siguiente figura). Esta especie se considera nativa de Chiapas y Guatemala. Conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se encuentran bajo ninguna categoría de protección. El listado bibliográfico y de las especies de fauna registrada en el SAR puede ser consultado en el capítulo IX de este DTU.



Fig. IV.43. *Sceloporus carinatus* (lagartija espinosa chiapaneca).

#### IV.4.1.2. Anfibios

Los registros bibliográficos que se tienen para el SAR respecto a esta clase, están representados por dos ordenes (Anura y Caudata), tres familias y ocho especies. La familia mejor representada fue Ranidae y las especies con cuatro registros fueron *Bolitoglossa hartwegi* (salamandra lengua de hongo), *Lithobates maculatus* (rana manchada) y *Lithobates pipiens* (rana leopardo) (ver siguientes figuras). Cabe mencionar, que la distribución de estas especies no se restringe al área del proyecto o su SAR. Por otro lado, no se encuentran bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010. El listado bibliográfico y de las especies de fauna registrada en el SAR puede ser consultado en el capítulo IX de este DTU.



Fig. IV.44. Distribucion de *Bolitoglossa hartwegi*.

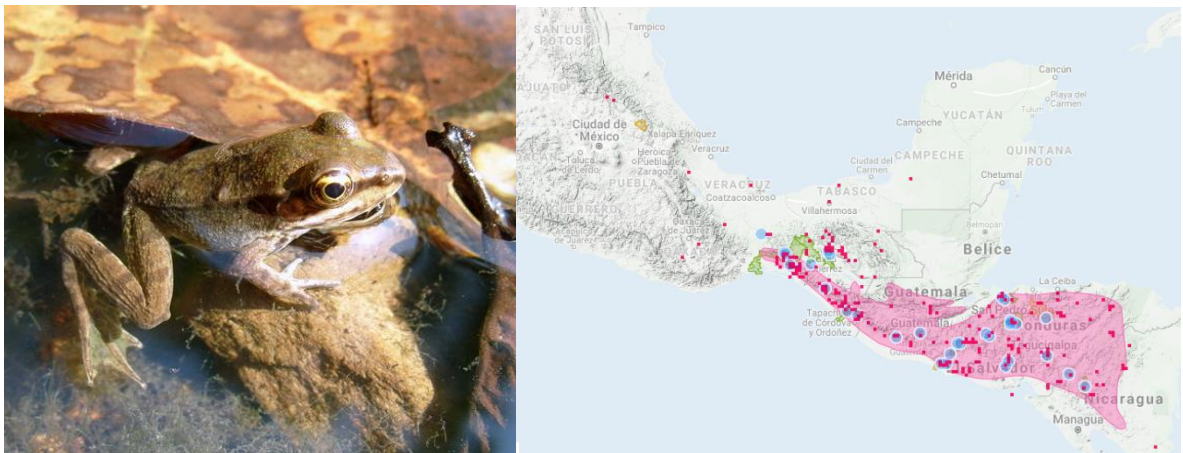


Fig. IV.45. Distribucion de *Lithobates maculatus*.

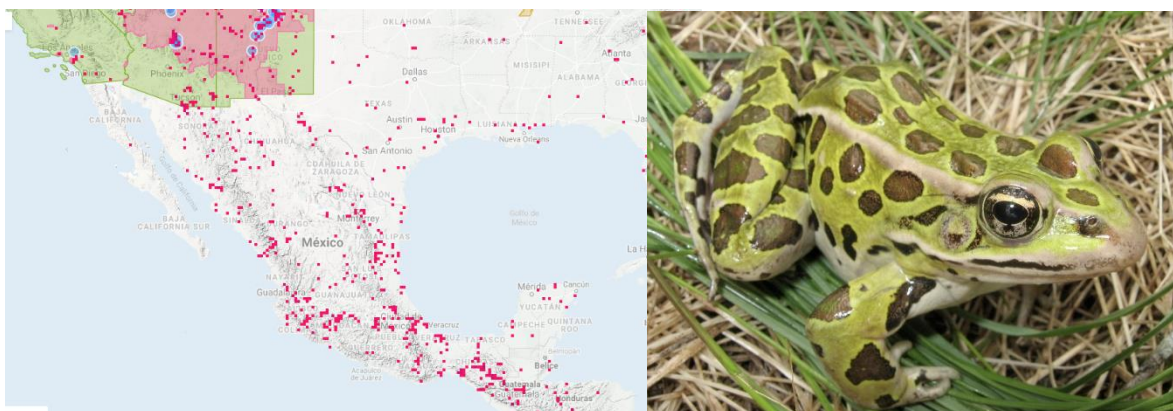


Fig. IV.46. Distribucion de *Lithobates pipiens*.

#### IV.8.2. Especies registradas en el SAR en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

De la fauna reportada bibliográficamente en el SAR, se incluye un total de 21 especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver siguiente tabla) y de las cuales se presenta su distribución.

Tabla IV. 93. Especies registradas en el SAR bajo alguna categoría de riesgo.

ID	Especie	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemica
1	<i>Abronia lythrochila</i>	Amenazada (A)	Si
2	<i>Accipiter cooperii</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
3	<i>Accipiter striatus</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
4	<i>Amazona albifrons</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
5	<i>Anolis anisolepis</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	Si
6	<i>Aspatha gularis</i>	Peligro de extincion (P)	No
7	<i>Bolitoglossa rostrata</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
8	<i>Buteo platypterus</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
9	<i>Catharus frantzii</i>	Amenazada (A)	No
10	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
11	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
12	<i>Falco peregrinus</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
13	<i>Lepidophyma chicoasensis</i>	Amenazada (A)	Si
14	<i>Myadestes occidentalis</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
15	<i>Notiochelidon pileata</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
16	<i>Oryzomys couesi</i>	Amenazada (A)	Si



ID	Especie	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemica
17	<i>Ptychohyla euthysanota</i>	Amenazada (A)	No
18	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Amenazada (A)	No
19	<i>Trogon collaris</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
20	<i>Turdus plebejus</i>	Sujeta a Proteccion Especial (Pr)	No
21	<i>Turdus rufitorques</i>	Amenazada (A)	No

A continuacion se muestra la distribución de las especies bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

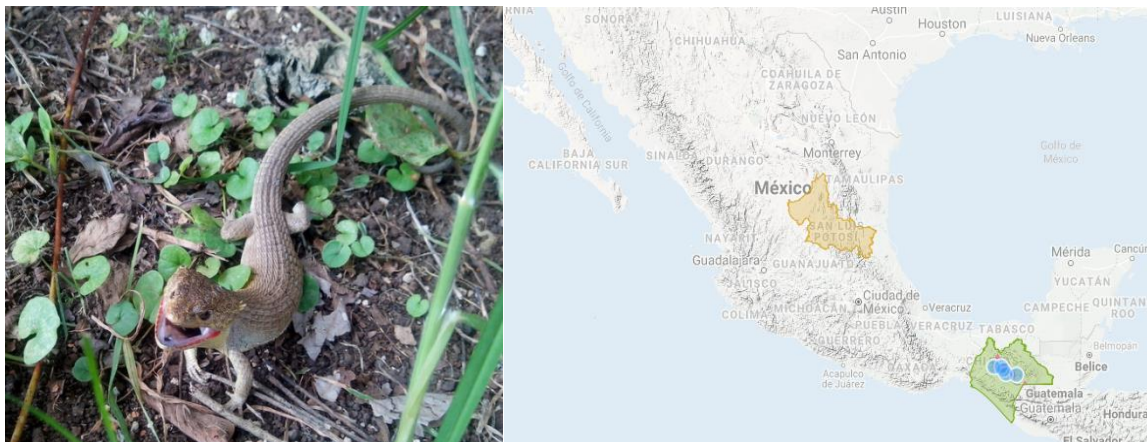


Fig. IV.47. Distribucion de *Abronia lythrochila*

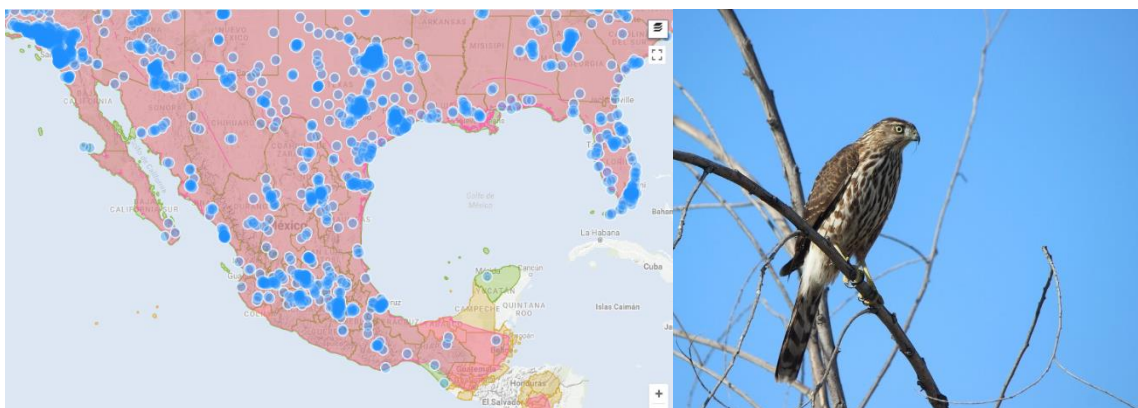


Fig. IV.48. Distribucion de *Accipiter cooperi*

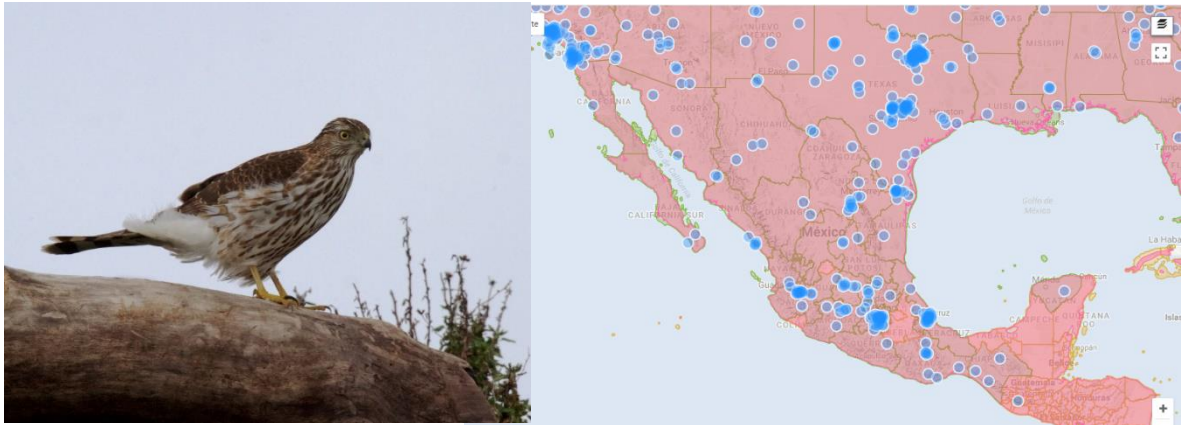


Fig. IV.49. Distribucion de *Accipiter striatus*

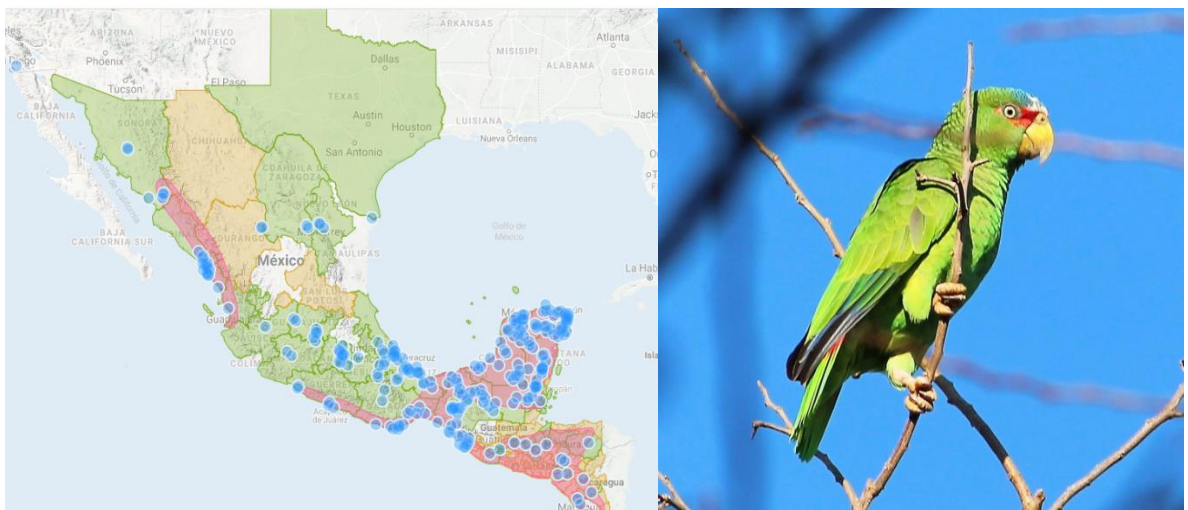


Fig. IV.50. Distribucion de *Amazona albifrons*

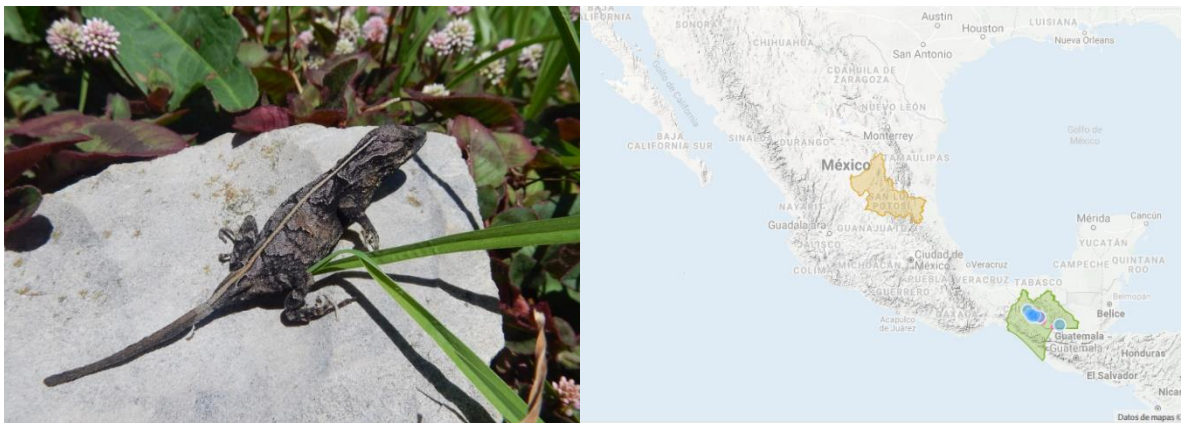


Fig. IV.51. Distribucion de *Anolis anisolepis*

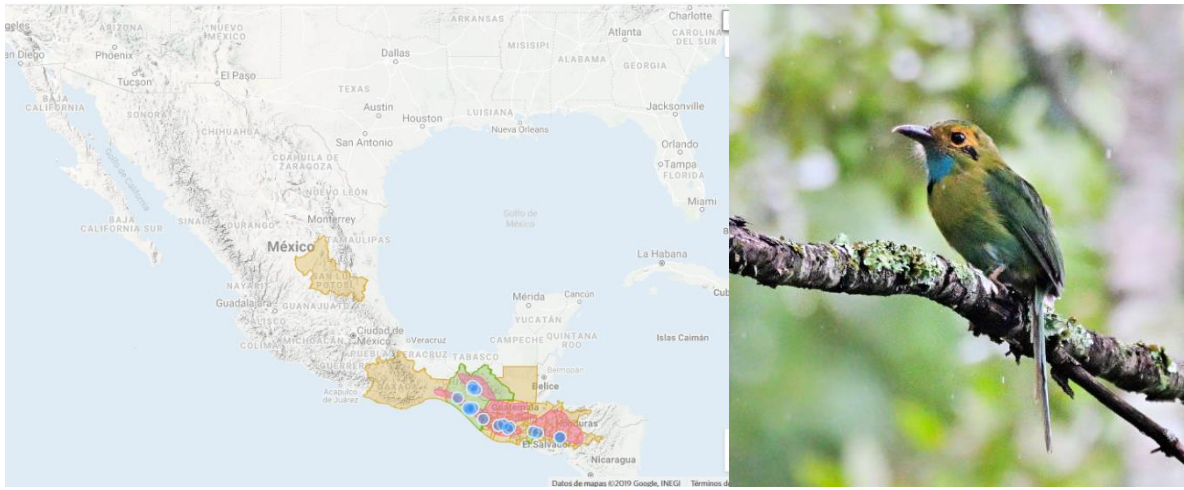


Fig. IV.52. Distribucion de *Aspitha gularis*



Fig. IV.53. Distribucion de *Bolitoglossa rostrata*

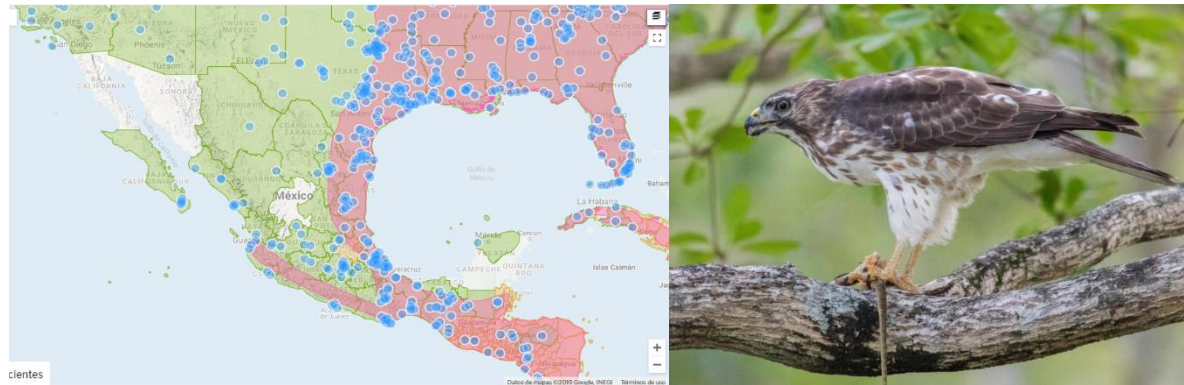


Fig. IV.54. Distribucion de *Buteo platyotus*

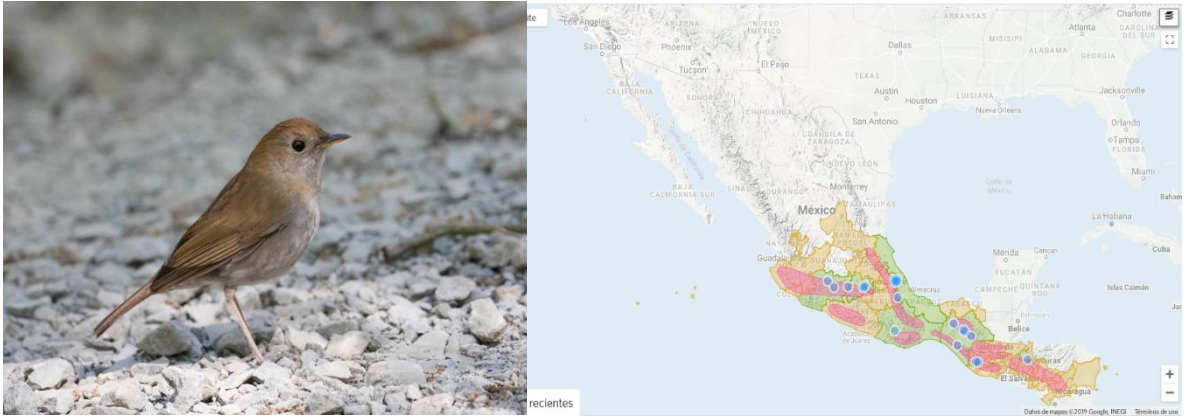


Fig. IV.55. Distribucion de *Catharus frantzii*

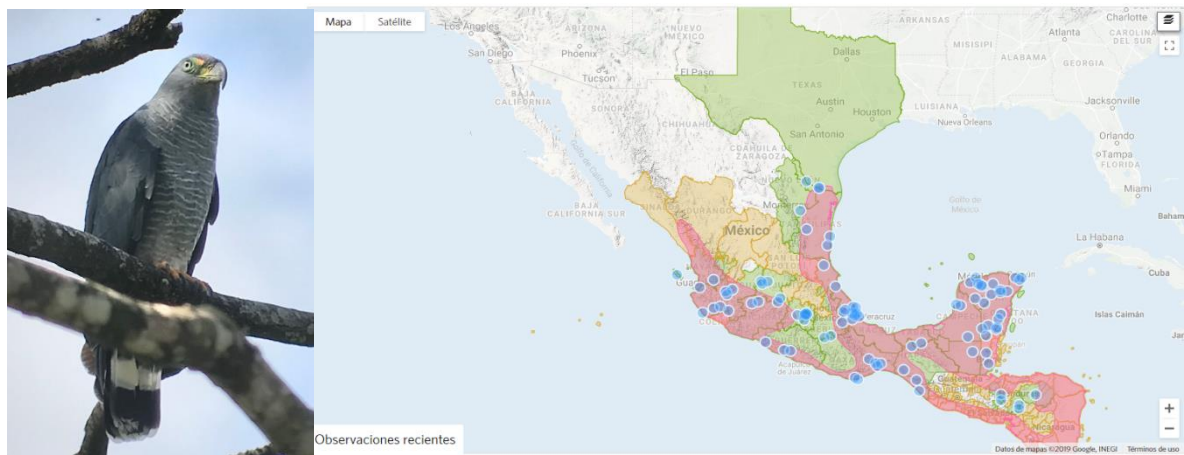


Fig. IV.56. Distribucion de *Chondrohierax uncinatus*



Fig. IV.57. Distribucion de *Dactylortyx thoracicus*.



Fig. IV.58. Distribucion de *Falco peregrinus*



Fig. IV.59. Distribucion de *Lepidophyma chicoasensis*

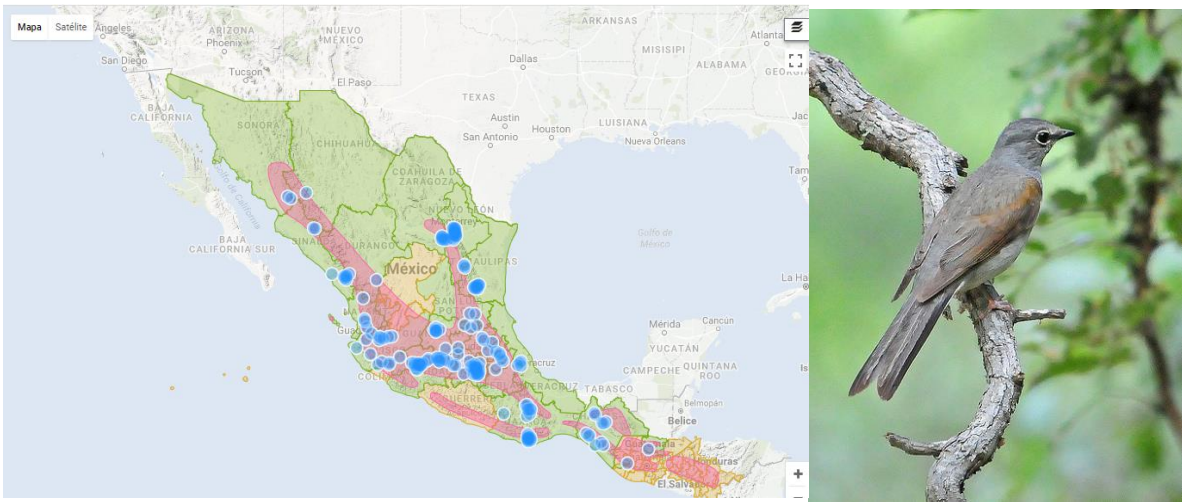


Fig. IV.60. Distribucion de *Myadestes occidentalis*

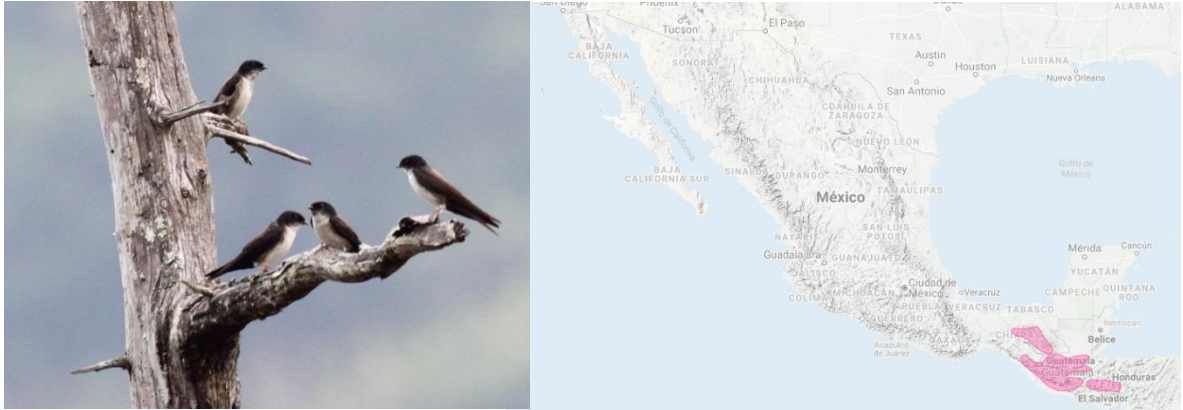


Fig. IV.61. Distribucion de *Notiochelidon pileata*

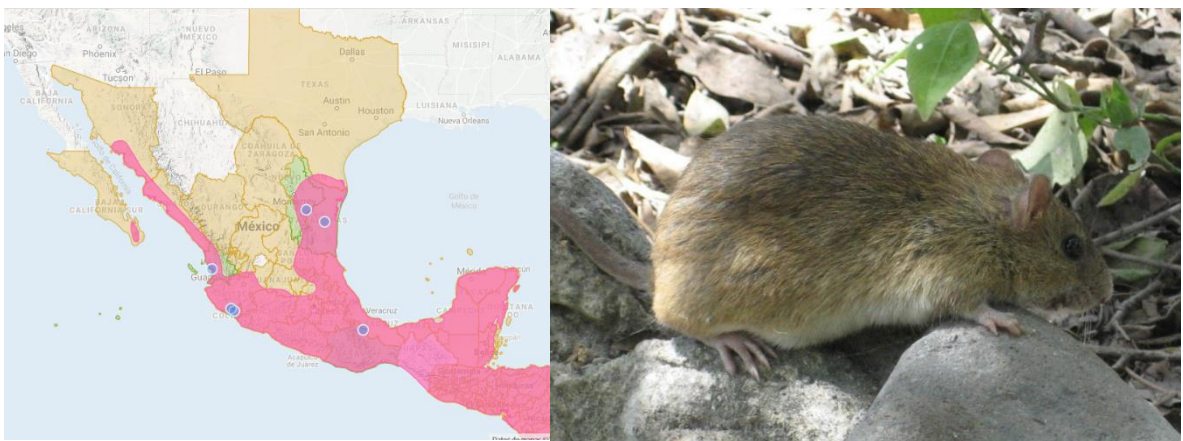


Fig. IV.62. Distribucion de *Oryzomys couesi*



Fig. IV.63. Distribucion de *Ptychohylla euthysanota*.



Fig. IV.64. Distribucion de *Trimorphodon biscutatus*



Fig. IV.65. Distribucion de *Trogon collaris*.



Fig. IV.66. Distribucion de *Turdus plebejus*.

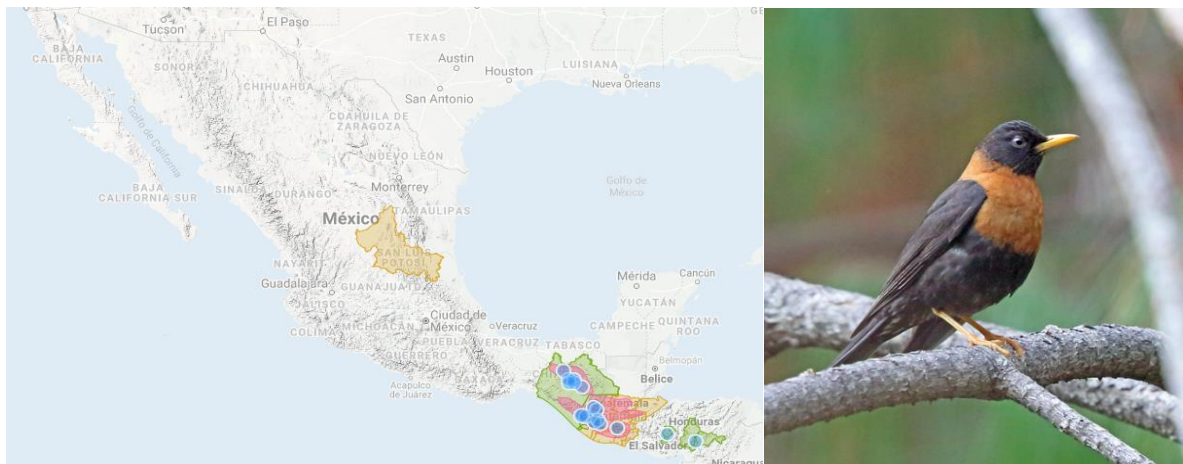


Fig. IV.67. Distribucion de *Turdus rufitorques*

Como se pudo observar en mediante las imágenes anteriores, la distribución de las especies no se restringe al área del proyecto o su SAR, sino, esta distribución en algunos casos se presenta en países vecinos de centro America y parte de Estados Unidos. Aunado a lo anterior, se tiene el registro de estas especies corresponde a la bibliografía, por lo que su presencia en el sitio del proyecto será evaluada mediante los trabajos de campo.

### IV.8.3. Regionalización.

La ubicación de México en la confluencia de los reinos biogeográficos Neártico y Neotropical, sumado a su abrupta orografía, su diversidad climática y a una intrincada historia geológica, entre otros factores, han permitido el desarrollo de múltiples ecosistemas que albergan una inmensa riqueza de especies de plantas y animales; por lo que nuestra nación es considerada a nivel mundial dentro de los países con mayor diversidad biológica o mega diversidad (Toledo, 1988).

En este sentido, se tiene que el territorio nacional se encuentra regionalizado conforme a las diferentes características que pueden definir los diferentes tipos de flora y fauna. Siendo así, se tiene que el SAR del proyecto se encuentra ubicado en la provincia herpetofaunística “Sierra Madre de Chiapas”, localizándose así mismo en la provincia Mastofaunística “Chiapaneca” (ver siguientes figuras)



## Provincias herpetofaunísticas

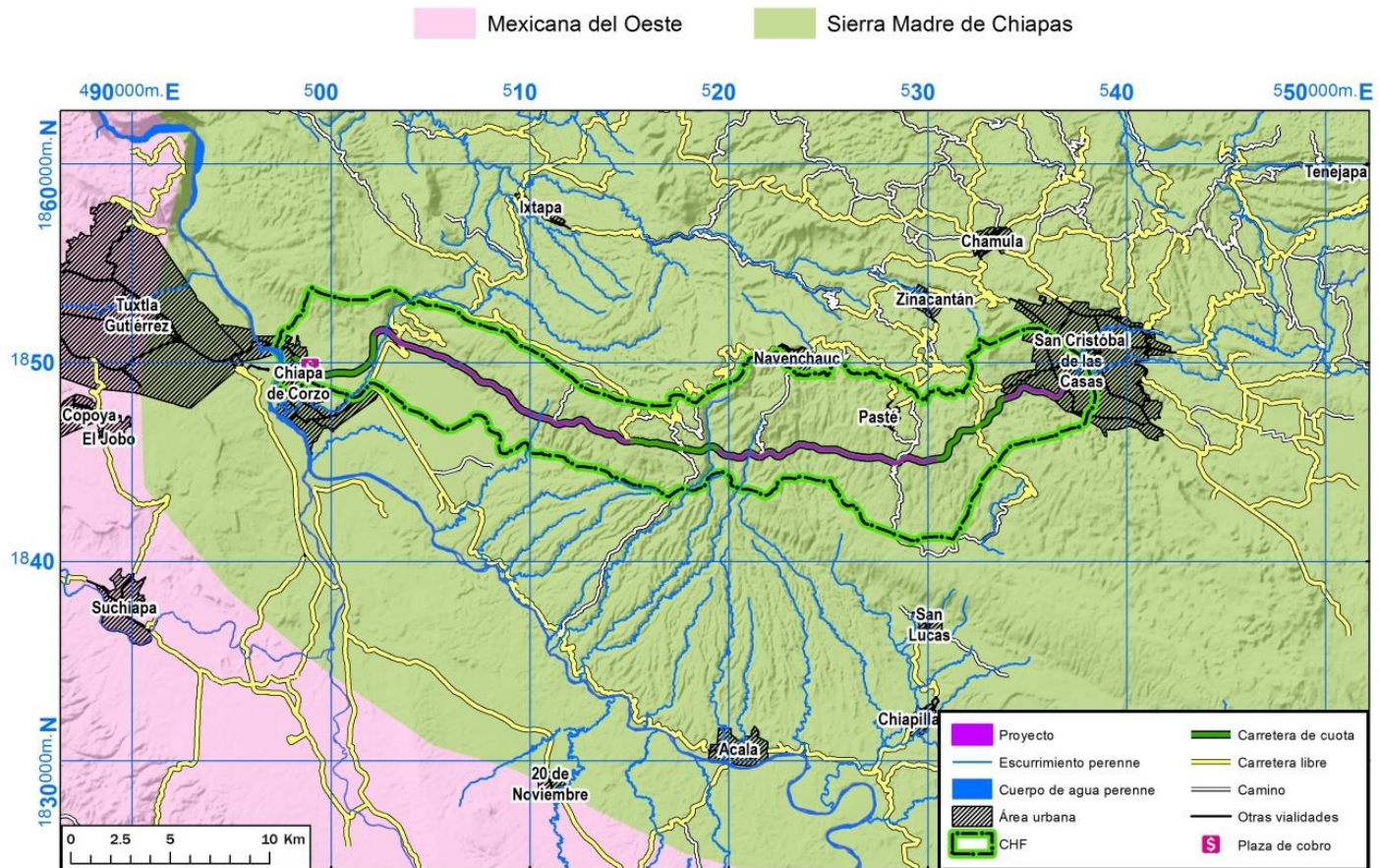


Fig. IV.68. Ubicación de la SAR en el contexto de provincias herpetofaunísticas.

## Provincias mastofaunísticas

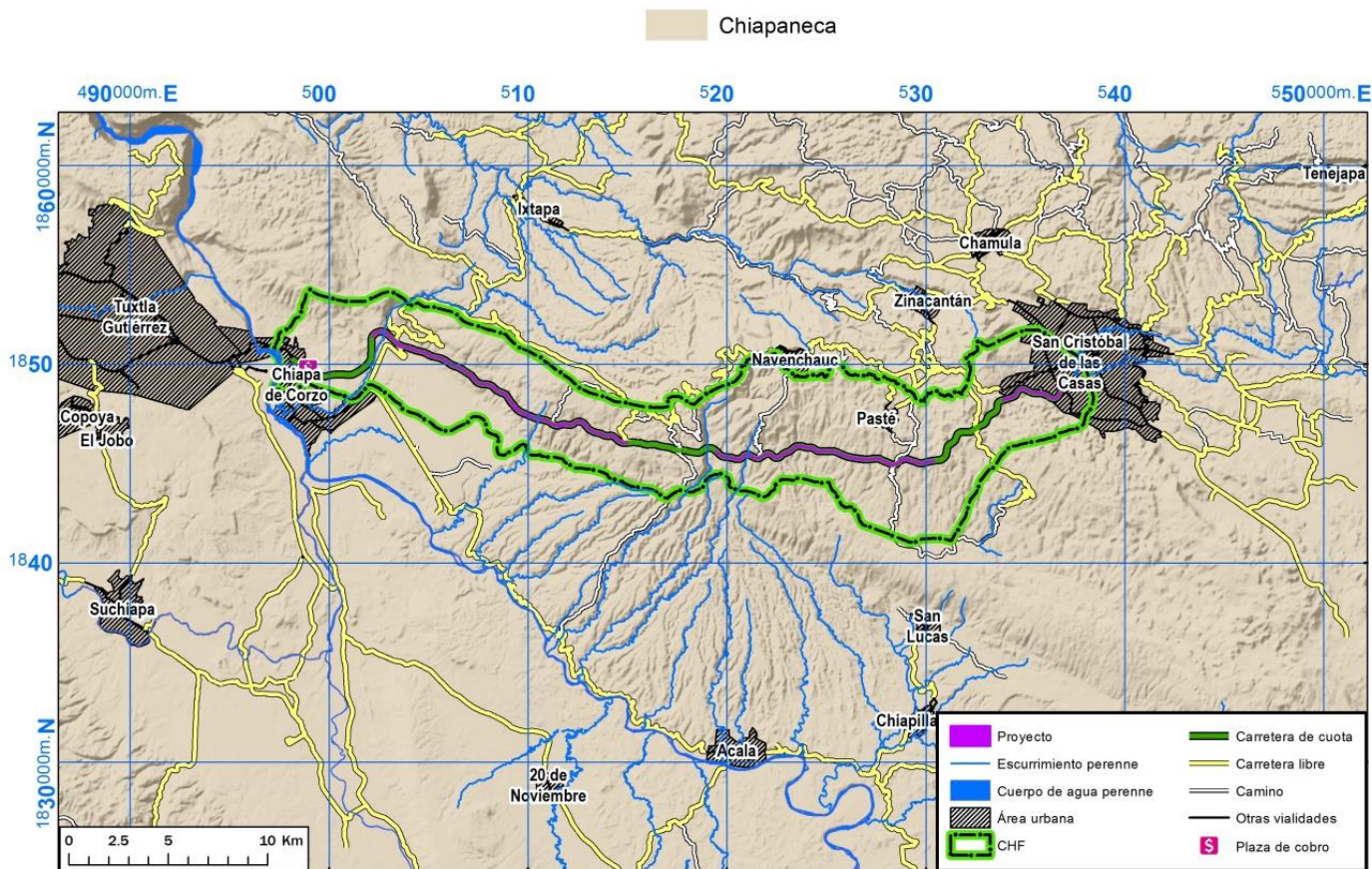


Fig. IV.69. Ubicación de la SAR en el contexto de provincias mastofaunísticas.

## IV.9. Trabajo de campo de Fauna

### IV.9.1. Metodología por grupo de vertebrados.

#### IV.9.1.1 Anfibios y Reptiles.

La búsqueda no restringida es el método más simple y frecuentemente utilizado para determinar la composición de estos grupos, el cual consiste en efectuar caminatas diurnas y/o en horarios crepusculares en busca de ejemplares de interés, pero sin que existan mayores reglas para la búsqueda (excepto buscar en todos los lugares posibles), pudiendo aportar información de manera relativamente rápida acerca de la riqueza de especies y su abundancia relativa en el área muestreada. De esta manera, durante el establecimiento de las parcelas de muestreo para medir los atributos de la vegetación, así como durante los recorridos efectuados para establecer los monitoreos de aves y mamíferos, se registraron aquellas áreas que pudieran representar un hábitat potencial de refugio para los anfibios y reptiles, documentándose estos grupos por observación directa o indirecta (principalmente huellas), para evitar implementar técnicas de captura.

#### IV.9.1.2 Aves.

Para el monitoreo de las aves, se aplicó un muestreo sistemático llamado “Técnica de puntos de conteo” tal y como se observa en la siguiente figura, el cual es uno de los más utilizados para obtener la composición de especies de una comunidad, y sirve además para monitorear en tiempo las variaciones de su abundancia en un ecosistema. Dicha técnica se desarrolla mejor en comunidades de matorral o en ecosistemas con existencia de especies maderables como es el caso que nos ocupa.

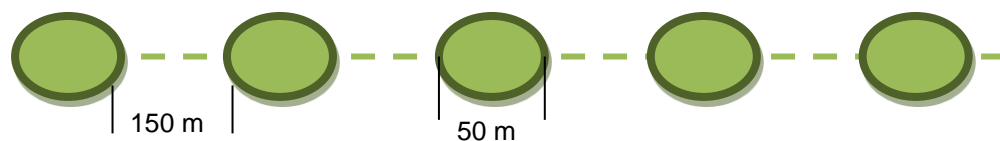


Fig. IV.70. Diagrama ilustrativo del método de puntos de conteo.

El monitoreo se inicia avanzando 100 m en la vegetación, tratando de ubicar estaciones de observación en cada transecto, con un diámetro de 50 m cada una y a una distancia de 150 m entre ellas. Una vez definido el punto de conteo, se procede a registrar aquellas especies observadas y/o identificadas por su canto durante cinco a 10 minutos de observación en cada estación de conteo (el observador permanece en un punto fijo y toma nota de todas las aves vistas y oídas). La técnica se aplica durante las horas crepusculares y antes del mediodía, con la finalidad de cubrir una mayor cantidad de especies con diferentes hábitos. De la misma manera, en la distribución de los transectos, se considera su localización dentro de la vegetación, en espacios abiertos y en las orillas de la comunidad, para aprovechar el efecto borde y obtener así una mayor cobertura.

El observador debe acceder al punto de conteo causando el mínimo de perturbación a las aves y debe comenzar a contar tan pronto como llegue al punto. Los conteos por puntos son el principal método de monitoreo de aves terrestres en un gran número de países, debido a su eficacia en todo tipo de terrenos y hábitats, y a la utilidad de los datos obtenidos.

La anterior metodología fue tomada del "Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres".

#### **IV.9.1.3 Mamíferos.**

La presencia de este grupo fue determinada mediante observaciones directas e indirectas (identificación de huellas y excretas), con la finalidad de evitar implementar técnicas de captura. Para lo anterior, se llevan a cabo recorridos en las horas del crepúsculo y antes del mediodía, motivo por lo cual, se utilizaron los transectos de aves para llevar a cabo también el monitoreo de mamíferos.

Sobre lo anterior, es importante señalar que el uso de transectos ha tomado una gran importancia en estudios de fauna silvestre, pudiendo ser implementados en desplazamientos para documentar biodiversidad de un área o para cuantificación de

especies silvestres (Carrillo et al. 2000). Muchos estudios han hecho uso de esta técnica con resultados satisfactorios, no sólo en la búsqueda de rastros indirectos de fauna, sino además en los recorridos de avistamiento directo de los mismos, lográndose ambos tipos de registros.

La anterior metodología fue tomada de diversos documentos, como por ejemplo el denominado "Evaluación de técnicas de campo para el monitoreo de fauna cinegética en la cuenca del río Valle, Chocó" y "Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales".

#### IV.9.2. Metodología empleada para el SAR

Se establecieron 20 transectos lineales de longitud variable para el monitoreo de fauna silvestre en la superficie de la microcuenca con el fin de obtener una estimación y poder realizar una comparación entre ellas. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas UTM Datum WGS84 de dichos transectos.

Tabla IV. 94. Coordenadas UTM de los transectos de muestreo para fauna en el SAR.

SAR			
Transectos		X	Y
1	Inicio	503612.22	1851035.90
		503674.14	1851022.00
		503709.31	1850999.55
		503736.14	1850990.32
		503763.07	1850971.66
	Final	503811.96	1850964.15
2	Inicio	504315.51	1850767.21
		504362.85	1850772.77
		504397.06	1850775.31
		504435.41	1850770.65
	Final	504472.64	1850764.99
3	Inicio	504885.05	1850675.18
		504905.64	1850704.52
		504920.18	1850719.97
		504945.48	1850727.63
		504963.62	1850748.18
	504981.86	1850771.47	

SAR			
Transectos		X	Y
		505003.47	1850788.49
	Final	505032.91	1850817.45
4	Inicio	505278.82	1850294.81
		505299.90	1850261.45
		505322.84	1850222.91
		505349.91	1850194.92
		505405.71	1850187.12
	Final	505456.15	1850181.80
5	Inicio	506054.15	1849918.02
		506016.90	1849908.38
		505961.62	1849892.49
		505920.89	1849889.19
	Final	505832.98	1849916.53
6	Inicio	506567.41	1849654.79
		506539.16	1849642.65
		506527.81	1849621.10
		506498.62	1849631.18

SAR			
Transectos	X	Y	
		506455.99	1849645.84
		506410.76	1849643.89
		506377.50	1849628.63
		506353.77	1849612.34
		506330.14	1849603.88
	Final	506279.80	1849611.07
7	Inicio	507229.14	1849463.67
		507286.37	1849485.87
		507358.10	1849512.38
		507420.97	1849521.76
		507477.17	1849514.63
	Final	507533.17	1849506.81
8	Inicio	508992.88	1848221.35
		509008.07	1848162.45
		509016.23	1848096.07
		509024.78	1848075.58
		509043.79	1848061.20
		509055.99	1848024.06
		509074.62	1847990.05
	Final	509086.52	1847974.26
9	Inicio	509987.51	1847762.83
		509936.11	1847746.68
		509875.83	1847725.33
		509841.23	1847718.28
		509805.78	1847724.74
		509782.27	1847734.48
		509700.40	1847757.02
	Final	509681.09	1847738.67
10	Inicio	514833.00	1845968.15
		514829.63	1845946.05
		514826.90	1845922.76
		514827.56	1845905.26
		514819.20	1845884.96
		514811.69	1845871.41
		514808.03	1845859.89
		514799.06	1845843.45
		514795.43	1845834.15
		514796.31	1845819.14
	514792.59	1845809.57	

SAR			
Transectos	X	Y	
	Final	514792.99	1845792.28
11	Inicio	519569.48	1845617.50
		519572.11	1845652.64
		519581.68	1845685.01
		519592.79	1845715.15
		519606.52	1845744.22
	Final	519627.27	1845779.68
12	Inicio	523751.64	1846076.26
		523753.37	1846031.83
		523755.28	1845998.46
		523754.91	1845959.06
		523727.40	1845946.14
	Final	523714.07	1845934.04
13	Inicio	526497.58	1845350.59
		526502.44	1845384.73
		526515.60	1845411.52
		526542.22	1845411.78
		526575.95	1845444.37
		526599.38	1845460.01
		526624.23	1845480.55
		526641.10	1845491.95
		526682.66	1845475.58
		526710.72	1845464.98
		526728.02	1845469.68
	Final	526745.75	1845486.90
14	Inicio	526768.11	1845515.80
		528538.04	1845273.74
		528565.70	1845300.81
		528596.47	1845340.71
		528631.93	1845387.05
		528653.36	1845378.00
		528674.45	1845375.86
		528703.80	1845391.02
15		528732.13	1845407.42
		528746.73	1845425.22
	Final	528767.01	1845451.80
	Inicio	534114.99	1848248.96
		534122.56	1848221.14
	534129.74	1848194.85	
	534143.11	1848173.37	

SAR			
Transectos		X	Y
		534158.24	1848162.79
	Final	534175.74	1848148.90
16	Inicio	534501.45	1848419.33
		534517.23	1848405.70
		534528.92	1848386.41
		534540.29	1848364.79
		534548.89	1848342.05
		534555.73	1848328.83
	Final	534565.83	1848310.25
	17	Inicio	534680.48
		534701.64	1848187.16
		534727.60	1848179.81
		534766.90	1848197.54
		534812.73	1848218.90
		534853.70	1848233.85
		534903.84	1848235.01

SAR				
Transectos		X	Y	
	Final	534933.17	1848227.64	
	Inicio	535025.46	1848210.54	
18		535127.18	1848218.69	
		535190.80	1848218.08	
		535259.77	1848210.77	
	Final	535313.58	1848195.92	
	19	Inicio	535584.12	1848116.80
			535713.88	1848066.54
		535821.14	1848029.70	
Final		535930.94	1847993.91	
20	Inicio	536369.55	1847476.93	
		536441.39	1847617.35	
		536490.68	1847715.86	
		536538.38	1847820.04	
	Final	536589.79	1847914.01	

### IV.9.3. Resultados del trabajo de campo del SAR.

Para el caso de la superficie de la SAR, se registraron 74 especies de fauna silvestre repartidos por clase de la siguiente manera: 15 reptiles, 6 mamíferos y 53 aves (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 95. Resumen del número de especies identificadas en los muestreos en la SAR.

Clase	Núm. de Especies	Porcentaje
Reptiles	15	20
Mamíferos	6	8
Aves	53	72
<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>100</b>

Mediante la siguiente grafica se muestra la distribución por clase conforme a los trabajos de campo dentro del SAR.

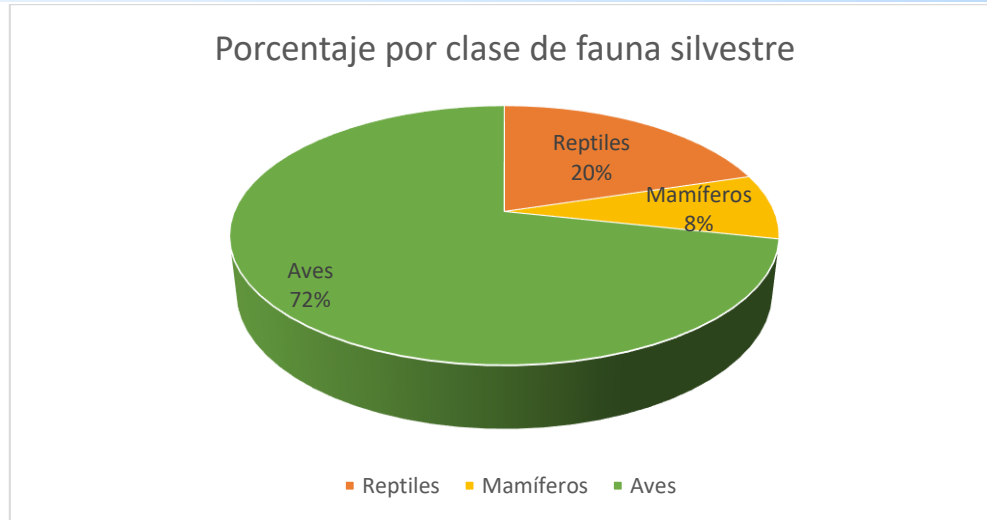


Fig. IV.71. Porcentaje de especies identificadas en los muestreos realizados por clase animal para el SAR.

#### IV.9.3.1 Abundancia relativa.

**Anfibios.** En cuanto a la abundancia de las especies registradas para este grupo, se hace mención que no se obtuvieron registros para este grupo.

**Reptiles.** En cuanto a la abundancia de las especies registradas en el grupo, se hace mención que fueron obtenidos un total de 26 avistamientos para 15 especies, donde las especies mejores representadas fueron *Sceloporus variabilis*, *Sceloporus taeniocnemis*, *Ctenosaura acanthura* y *Aspidoscelis deppii* con 3 registros (ver anexo Analisis de Fauna).

**Mamíferos.** Los mamíferos estuvieron representados por 11 avistamientos en 6 especies, donde la especie mejor representada fue por *Didelphis marsupialis* con 3 registros (ver anexo Analisis de Fauna).

**Aves.** El grupo de las aves estuvo representado por un total de 162 avistamientos de 53 especies. La especie más abundante fue *Hirundo rustica* con 15 registros (ver anexo Analisis de Fauna).

A continuación, se presentan los resultados de los muestreos obtenidos para la SAR, para cada uno de los grupos, reptiles, mamíferos y aves. En dichas tablas se presenta el nombre



científico, nombre común, número de individuos, densidad relativa e índice de biodiversidad (Shannon, equidad y diversidad máxima).

## IV.9.3.2 Índices de diversidad.

Tabla IV. 96. Especies identificadas en la SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Reptiles).

REPTILES								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Abronia lythrochila</i>	Dragoncito de labios rojos	1	3.85	0.04	-3.26	-0.13	0.13	0.05
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Cantil enjaquimado	1	3.85	0.04	-3.26	-0.13	0.13	0.05
<i>Anolis anisolepis</i>	Abaniquillo adornado de Chiapas	2	7.69	0.08	-2.56	-0.20	0.20	0.07
<i>Anolis sericeus</i>	Abaniquillo sedoso	2	7.69	0.08	-2.56	-0.20	0.20	0.07
<i>Anolis unilobatus</i>	Anolis de bosque de niebla	1	3.85	0.04	-3.26	-0.13	0.13	0.05
<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico siete líneas	3	11.54	0.12	-2.16	-0.25	0.25	0.09
<i>Aspidoscelis motaguae</i>	Huico gigante	2	7.69	0.08	-2.56	-0.20	0.20	0.07
<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana de cola espinosa del noreste	3	11.54	0.12	-2.16	-0.25	0.25	0.09
<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de petatillos	1	3.85	0.04	-3.26	-0.13	0.13	0.05
<i>Leptodeira annulata</i>	Culebra ojo de gato bandada	1	3.85	0.04	-3.26	-0.13	0.13	0.05
<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirriadora neotropical	1	3.85	0.04	-3.26	-0.13	0.13	0.05
<i>Sceloporus carinatus</i>	Lagartija espinosa chiapaneca	1	3.85	0.04	-3.26	-0.13	0.13	0.05
<i>Sceloporus taeniocnemis</i>	Lagartija espinosa esmeralda chiapaneca	3	11.54	0.12	-2.16	-0.25	0.25	0.09
<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado	3	11.54	0.12	-2.16	-0.25	0.25	0.09
<i>Thamnophis fulvus</i>	Culebra listonada amarillenta	1	3.85	0.04	-3.26	-0.13	0.13	0.05
	<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>100</b>	1.00	-42.40	-2.59	<b>2.59</b>	<b>0.96</b>
	<b>Riqueza</b>	<b>15</b>				<b>2.71</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Tabla IV. 97. Especies identificadas en la SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Mamíferos).

MAMÍFEROS								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache sureño	3	27.27	0.27	-1.30	-0.35	0.35	0.20
<i>Nasua narica</i>	Coatí	2	18.18	0.18	-1.70	-0.31	0.31	0.17
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	1	9.09	0.09	-2.40	-0.22	0.22	0.12
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	2	18.18	0.18	-1.70	-0.31	0.31	0.17
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	2	18.18	0.18	-1.70	-0.31	0.31	0.17
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	1	9.09	0.09	-2.40	-0.22	0.22	0.12
	<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>1.00</b>	<b>-11.21</b>	<b>-1.72</b>	<b>1.72</b>	<b>0.96</b>
	<b>Riqueza</b>	<b>6</b>				<b>1.79</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Tabla IV. 98. Especies identificadas en la SAR, número de individuos, densidad relativa, Índice de Shannon-Wiener y Equitatividad (Aves).

AVES								
Nombre científico	Nombre Común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	12	7.41	0.07	-2.60	-0.19	0.19	0.05
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
<i>Aspatha gularis</i>	Momoto garganta azul	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	4	2.47	0.02	-3.70	-0.09	0.09	0.02
<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Matraca tropical	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	10	6.17	0.06	-2.79	-0.17	0.17	0.04
<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola canela	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared barranqueño	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

AVES								
Nombre científico	Nombre Común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
Chordeiles minor	Chotacabras zumbón	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
Colinus virginianus	Codomiz cotuí	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
Columbina inca	Tortolita cola larga	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
Columbina talpacoti	Tortolita canela	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
Coragyps atratus	Zopilote común	6	3.70	0.04	-3.30	-0.12	0.12	0.03
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
Cyanocitta stelleri	Chara copetona	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
Empidonax flaviventris	Papamoscas vientre amarillo	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
Eugenes fulgens	Colibrí magnífico	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
Eupsittula canicularis	Perico frente naranja	5	3.09	0.03	-3.48	-0.11	0.11	0.03
Falco rufigularis	Halcón murcielaguero	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
Geothlypis trichas	Mascarita común	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	5	3.09	0.03	-3.48	-0.11	0.11	0.03
Herpetotheres cachinnans	Halcón guaco	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	15	9.26	0.09	-2.38	-0.22	0.22	0.06
Icterus wagleri	Calandria de Wagler	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
Lepidocolaptes affinis	Trepatroncos corona punteada	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
Mimus gilvus	Centzontle tropical	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
Myioborus miniatus	Pavito alas negras	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
Oreothlypis superciliosa	Chipe cejas blancas	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
Passerina caerulea	Picogordo azul	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
Psittacara holochlorus	Perico mexicano	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
Pteroglossus torquatus	Tucancillo collarejo	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	5	3.09	0.03	-3.48	-0.11	0.11	0.03
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

AVES								
Nombre científico	Nombre Común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
Seiurus aurocapilla	Chipe suelero	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
Sporophila torqueola	Semillero de collar	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina alas aserradas	13	8.02	0.08	-2.52	-0.20	0.20	0.05
Troglodytes aedon	Saltapared común	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
Turdus rufitorques	Mirlo cuello canela	3	1.85	0.02	-3.99	-0.07	0.07	0.02
Tyrannus melancholicus	Tirano pirirí	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	1	0.62	0.01	-5.09	-0.03	0.03	0.01
Zonotrichia capensis	Gorrión chingolo	2	1.23	0.01	-4.39	-0.05	0.05	0.01
<b>Total</b>		<b>162</b>	<b>100</b>	<b>1.00</b>	<b>-225.51</b>	<b>-3.65</b>	<b>3.65</b>	<b>0.92</b>
<b>Riqueza</b>		<b>53</b>				<b>3.97</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Considerando que el índice de Shannon tiene como valores de referencia a 5 para alta diversidad y 1 para baja diversidad. De esta manera, con los resultados obtenidos, se observa que el grupo de las aves que se encuentra en una **diversidad alta**, para el grupo de los reptiles este se encuentra en una **diversidad media** y el grupo de los mamíferos se encuentra en **diversidad baja**.

**Memoria de cálculo.** Se adjuntan como parte integrante del anexo Analisis de Fauna los archivos de Excel que incluyen las memorias de cálculo de los parámetros ecológicos calculados, los índices de diversidad, fauna potencial y otras características para la fauna correspondiente al SAR (archivo digital).

#### IV.9.3.3 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Cabe mencionar, que de las 74 especies de fauna registradas en la superficie del SAR, 11 de ellas se encuentra listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de protección (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 99. Endemismo de las especies de fauna silvestre en la norma oficial que fueron registradas en la superficie de la SAR.

Grupo	Especie	Nombre común	NOM-059	Distribución
Reptiles	<i>Abronia lythrochila</i>	Dragoncito de labios rojos	<b>Amenazada</b>	Amplia/Nativa
Reptiles	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Cantil enjaquimado	<b>Sujeta a protección especial</b>	Amplia/Nativa
Reptiles	<i>Anolis anisolepis</i>	Abaniquillo adornado de Chiapas	<b>Sujeta a protección especial</b>	Amplia/Nativa
Reptiles	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana de cola espinosa del noreste	<b>Sujeta a protección especial</b>	Amplia/Nativa
Reptiles	<i>Leptodeira annulata</i>	Culebra ojo de gato bandada	<b>Sujeta a protección especial</b>	Amplia/Nativa
Aves	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	<b>Sujeta a Protección Especial</b>	Amplia/Nativa
Aves	<i>Aspatha gularis</i>	Momoto garganta azul	<b>En Peligro de Extinción</b>	Amplia/Nativa
Aves	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguillilla negra menor	<b>Sujeta a Protección Especial</b>	Amplia/Nativa
Aves	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	<b>Sujeta a Protección Especial</b>	Amplia/Nativa
Aves	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarejo	<b>Sujeta a Protección Especial</b>	Amplia/Nativa
Aves	<i>Turdus rufitorques</i>	Mirlo cuello canela	<b>Amenazada</b>	Amplia/Nativa

A continuación se hace una breve descripción para cada una de las especies referidas en la tabla anterior.

***Abronia lythrochila*** (Dragoncito de Labios Rojos)

Es un lagarto de hábitos arborícolas que prefiere vivir entre la vegetación epífita (Smith & Álvarez del Toro, 1962; Campbell & Frost, 1993). Habita en bosques de pino-encino y bosques de encino ubicados en la región de la Mesa Central de Chiapas (Campbell & Frost, 1993), con clima templado húmedo con lluvias en verano (CW), y en altitudes que varían de los 2000 a los 3000 msnm (Campbell & Frost, 1993).

Actualmente los bosques templados presentes en la parte central del estado de Chiapas donde habita *Abronia lythrochyla* aún cuentan con una extensión considerable, aunque éstos se ha visto más afectados durante los últimos diez años debido al acelerado crecimiento de asentamientos humanos en dicha zona, principalmente en las regiones aledañas a San Cristobal de Las Casas (Schmidt, 2001, personal).

Debido a sus hábitos preferentemente arborícolas, *Abronia lythrochyla* se ve principalmente afectada por la tala inmoderada en las zonas donde habita (Hudson et al., 2000).

Considerando lo anterior, se tiene que el proyecto no representa un riesgo para las poblaciones de esta especie, al desarrollarse en un área previamente modificada por el derecho de vía de la carretera y ser un proyecto de diferente naturaleza al de las principales presiones que sufre la especie.

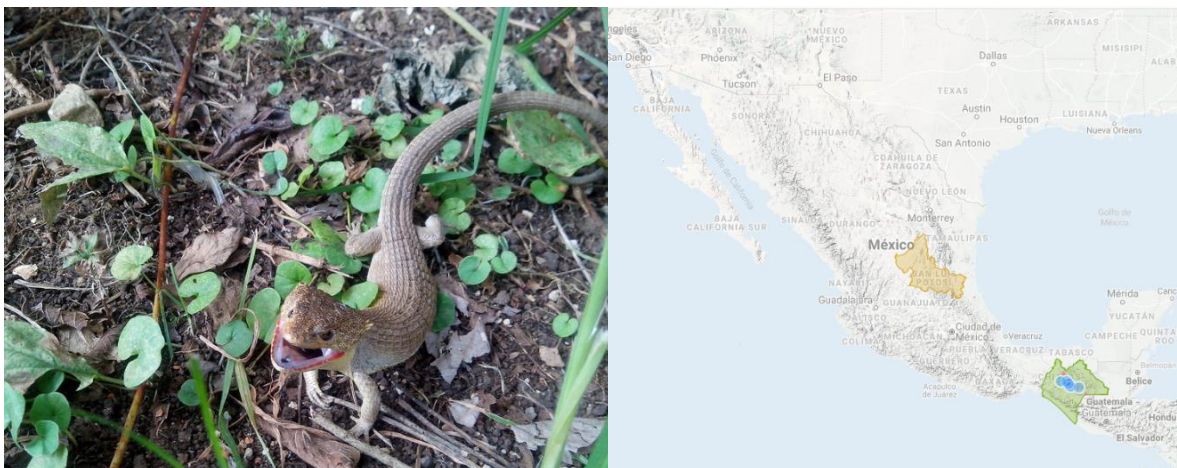


Fig. IV.72. Distribución de *Abronia lythrochyla*.

### ***Agkistrodon bilineatus*** (Cantil Enjaquimado)

Habita en bosques tropicales y bosques caducifolios cerca de las corrientes de agua (especie semiacuatica), en áreas secas, a lo largo de los bordes de las sabanas, o bien, en las áreas abiertas de forma natural.

Esta serpiente se alimenta de una amplia variedad de organismos, incluyendo mamíferos, reptiles, anfibios y algunos invertebrados (Lee, 2000).

El área de distribución conocida para esta especie es amplia, actualmente se distribuye en los estados de Campeche, Chiapas, Jalisco, Nayarit, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora y Yucatán (ver siguiente figura).

Esta especie puede estar amenazada debido a que representa un peligro para la gente dentro de su área de distribución, ya que se trata de una especie venenosa. Además, la constante conversión de los bosques tropicales y subtropicales para fines agrícolas u otras propuestas humanas pone en riesgo la supervivencia de la misma.

Considerando lo anterior, se tiene que el proyecto no representa un riesgo para las poblaciones de esta especie, al ser un proyecto carretero y no de tipo agrícola. Asimismo, el proyecto tendrá una mínima incidencia en cuerpos de agua a donde se asocia la presencia de esta especie.



Fig. IV.73. Distribución de *Agkistrodon bilineatus*.



***Anolis anisolepis*** (Abaniquillo Adornado de Chiapas)

*Anolis anisolepis* es una especie incluida en el grupo Crassulus junto con otras 8 especies (Nicholson 2002) y tan sólo se le ha reportado en las cercanías de San Cristóbal de las Casas (Chiapas), por lo que representa un microendemismo. Uno de los aspectos más relevantes de las especies mexicanas del género *Anolis* es que forman parte de la sección beta de los anolinos, denominada Norops, y aún no es posible reconocerla como género debido a que *Anolis* quedaría como un género parafilético (Nicholson 2002; Poe 2004; Flores-Villela & Canseco-Márquez 2004).

Su distribución se restringe al estado de Chiapas en México (ver siguiente figura). En cuanto a su hábitat, únicamente se reportan ejemplares recolectados sobre y debajo de troncos.

Entre los factores de riesgo a los que esta sujeto esta especie es al nivel de fragmentación y la pérdida de superficie original causados por la tala y las prácticas agrícolas detectadas en el refugio reportado para esta especie, además de la distribución restringida de esta representan los principales factores de riesgo de extinción.

Es importante mencionar que previo a la ejecución de cualquier obra o actividad, se realizaran actividades de rescate y reubicación por lo que el proyecto no considera el poner en riesgo las poblaciones de esta especie.

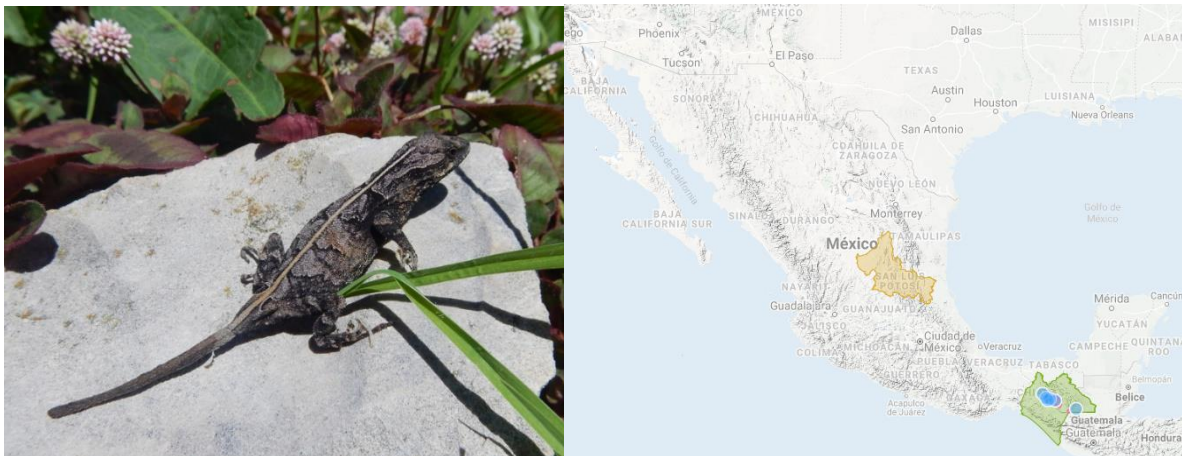


Fig. IV.74. Distribución de *Anolis anisolepis*

***Ctenosaura acanthura*** (Iguana de Cola Espinosa del Noreste)

Esta especie habita en climas calientes y húmedos de los tipos Am (con una corta temporada seca) y Aw (con una larga temporada de secas); en climas secos de los tipos BS (seco estepario) y BW (seco desértico); también puede habitar en climas templados y húmedos de los tipos Cx (con lluvias poco frecuentes pero intensas durante todo el año) y Cs (con la temporada lluviosa en la época lluviosa). Se distribuye en altitudes cercanas al nivel del mar.

Se considera una especie endémica a México, con distribución en la Costa del Golfo de México, del centro de Tamaulipas hacia el Istmo de Tehuantepec. Se pueden mencionar los estados de Sonora, Chihuahua, Tamaulipas, Veracruz, Nayarit, Michoacán, Guerrero, Chiapas, Morelos y Oaxaca (ver siguiente imagen).

Entre sus factores de riesgo se tiene la extensión de zonas hoteleras y asentamientos humanos, así como la explotación de la carne, piel y los huevos de esta especie, sumado a la falta de conocimiento acerca de la biología de esta especie (Garrido-Estrada y Sandoval-Jiménez, 1992).

Considerando lo anterior, se tiene que el proyecto no representa un riesgo para las poblaciones de esta especie, al ser un proyecto de diferente naturaleza al de las principales presiones que sufre la especie.

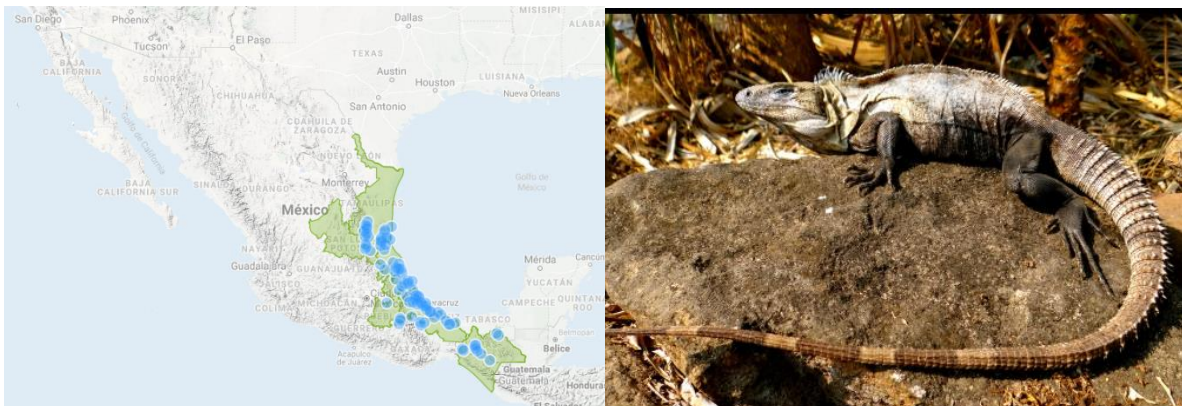


Fig. IV.75. Distribución *Ctenosaura acanthura*

***Leptodeira annulata*** (Culebra Ojo de Gato Bandada)

Las especies de *Leptodeira* habitan en una gran variedad de climas, se pueden localizar en altitudes de 0 - 2000 msnm; *L. annulata* se localiza en áreas como el bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio y en hábitats secos, soportando temperaturas de hasta 40°C en algunas localidades (Duellman, 1958; Johnson, 1989).

Se distribuye actualmente en Chiapas, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz (ver siguiente figura).

Su dieta esta basada en lagartijas y anuros como *Bufo marinus*, *B. Valliceps*, *Leptodactylus melanonotus*, *Hyla robertmertensi*, *H. staufferi*, *Rana pipiens*, *Anolis sp.*, y *Cnemidophorus sacki*.

A pesar de que *Leptodeira annulata* presenta una gran plasticidad en cuanto a su distribución, la principal amenaza para ésta es la destrucción de su hábitat. Considerando lo anterior, se tiene que el proyecto no representa un riesgo para las poblaciones de esta especie, al ser un proyecto que se pretende realizar en una zona previamente afectada por el derecho de via de la carretera existente.

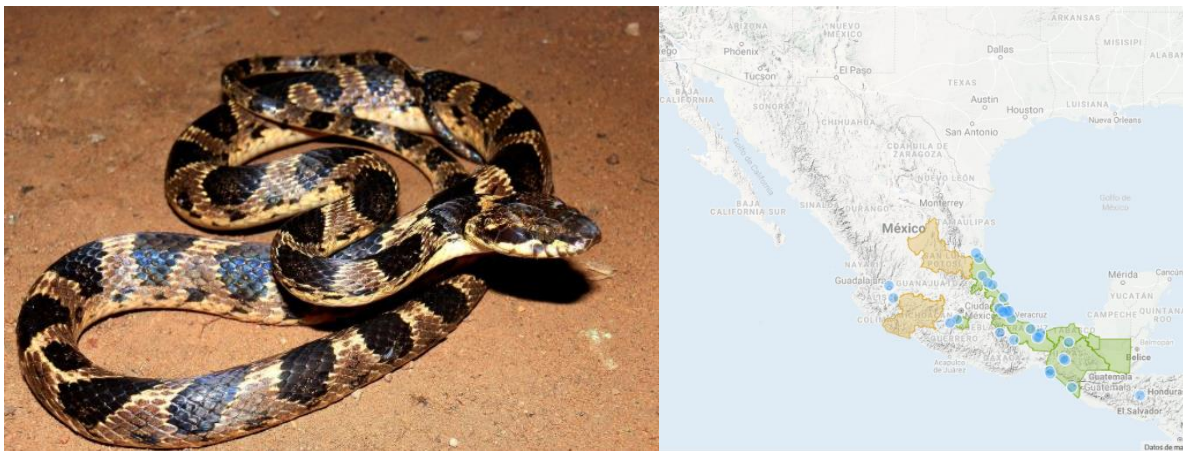


Fig. IV.76. Distribucion de *Leptodeira annulata*.

***Amazona albifrons*** (Loro Frente Blanca)

Esta especie se distribuye desde Nayarit, centro oeste de México, en el sur a lo largo del litoral del Pacífico, sureste Chiapas y suroeste de Guatemala (ver siguiente figura). En el estado de Yucatán es común en las inmediaciones de las zonas arqueológicas de Uxmal y Chichen Itza y también en las áreas protegidas de Ría Lagartos y Celestún.

En el estado de Chiapas se encuentra en las Reservas de la Biósfera de la Encrucijada y la Sepultura.

Tolera ambientes semiabiertos y fragmentados de selvas bajas y medianas así como vegetación secundaria. La especie puede anidar en paisajes fragmentados mientras existan suficientes sitios para anidar en cavidades de carpinteros, especialmente en palmas muertas de *Orbignya guacoyule*. Muestra adaptación a la actividad humana y la fragmentación de selvas, la especie parece estar presente en casi todo el rango histórico de distribución. Sin embargo, ha disminuido marcadamente en paisajes totalmente transformados de la vertiente del Pacífico sur, especialmente en aquellos que presentan alta densidad de rancherías y poblados, debido fundamentalmente a la fuerte presión de captura de pollos para el mercado legal e ilegal de mascotas especialmente en la costa de Guerrero y Oaxaca.

Considerando lo anterior, se tiene que el proyecto no representa un riesgo para las poblaciones de esta especie, desarrollarse en un área previamente modificada por el derecho de vía de la carretera y ser un proyecto de diferente naturaleza al de las principales presiones que sufre la especie.

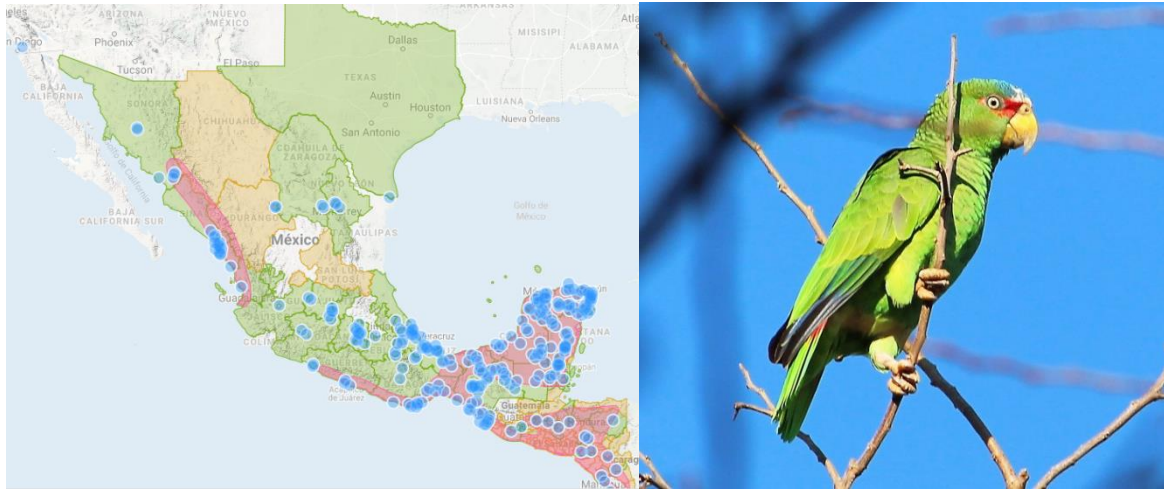


Fig. IV.77. Distribucion de *Amazona albifrons*.

### ***Aspatha gularis* (Momoto Garganta Azul)**

Es una especie endémica de las tierras altas al sur del Istmo y norte de Centro América, indicadora del hábitat de bosque mesófilo de montaña dentro de la región de Tierras altas de las Sierras Madre entre 1600 y 2600 m, por lo tanto su rango es muy restringido (Stotz, 1996). Se encuentra dentro del gradiente de bosque de encino, bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino-liquidámbar.

Pertenece a una comunidad muy fragmentada, de alta diversidad (principalmente en zonas subtropicales) y amenazada sobre todo en las zonas más accesibles. En Chiapas es la única especie de la familia que habita los lugares fríos y con niebla constante (Alvarez del Toro, 1980).

Actualmente reside en las montañas del sureste de Oaxaca (Sierra Madre de Chiapas), Chiapas, Guatemala, el extremo norte de El Salvador y Honduras. (AOU, 1998; Snow, D.W.; 2001) (ver siguiente figura). En México ha sido reportado en las AICAS chiapanecas y probablemente se restrinja a ellas: La Sepultura, Cerro Blanco-La Hierbabuena-Jotolchén, Cordón Jolvit, Cerro Saybal-Cerro Cavahlná, Sierra Chixtontic-Sierra Canjá, El Triunfo, El Tacaná, Lagos de Montebello, Montes Azules.

Son muy sedentarios, como adultos se encuentran apegados a las cavidades (excavando, anidando, descansando en la estación no reproductiva) durante todo el año.

Entre sus principales factores de riesgo esta la fragmentación del hábitat y aislamiento geográfico, deforestación por agricultura e incendios, ganadería, explotación inadecuada de recursos y desarrollo urbano en todas las AICAS donde existe la especie. Como riesgos particulares se encuentran, la cacería (Sierra Chixtontic-Sierra Canjá, Lagos de Montebello y Montes Azules), la introducción de especies exóticas y el turismo (Lagos de Montebello y Montes Azules) la siembra de estupefacientes (El Triunfo) y el desarrollo turístico (Montes Azules) (Arizmendi y Márquez, 2000; González-García y Rangel, 1999; Macías, et al., 1999a-e, Morales, et al., 1999; Tejeda, et al., 1999).

Considerando lo anterior, se tiene que el proyecto no representa un riesgo para las poblaciones de esta especie, al desarrollarse en un area previamente modificada por el derecho de via de la carretera y ser un proyecto de diferente naturaleza al de las principales presiones que sufre la especie

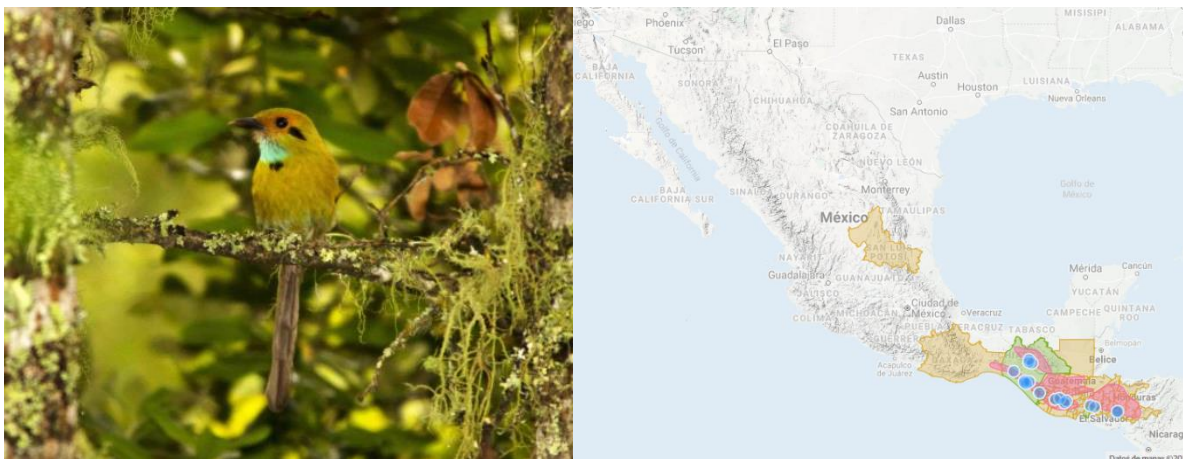


Fig. IV.78. Distribucion de *Aspatha gularis*

### ***Buteogallus anthracinus*** (Aguililla Negra Menor)

A esta especie se le encuentra como residente en tierras bajas, en laderas de colinas desde Sonora, Chihuahua y Tamaulipas, hacia el sur, a través de la costa del Pacifico y del Golfo, hasta Chiapas y la Península de Yucatán (Howell & Web, 1995) (ver siguiente figura).

Generalmente habitan áreas de la tierra baja, con cuerpos de agua cerca. Los hábitats en donde se observó fueron bosque de galería, franja costera y manchas de bosque caducifolio. González (2001), encontró a *B. anthracinus* en bosque ripario, con una categoría de abundancia de accidental y residente. Se encuentra también en Bosque deciduo tropical y selva baja caducifolia (Rzedowski 1994).

Los hábitats riparios son vulnerables, debido a que muchos productos de desecho como insecticidas y químicos tóxicos usados en tierras agrícolas, contaminan el agua cuando son arrastrados, causando daños ecológicos irreparables a la flora y fauna que de éstos hábitats. Estos químicos se concentran cuando pasan a través de las cadenas tróficas, llegando a alcanzar niveles tóxicos en aves depredadoras como la aguililla negra menor; la acumulación de éstos provoca que los cascarones de sus huevos sean más delgados y no tengan éxito. Otro factor de riesgo es la reducción de los hábitats por el cambio de uso de suelo por actividades humanas (Rappole et. al. 1993).

Considerando lo anterior, se tiene que el proyecto no representa un riesgo para las poblaciones de esta especie, al desarrollarse en un area previamente modificada por el derecho de via de la carretera y ser un proyecto de diferente naturaleza al de las principales presiones que sufre la especie

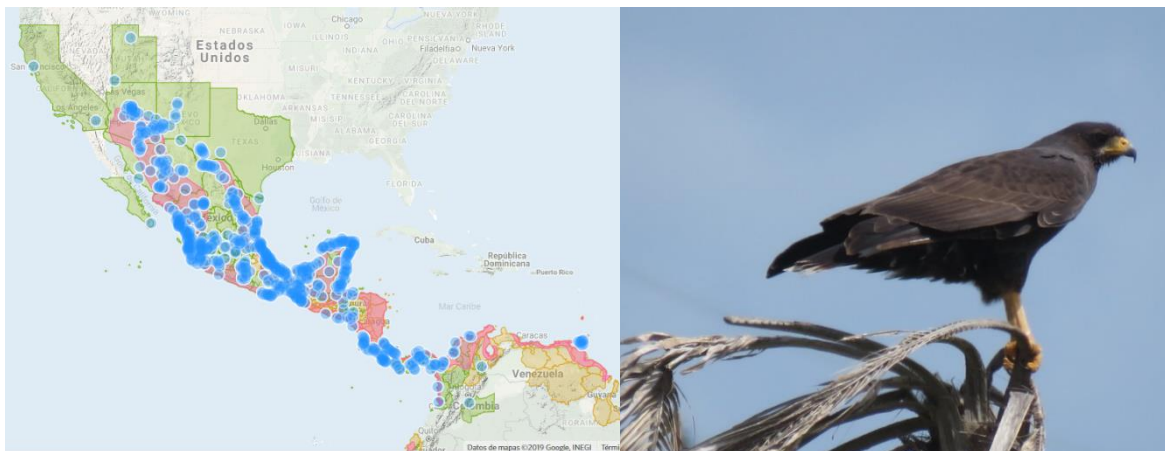


Fig. IV.79. Distribucion de *Buteogallus anthracinus*.

***Eupsittula canicularis*** (Perico Frente Naranja)

Se le encuentra en zonas áridas, bosques semihúmedos y áreas semiabiertas, así como en montañas y lugares cercanos a las costas del océano Pacífico, desde Sinaloa, en el oeste de México, zonas paracentral y costera de El Salvador, hasta el occidente de Costa Rica (ver siguiente figura).

Su población ha decrecido en muchas áreas debido a la persecución para el mercado ilegal de mascotas.

Considerando lo anterior, se tiene que el proyecto no representa un riesgo para las poblaciones de esta especie, al desarrollarse en un area previamente modificada por el derecho de via de la carretera y ser un proyecto de diferente naturaleza al de las principales presiones que sufre la especie

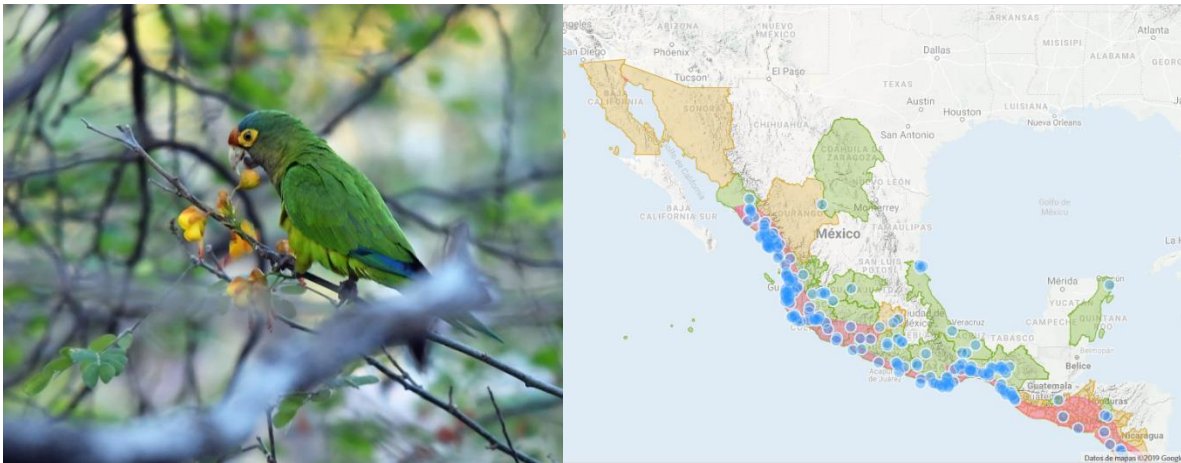


Fig. IV.80. Distribucion de *Eupsittula canicularis*.

***Pteroglossus torquatus*** (Tucancillo Collarejo)

Esta especie se distribuye en los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (ver siguiente figura).



Acorde a la literatura y observaciones, este tucán se ubica en bosques primarios, orillas de bosques primarios, incluso islas o manchones de bosque, áreas abiertas, pastizales, sabanas y arbustos altos en vegetación secundaria, matorrales espesos en áreas húmedas, plantíos de café, fragmentos de selva aislada, selvas medianas y altas perennifolias y akalché (selva baja). Se localiza en climas cálido húmedos y semihúmedos, desde el nivel del mar hasta los 1200m (Peterson y Chalif 1989).

Para su conservación se tiene la creación de Áreas Naturales Protegidas, así como la designación de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

Dentro de las principales amenazas se encuentra la destrucción acelerada de su hábitat, la cacería furtiva, comercio y tráfico ilegal. Debido a la fuerte perturbación a que son sometidas las selvas tropicales por diversos factores (sobreexplotación forestal, cambio de uso de suelo, y asentamientos humanos), los Arasarís de collar se desplazan a otros medios alterados, tanto en áreas abiertas, como de vegetación secundaria, incluso hasta plantaciones de cacao y café .

Considerando lo anterior, se tiene que el proyecto no representa un riesgo para las poblaciones de esta especie, al desarrollarse en un area previamente modificada por el derecho de via de la carretera y ser un proyecto de diferente naturaleza al de las principales presiones que sufre la especie

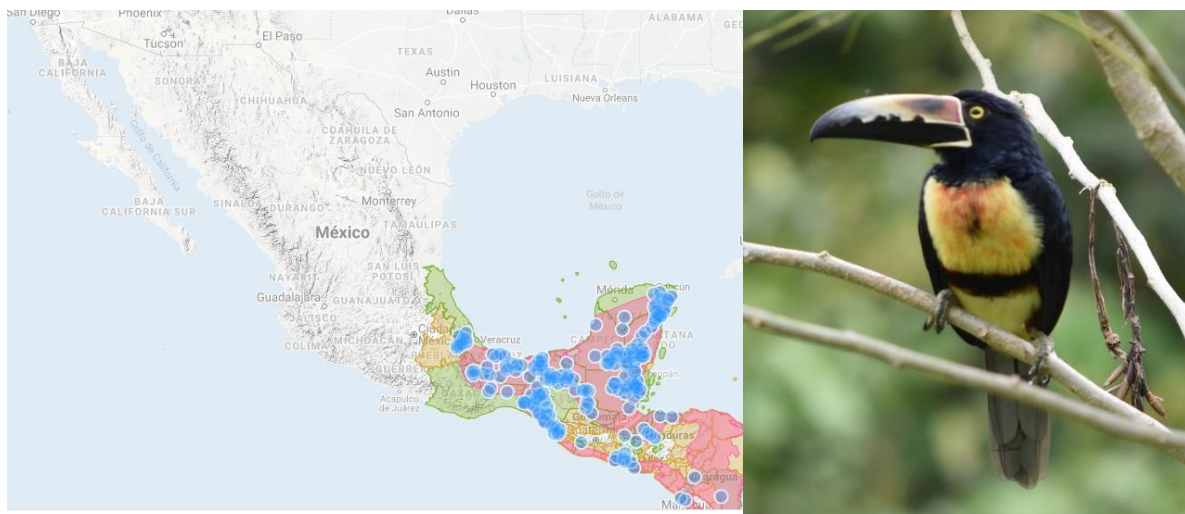


Fig. IV.81. Distribucion de *Pteroglossus torquatus*

***Turdus rufitorques*** (Mirlo Cuello Canela)

Esta especie habita en bosques de montaña perennifolios, de pino o pino-encino densos o abiertos, ocotales y bosques secundarios. Ciudades, prados, ranchos, a los lado de arroyos; en invierno en árboles con bayas, acahuals con árboles dispersos. En general se encuentran en donde los árboles dominantes son pinos, cipreses, encinos y otros árboles de hojas anchas; es más común en parches abiertos de árboles, bordes de bosques y claros con árboles aislados que en el interior de bosques (Edwards 1998, Howell y Webb 1995, Álvarez del Toro 1971, Skutch 1960, Miller et al. 1957). Es una especie tolerante al frío y puede encontrarse a más de 3000 msnm en las áreas aledañas a volcanes (Guatemala) (Stotz et al. 1996).

Se considera como especie endémica, residente en el interior de la vertiente del Pacífico de las montañas de Chiapas, Guatemala, El Salvador y posiblemente como vagabundo en el oeste y centro de Honduras (ver siguiente imagen).

En Chiapas se encuentra en la Altiplanicie y en la Sierra Madre. No hay estudios recientes enfocados a esta especie. Se encuentra en la Reserva de la Biósfera de El Triunfo.

El área de distribución de esta especie es pequeña por lo que para su conservación es necesario mantener la mayor cantidad de hábitat adecuado en Chiapas. Algunas reservas como la reserva de la Biosfera El Triunfo contiene poblaciones de esta especie. También puede encontrarse en algunas AICAS como las Montañas del Norte de Chiapas y El Ocote.

Entre lo factores de riesgo se tiene es la reducción del hábitat como consecuencia de las actividades forestales, agrícolas y expansión de asentamientos humanos, por lo que la pérdida de hábitat es un riesgo para esta especie.

Considerando lo anterior, se tiene que el proyecto no representa un riesgo para las poblaciones de esta especie, al desarrollarse en un area previamente modificada por el

derecho de vía de la carretera y ser un proyecto de diferente naturaleza al de las principales presiones que sufre la especie.

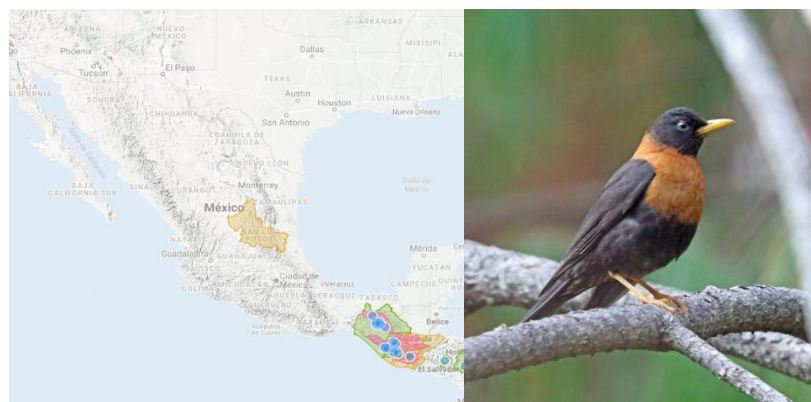


Fig. IV.82. Distribucion de *Turdus rufitorque*.

#### IV.9.4. Metodología empleada para el Area del proyecto

Se establecieron 20 transectos lineales de longitud variable para el monitoreo de fauna silvestre en la superficie del predio con el fin de obtener una estimación y poder realizar una comparación con los resultados obtenidos en la microcuencia. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas UTM Datum WGS84 de dichos transectos (ver mapa de ubicación en el anexo Analisis de Fauna).

Tabla IV. 100. Coordenadas UTM (Datum WGS84) de los transectos de muestreo establecidos para inferir la composición de especies de fauna en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo.

CUS			
Transectos		X	Y
1	Inicio	503842.64	1850851.39
	Final	503743.38	1850876.03
2	Inicio	504027.28	1850808.35
		504073.24	1850795.07
3	Final	504094.80	1850787.84
	Inicio	504770.11	1850593.24
4		504800.29	1850581.47
	Final	504829.50	1850569.25
5	Inicio	505329.01	1850348.10
	Final	505471.35	1850317.84
6	Inicio	506216.59	1849941.60
		506164.28	1849964.15
	Final	506082.66	1850010.39

CUS			
Transectos		X	Y
6	Inicio	506362.33	1849882.56
	Final	506496.68	1849828.59
7	Inicio	507404.27	1849125.11
	Final	507302.74	1849237.15
8	Inicio	508932.18	1848408.06
	Final	509015.70	1848280.76
9	Inicio	521120.10	1845435.41
		521174.37	1845405.84
	Final	521217.34	1845379.89
10	Final	521255.07	1845359.95
	Inicio	511616.77	1846936.50
		511593.22	1846929.09
	Final	511565.44	1846921.95

CUS			
Transectos		X	Y
11	Inicio	524315.80	1845762.18
		524372.86	1845727.69
		524394.96	1845713.07
	Final	524433.06	1845695.08
12	Inicio	526589.84	1845225.42
	Final	526636.83	1845240.66
13	Inicio	528909.62	1845219.06
		528852.65	1845201.77
		528816.42	1845186.10
	Final	528772.39	1845159.22
14	Inicio	534011.20	1848260.04
	Final	533867.09	1848214.95
15	Inicio	534300.24	1848344.57
	Final	534172.21	1848305.27
16	Inicio	534549.25	1848554.77
	Final	534596.87	1848641.55
17	Inicio	535516.65	1848567.45
		535467.92	1848569.90
	Final	535409.66	1848582.12
18	Inicio	535695.55	1848564.11
	Final	535845.56	1848542.06
19	Inicio	536140.47	1848409.85
	Final	536024.10	1848478.32
20	Inicio	536629.79	1848371.87
	Final	536603.87	1848344.99

#### IV.9.5. Resultados de trabajo de campo en el area del proyecto.

Para el caso de la superficie del CUS, se registraron 58 especies de fauna silvestre repartidos por clase de la siguiente manera: 10 reptiles, 4 mamíferos y 44 aves (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 101. Resumen del número de especies identificadas en los muestreos en el CUS.

Clase	Núm. de Especies	Porcentaje
Reptiles	10	17
Mamíferos	4	7
Aves	44	76
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>100</b>

Mediante la siguiente grafica se muestra la distribución por clase conforme a los trabajos de campo dentro del area del proyecto.

#### Porcentaje por Clase de Fauna Silvestre

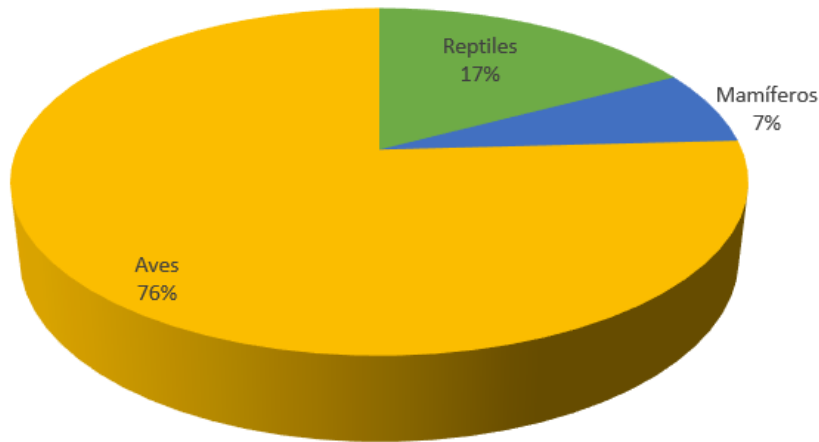


Fig. IV.1. Porcentaje de especies identificadas en los muestreos realizados por clase animal para el CUS.

##### IV.9.5.1 Abundancia relativa.

**Reptiles.** En cuanto a la abundancia de las especies registradas para esta clase, se hace mención que fueron obtenidos un total de 18 registros para 10 especies, donde *Sceloporus variabilis* fue la especie mejor representada con 4 registros.

**Mamíferos.** Los mamíferos tuvieron 7 registros en 4 especies, donde la especie mejor representada fue *Sciurus aureogaster* con 4 registros.

**Aves.** La clae de aves estuvo representada por un total de 126 avistamientos en 44 especies. La especie más abundante es *Hirundo rustica* con 12 individuos.

A continuación, se presentan los resultados de los muestreos obtenidos para el area del proyecto para cada uno de los grupos, reptiles, mamíferos y aves. En dichas tablas se presenta el nombre científico, nombre común, número de individuos, densidad relativa e índice de biodiversidad (Shannon, equidad y diversidad máxima).

## IV.9.5.2 Índices de diversidad.

Tabla IV. 102. Especies identificadas en el CUS, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Reptiles).

REPTILES								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Anolis anisolepis</i>	Abaniquillo adornado de Chiapas	3	16.67	0.17	-1.79	-0.30	0.30	0.13
<i>Anolis sericeus</i>	Abaniquillo sedoso	1	5.56	0.06	-2.89	-0.16	0.16	0.07
<i>Anolis unilobatus</i>	Añolis de bosque de niebla	2	11.11	0.11	-2.20	-0.24	0.24	0.11
<i>Aspidoscelis motaguae</i>	Huico gigante	2	11.11	0.11	-2.20	-0.24	0.24	0.11
<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana de cola espinosa del noreste	1	5.56	0.06	-2.89	-0.16	0.16	0.07
<i>Leptodeira annulata</i>	Culebra ojo de gato bandada	1	5.56	0.06	-2.89	-0.16	0.16	0.07
<i>Sceloporus carinatus</i>	Lagartija espinosa chiapaneca	1	5.56	0.06	-2.89	-0.16	0.16	0.07
<i>Sceloporus taeniocnemis</i>	Lagartija espinosa esmeralda chiapaneca	2	11.11	0.11	-2.20	-0.24	0.24	0.11
<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado	4	22.22	0.22	-1.50	-0.33	0.33	0.15
<i>Thamnophis fulvus</i>	Culebra listonada amarillenta	1	5.56	0.06	-2.89	-0.16	0.16	0.07
<b>Total</b>		<b>18</b>	<b>100</b>	<b>1.00</b>	<b>-24.34</b>	<b>-2.17</b>	<b>2.17</b>	<b>0.94</b>
<b>Riqueza</b>		<b>10</b>				<b>2.30</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Tabla IV. 103. Especies identificadas en el CUS, número de individuos, densidad relativa e Índice de Shannon-Wiener (Mamíferos).

MAMÍFEROS								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache sureño	2	28.57	0.29	-1.25	-0.36	0.36	0.26
<i>Nasua narica</i>	Coatí	1	14.29	0.14	-1.95	-0.28	0.28	0.20
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	3	42.86	0.43	-0.85	-0.36	0.36	0.26
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	1	14.29	0.14	-1.95	-0.28	0.28	0.20
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>100</b>	<b>1.00</b>	<b>-5.99</b>	<b>-1.28</b>	<b>1.28</b>	<b>0.92</b>
<b>Riqueza</b>		<b>4</b>				<b>1.39</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Tabla IV. 104. Especies identificadas en el CUS, número de individuos, densidad relativa, e Índice de Shannon-Wiener (Aves).

AVES								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	9	7.14	0.07	-2.64	-0.19	0.19	0.05
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Aspatha gularis</i>	Momoto garganta azul	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	3	2.38	0.02	-3.74	-0.09	0.09	0.02
<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01
<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Matraca tropical	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	7	5.56	0.06	-2.89	-0.16	0.16	0.04
<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola canela	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01
<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared barranqueño	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	3	2.38	0.02	-3.74	-0.09	0.09	0.02
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	4	3.17	0.03	-3.45	-0.11	0.11	0.03
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara copetona	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Empidonax flaviventris</i>	Papamoscas vientre amarillo	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01
<i>Falco rufigularis</i>	Halcón murcielaguero	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	3	2.38	0.02	-3.74	-0.09	0.09	0.02
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	6	4.76	0.05	-3.04	-0.14	0.14	0.04
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	12	9.52	0.10	-2.35	-0.22	0.22	0.06
<i>Icterus wagleri</i>	Calandria de Wagler	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01



AVES								
Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	Pi	LN	(Pi) (LN Pi)	Shannon	Equitatividad (J)
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	3	2.38	0.02	-3.74	-0.09	0.09	0.02
<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito alas negras	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Chipe cejas blancas	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01
<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	4	3.17	0.03	-3.45	-0.11	0.11	0.03
<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01
<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe de Townsend	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	1	0.79	0.01	-4.84	-0.04	0.04	0.01
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	11	8.73	0.09	-2.44	-0.21	0.21	0.06
<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared común	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Turdus rufitorques</i>	Mirlo cuello canela	3	2.38	0.02	-3.74	-0.09	0.09	0.02
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	2	1.59	0.02	-4.14	-0.07	0.07	0.02
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	7	5.56	0.06	-2.89	-0.16	0.16	0.04
<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión chingolo	3	2.38	0.02	-3.74	-0.09	0.09	0.02
	<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>100</b>	1.00	-178.19	-3.49	<b>3.49</b>	<b>0.92</b>
	<b>Riqueza</b>	<b>44</b>				<b>3.78</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Considerando que el índice de Shannon tiene como valores de referencia a 5 para alta diversidad y 1 para baja diversidad. De esta manera, con los resultados obtenidos, se observa que el grupo de las aves que se encuentra en una **diversidad alta**, para el grupo de los reptiles este se encuentra en una **diversidad media** y el grupo de los mamíferos se encuentra en **diversidad baja**.

**Memoria de cálculo.** Se adjuntan como parte integrante del anexo Analisis de Fauna los archivos de Excel que incluyen las memorias de cálculo de los parámetros ecológicos calculados, los índices de diversidad, fauna potencial y otras características para la fauna correspondiente al area del proyecto (archivo digital).

#### IV.9.5.3 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Cabe mencionar, que de las 58 especies de fauna registradas en la superficie del area del proyecto, 5 de ellas se encuentra listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de protección (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 105. Endemismo de las especies de fauna silvestre en la norma oficial que fueron registradas en la superficie de la SAR.

Clase	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Reptiles	<i>Anolis anisolepis</i>	Abaniquillo adornado de Chiapas	<b>Sujeta a protección especial</b>
Reptiles	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana de cola espinosa del noreste	<b>Sujeta a protección especial</b>
Reptiles	<i>Leptodeira annulata</i>	Culebra ojo de gato bandada	<b>Sujeta a protección especial</b>
Aves	<i>Aspatha gularis</i>	Momoto garganta azul	<b>En Peligro de Extinción</b>
Aves	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	<b>Sujeta a Protección Especial</b>

Es importante mencionar, que de las especies registradas en el area del proyecto bajo alguna categoria de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, todas se encuentran con distribución y registro dentro del SAR. En este sentido, su presencia no se restringe al area del proyecto. Siendo asi, se tiene que su descripción se presento en apartados anteriores.

Mediante la siguiente grafica, se muestran el concentrado de los resultados obtenidos para el area del proyecto.

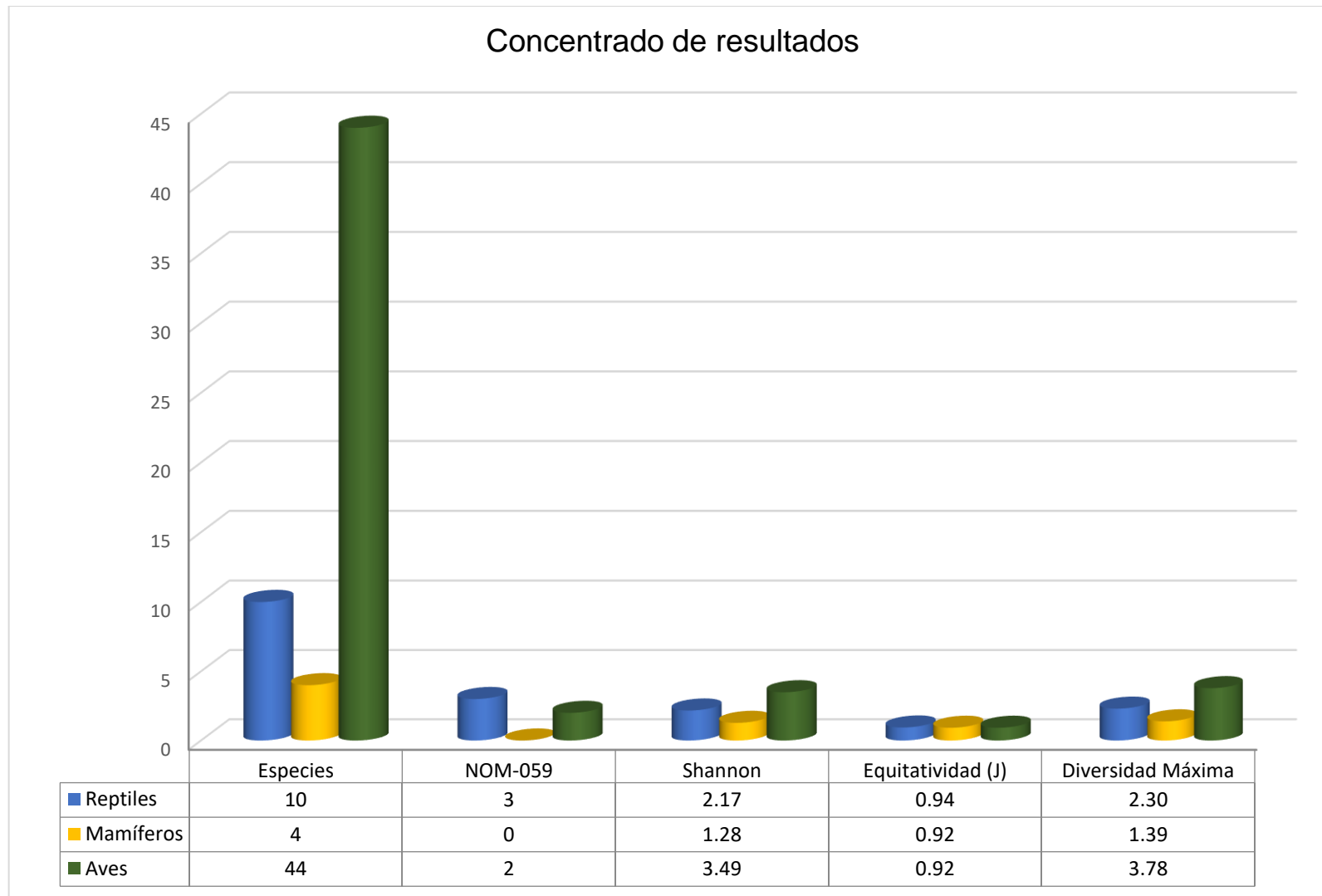


Fig. 1.99. Concentrado de Resultados de los muestreos realizados para la fauna en el CUS

#### IV.10. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define los servicios ambientales como aquellos 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 los 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 otros.

Los servicios ambientales que proveen los ecosistemas se pueden dividir en tres grandes categorías:

Los **servicios derivados de la provisión de bienes**: como alimentos, medicinas, fibras, leña, semillas, entre otros.

Los **servicios ligados a la regulación del medio ambiente**: la provisión de agua, calidad del aire, control de la erosión del suelo, conservación de plantas y animales, banco genético y como soporte esencial en la mitigación de riesgos naturales.

Los servicios que tienen que ver con su **valoración por razones culturales, religiosas** y como espacios importantes para la recreación.

Por otro lado, MEA (2005) identifica cuatro categorías de servicios ambientales:

- **Servicios ambientales de soporte**: Que son aquellos necesarios para la producción de los demás bienes ambientales (base para la producción de las tres categorías restantes). Sus beneficios se reciben de manera indirecta y a través de períodos muy largos de tiempo, incluyendo entre estos la formación del suelo, los ciclos biogeoquímicos, el ciclo hidrológico y la producción primaria de los ecosistemas.
- **Servicios ambientales de regulación**: Que son aquellos beneficios obtenidos a partir de la regulación de los procesos de los ecosistemas (procesos ecológicos que regulan el estado de la biósfera local, regional y aún, global), incluyendo la regulación climática, la regulación de la infiltración del agua a los mantos acuíferos, la regulación de la

calidad del aire y del agua, la regulación de las tasas de erosión, el amortiguamiento de los riesgos naturales, la regulación de la productividad de los ecosistemas y el control de enfermedades.

- **Servicios ambientales de suministro:** Que son aquellas que generan bienes, productos y recursos materiales obtenidos a partir de los ecosistemas, tales como alimento, combustible, fibras y pieles, plantas y compuestos medicinales, recursos genéticos, materiales para la construcción, recursos ornamentales y el agua, entre otros.
- **Servicios ambientales culturales:** Que son aquellos múltiples beneficios no materiales derivados de los ecosistemas, como por ejemplo los de valor cultural, espiritual o religioso, los de valor estético y de inspiración, los de valor educativo y científico y el ecoturismo, etc.

#### IV.10.1. Importancia de los servicios ambientales que presta la superficie del predio.

La diversidad de los recursos forestales de México es efecto y causa de la variabilidad ambiental y biológica que presenta el país. Existen selvas bajas en el trópico seco, selvas altas en las zonas tropicales, bosques templados y de clima frío en la parte alta de las montañas, entre otras comunidades vegetales que, además de su importancia económica se constituyen como ecosistemas que desempeñan funciones ambientales de muy diversa índole, contribuyendo a la estabilidad general del ambiente al preservar tanto el suelo como la humedad a nivel local y regional, con efecto tanto en la supervivencia de las especies así como en la calidad de vida de las poblaciones humanas.

En este sentido, los tipos de vegetación presentes en la superficie de afectación (Selva Baja Caducifolia, Bosque Pino-Encino y Bosque Encino-Pino) proporciona una serie de servicios ambientales que representan importantes activos y beneficios para la unidad hidrológica en la que se encuentra enclavada la superficie de afectación (ver siguiente tabla), entre los cuales podemos mencionar los siguientes en relación a los servicios referidos por el Artículo 7 de la LGDFS: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de los 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; etc.

Tabla IV. 106. Servicios ambientales que presta la vegetación presente en la superficie del predio.

Servicio Ambiental	SBC, BPQ, BQP
Captura de agua.	X
Conservación de la calidad del agua.	X
Captura de carbono.	X
Sumidero de carbono.	X
Conservación física del suelo.	X
Conservación de la biodiversidad.	X
Medio para ecoturismo.	X
Amortiguamiento de eventos hidrometeorológicos.	X
Protección de riveras.	X
Conservación del acervo genético.	X
Belleza paisajística.	X
Conservación de la fertilidad del suelo.	X
Formación y recuperación de suelos.	X
Filtración de los contaminantes del aire, suelo y agua.	X
Regulación del clima.	X
Mantenimiento de los ciclos minerales, de gases y del agua.	X
Provisión de hábitat para especies silvestres de valor comercial y ecológico.	X

#### IV.10.2. Servicios ambientales que se presume afectar por el cambio de uso de suelo propuesto.

El cambio de uso de suelo propuesto representa una afectación parcial de los servicios ambientales que presta la vegetación que sustenta la superficie propuesta para desarrollar el proyecto (de manera más específica, los referentes a la protección de la biodiversidad, la protección de los suelos, la captación de agua de lluvia y la pérdida de paisaje en términos de superficie forestal); sin embargo, se aplicarán una serie de medidas preventivas y de mitigación encaminadas a contrarrestar el efecto de los impactos ambientales que serán generados durante las actividades de preparación del sitio y construcción, enfocados en la protección de las especies de flora y fauna silvestre que fueron registradas en el área de estudio, así como aquellas listadas en alguna categoría de riesgo por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) que se pudieran presentar en el lugar, incluyendo además las medidas necesarias para garantizar que no se provocará la erosión de los suelos ni la disminución de la tasa de infiltración calculada para la superficie donde se proyecta remover la vegetación.

#### **IV.10.2.1 Pérdida de la biodiversidad.**

Durante la caracterización biótica realizada en la superficie de afectación, para el selva baja caducifolia se lograron identificar 54 especies de flora que se constituyen como elementos comunes de los diferentes estratos, de las cuales una se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Astronium graveolens* (A); para el Bosque Pino-Encino se lograron identificar 38 especies de flora, de las cuales una especie se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Callitropsis lusitánica* (Pr); del mismo modo para el Bosque Encino-Pino se identificaron 22 especies de las cuales ninguna se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; las cuales serán incluidas en el programa de rescate y reubicación, motivo por lo cual será necesaria la aplicación de medidas específicas de protección para asegurar su conservación, así como su adaptación al nuevo hábitat.

Por otra parte, para el caso de las metodologías aplicadas para determinar la composición de especies de fauna silvestre, se lograron identificar 58 especies en la superficie de afectación (tres reptiles, cuatro mamíferos y 44 aves), todas representadas en el muestreo realizado en el SAR, en la cual se registraron 53 aves, seis mamíferos y 15 reptiles, por lo que será requerido igualmente la adopción de medidas específicas para su protección, lo cual será cumplido a través del desarrollo de un programa integral de manejo de fauna silvestre, independientemente de la inclusión o no de las especies registradas en la norma oficial.

En este sentido, con la remoción de la cubierta vegetal durante la etapa de preparación del sitio, se irá perdiendo la biodiversidad que sustentan los ecosistemas de selva baja caducifolia, bosque pino-encino y bosque encino-pino en la superficie de afectación, impactando las poblaciones de flora en términos de diversidad local (diversidad alfa), sin que ello represente efectos negativos en sus poblaciones en el SAR, por lo que se mantendrá la diversidad beta y gama del tipo de vegetación que se encuentra sujeto a afectación. Para el caso de la fauna silvestre, se prohibirá adicionalmente la caza y apropiación de especies al personal que labore en el desarrollo de la obra, mismo que recibirá capacitación al respecto mediante la implementación de un programa de educación ambiental.

#### **IV.10.2.2 Protección de los suelos.**

Durante las primeras etapas de ejecución del proyecto se realizarán prácticas de despalme y movimientos de suelo que podrán generar eventos de erosión, por lo que con la finalidad de aminorar dicho impacto, se adoptarán las medidas necesarias para minimizar la generación

de polvos suspendidos (riego de las superficies de afectación con agua no potable), aún y cuando dichas partículas pudieran adherirse a la cubierta vegetal existente en las zonas inmediatas al sitio de construcción. De manera adicional al establecimiento de los supresores de polvo, se sembrarán pastos al voleo para recubrimiento del suelo como medida que será establecida para garantizar que no se provocará una mayor erosión que la que actualmente se presenta en el área donde será realizada la remoción de la vegetación, de acuerdo a la tasa calculada en el modelo de erosión (ver anexo Modelos de Erosion).

#### **IV.10.2.3 Captación de agua de lluvia.**

Tal como se hizo mención anteriormente, la materia orgánica del suelo es importante para la retención de humedad, por lo que los cambios en esta capa pueden afectar la vitalidad de los ecosistemas forestales a través de la disminución de la capacidad de regeneración de los árboles, menores tasas de crecimiento y cambios en la composición de especies. En este sentido, con la finalidad de mitigar el efecto causado por la remoción de la vegetación en el área propuesta de afectación, se llevara a cabo el mejoramiento de suelo para promover la revegetación.

#### **IV.10.2.4 Pérdida de paisaje.**

Con el avance de los trabajos que contemplan las etapas de preparación del sitio y construcción se irá retirando la cubierta vegetal nativa, afectando las cualidades estético-paisajísticas actuales del predio, por lo que en este sentido, con la finalidad de amortiguar los efectos en el medio perceptual, se prohibirá la acumulación permanente de tierra u otros materiales que pudieran provocar una pérdida adicional en los valores estéticos y paisajísticos del SAR.

#### **IV.10.2.5 Captura de carbono.**

**Ingresos por fijación de carbono.** La importancia de la captura de carbono como un servicio ecológico, radica en el hecho de que la función de atrapar carbono que realizan las especies vegetales y demás organismos fotosintéticos es fundamental para atenuar el efecto invernadero, causada por el aporte de gases de invernadero derivados principalmente del uso de combustibles fósiles para las actividades industriales y funcionamiento de vehículos automotores.



Por otra parte, se señala que el desconocimiento de los servicios ambientales que presta la vegetación es evidente, por lo que la estimación de sus volúmenes maderables, biomasa y tasa de crecimiento son claves para entender los bienes y servicios que presta este tipo de comunidad vegetal (en los últimos 20 años, los procesos de cambio de uso de suelo como segunda fuente por actividades humanas, han incrementado en un 25% del total las emisiones de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera).

El almacenamiento y la fijación de carbono es uno de los servicios ambientales de los ecosistemas más importantes; la fijación se genera en el proceso de la fotosíntesis realizado por hojas y otras partes verdes de las plantas, que capturan CO<sub>2</sub> atmosférico para producir carbohidratos, se libere O<sub>2</sub> y utilizar el carbono para formar la biomasa de la planta. En este sentido los ecosistemas, plantaciones forestales y cualquier área en la que exista un crecimiento de la cobertura vegetal pueden cumplir el papel de sumideros de carbono.

Mediante la siguiente tabla se muestran los valores de captura de carbono por tipo de vegetación sujeta a afectación por la ejecución del proyecto.

Tabla IV. 107. Cálculo de carbono capturado.

Tipo de vegetación	Volumen total (m <sup>3</sup> rta)	Factor de densidad	Factor CO <sup>2</sup>	Captura CO <sup>2</sup> (t)
Selva Baja Caducifolia	1.0416	0.60	0.45	0.281
Bosque Pino-Encino	1.6244			0.439
Bosque Encino-Pino	0.0118			0.003
<b>TOTAL</b>				<b>0.723</b>

Debido a que se cuenta con poca información para estimar la captura de carbono por año, el resultado total (0.723 t.), es la cantidad de carbono que se ha almacenado en la vegetación que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo. Considerando que las 10.9257 hectáreas son activas en la captura de carbono con un precio internacional de 10 dls/tonelada (J.Bautista-Hernandez, J. A. Torres-Perez, 2003), se tiene un ingreso de \$137.37 pesos mexicanos, usando una tasa de cambio de 19.00 pesos en promedio (Banxico, octubre 2017). De acuerdo a la superficie forestal a afectar por el cambio de uso de suelo para el presente proyecto, se eliminarían 0.723 t. de Carbono que están secuestradas en la vegetación a remover (2.6778 m<sup>3</sup>rta) con un costo de \$ 137.37 por año.

### IV.10.3. Grado de afectación de los servicios ambientales por el cambio de uso de suelo propuesto.

#### IV.10.3.1 Pérdida de la biodiversidad.

Una vez realizado el análisis comparativo entre la flora vascular registrada en los sitios establecidos en la superficie de cambio de uso de suelo con respecto a los resultados obtenidos en el muestreo realizado en el interior de la cuenca hidrológica forestal (ver siguientes tablas), se señala que el número de especies vegetales no presenta diferencias significativas en el área sujeta a afectación en comparación con el listado obtenido para el área de influencia.

Tabla IV. 108. Comparativa de la flora vascular registrada en la cuenca hidrológica forestal y en el interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo para Selva Baja Caducifolia.

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	CHF
1	Aguacatillo	<i>Licaria sp</i>	No listado	Arbóreo		X
2	Algodón silvestre	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	No listado	Arbóreo	X	
3	Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	Amenazada	Arbóreo	X	X
4	Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	No listado	Arbóreo	X	X
5	Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	No listado	Arbóreo	X	X
6	Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	No listado	Arbóreo	X	X
7	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	No listado	Arbóreo	X	X
8	Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	No listado	Arbóreo	X	X
9	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	No listado	Arbóreo	X	X
10	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	No listado	Arbóreo	X	X
11	Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	No listado	Arbóreo	X	X
12	Colorín	<i>Erythrina goldmanii</i>	No listado	Arbóreo	X	
13	Copal	<i>Bursera excelsa</i>	No listado	Arbóreo	X	X
14	Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	No listado	Arbóreo	X	X
15	Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	No listado	Arbóreo	X	X
16	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	No listado	Arbóreo	X	
17	Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	No listado	Arbóreo		X
18	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	No listado	Arbóreo	X	X
19	Jonote	<i>Trema micrantha</i>	No listado	Arbóreo	X	X
20	Jonote blanco	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	No listado	Arbóreo	X	
21	Chicalote de árbol	<i>Bocconia arborea</i>	No listado	Arbóreo		X
22	Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	No listado	Arbóreo	X	X
23	Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	No listado	Arbóreo	X	X
24	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	No listado	Arbóreo	X	X
25	Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	No listado	Arbóreo	X	X
26	Flor de paloma	<i>Bourreria huanita</i>	No listado	Arbóreo		X
27	Hincha huevos	<i>Comocladia guatemalensis</i>	No listado	Arbóreo		X
28	Huevo de toro	<i>Thevetia ovata</i>	No listado	Arbóreo		X
29	Manzana de burro	<i>Olmediella betschleriana</i>	No listado	Arbóreo		X
30	Mata buey	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	No listado	Arbóreo		X
31	Palo de sol	<i>Gliricidia sepium</i>	No listado	Arbóreo		X
32	Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	No listado	Arbóreo		X
33	Árbol amargo	<i>Garrya laurifolia</i>	No listado	Arbustivo		X
34	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	No listado	Arbustivo		X
35	Ciruelillo	<i>Ximenia americana</i>	No listado	Arbustivo		X
36	Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	No listado	Arbustivo	X	X
37	Contrahierba macho	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i>	No listado	Arbustivo		X
38	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	No listado	Arbustivo	X	
39	Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	No listado	Arbustivo	X	X

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	CHF
40	Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	No listado	Arbustivo	X	X
41	Crucesillo	<i>Pisonia aculeata</i>	No listado	Arbustivo		X
42	Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	No listado	Arbustivo	X	X
43	Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	No listado	Arbustivo	X	X
44	Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	No listado	Arbustivo		X
45	Cielitos	<i>Ageratum corymbosum</i>	No listado	Arbustivo	X	
46	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	No listado	Arbustivo		X
47	Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	No listado	Arbustivo	X	X
48	Granadillo	<i>Xylosma flexuosa</i>	No listado	Arbustivo		X
49	Granjeno	<i>Maesa perlaria</i>	No listado	Arbustivo		X
50	Coralillo	<i>Hamelia patens</i>	No listado	Arbustivo	X	
51	Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	No listado	Arbustivo	X	X
52	Escoba	<i>Sida acuta</i>	No listado	Arbustivo	X	X
53	Hierba dulce	<i>Lippia umbellata</i>	No listado	Arbustivo		X
54	Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>	No listado	Arbustivo	X	
55	Itamo real	<i>Smilax moranensis</i>	No listado	Arbustivo		X
56	Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	No listado	Arbustivo	X	X
57	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	No listado	Arbustivo	X	X
58	Mala mujer	<i>Cnidocolus multilobus</i>	No listado	Arbustivo	X	X
59	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	No listado	Arbustivo	X	X
60	Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	No listado	Arbustivo	X	X
61	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	No listado	Arbustivo	X	X
62	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	No listado	Arbustivo	X	X
63	Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	No listado	Arbustivo		X
64	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	No listado	Arbustivo		X
65	Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	No listado	Arbustivo		X
66	Torito	<i>Stemmadenia obovata</i>	No listado	Arbustivo		X
67	Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	No listado	Bromelias	X	X
68	Órgano alado de Chiapas	<i>Acanthocereus chiapensis</i>	No listado	Cactáceas		X
69	Lirio de arroyo	<i>Hedychium coronarium</i>	No listado	Herbáceo		X
70	Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	No listado	Herbáceo	X	
71	Orquídea monja africana	<i>Oeceoclades maculata</i>	No listado	Herbáceo		X
72	Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	No listado	Herbáceo	X	X
73	Chapiz	<i>Syngonium podophyllum</i>	No listado	Herbáceo	X	
74	Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	No listado	Herbáceo	X	X
75	Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado	Herbáceo	X	X
76	Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	No listado	Herbáceo	X	X
77	Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado	Herbáceo	X	X
78	Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	No listado	Herbáceo	X	X
79	Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	No listado	Herbáceo	X	X
80	Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	No listado	Herbáceo	X	
81	Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	No listado	Pasto		X
82	Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	No listado	Pasto	X	X
83	Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	No listado	Pasto	X	X

Tabla IV. 109. Comparativa de la flora vascular registrada en la cuenca hidrológica forestal y en el interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo para Bosque Pino-Encino.

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	CHF
1	Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	No listado	Arbóreo	X	X
2	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	No listado	Arbóreo	X	X
3	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	No listado	Arbóreo		X
4	Capulin	<i>Prunus serotina</i>	No listado	Arbóreo	X	X
5	Capulin de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	No listado	Arbóreo		X
6	Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	Sujeta a Protección Especial	Arbóreo	X	X
7	Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	No listado	Arbóreo	X	
8	Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	No listado	Arbóreo		X
9	Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	No listado	Arbóreo		X

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	CHF
10	Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	No listado	Arbóreo		X
11	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	No listado	Arbóreo	X	
12	Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	No listado	Arbóreo		X
13	Jonote	<i>Trema micrantha</i>	No listado	Arbóreo		X
14	Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	Amenazada	Arbóreo		X
15	Macuilillo	<i>Oreopanax xalapensis</i>	No listado	Arbóreo		X
16	Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	No listado	Arbóreo		X
17	Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	No listado	Arbóreo	X	X
18	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	No listado	Arbóreo		X
19	Pino chino	<i>Pinus oocarpa</i>	No listado	Arbóreo		X
20	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	No listado	Arbóreo	X	X
21	Taray	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	No listado	Arbóreo		X
22	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	No listado	Arbóreo	X	X
23	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	No listado	Arbóreo	X	X
24	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	No listado	Arbustivo	X	X
25	Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	No listado	Arbustivo		X
26	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	No listado	Arbustivo	X	X
27	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	No listado	Arbustivo	X	X
28	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	No listado	Arbustivo	X	X
29	Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	No listado	Arbustivo	X	
30	Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	No listado	Arbustivo		X
31	Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	No listado	Arbustivo	X	X
32	Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	No listado	Arbustivo		X
33	Cruceto	<i>Randia chiapensis</i>	No listado	Arbustivo		X
34	Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	No listado	Arbustivo	X	
35	Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	No listado	Arbustivo	X	X
36	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	No listado	Arbustivo	X	X
37	Flores	<i>Stevia sp</i>	No listado	Arbustivo	X	
38	Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	No listado	Arbustivo	X	X
39	Guajillo	<i>Senegalia angustissima</i>	No listado	Arbustivo		X
40	Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	No listado	Arbustivo	X	X
41	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	No listado	Arbustivo	X	
42	Lantrisco	<i>Rhus schiedeana</i>	No listado	Arbustivo		X
43	Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	No listado	Arbustivo		X
44	Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	No listado	Arbustivo		X
45	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	No listado	Arbustivo	X	
46	Maguey chamula	<i>Agave chiapensis</i>	Sujeta a Protección Especial	Arbustivo		X
47	Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>	No listado	Arbustivo	X	
48	Mimosa	<i>Mimosa platycarpa</i>	No listado	Arbustivo		X
49	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	No listado	Arbustivo	X	
50	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	No listado	Arbustivo	X	X
51	Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	No listado	Arbustivo	X	X
52	Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	No listado	Arbustivo		X
53	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	No listado	Arbustivo		X
54	Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	No listado	Arbustivo		X
55	Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	No listado	Arbustivo	X	X
56	Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	No listado	Herbáceo	X	X
57	Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	No listado	Herbáceo	X	X
58	Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	No listado	Herbáceo	X	X
59	Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado	Herbáceo		X
60	Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	No listado	Herbáceo	X	X
61	Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	No listado	Herbáceo		X
62	Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado	Herbáceo	X	X
63	Perrito	<i>Lamourouxia longiflora</i>	No listado	Herbáceo		X
64	Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	No listado	Herbáceo	X	X
65	Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	No listado	Pasto	X	
66	Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	No listado	Pasto	X	X
67	Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	No listado	Pasto	X	

Tabla IV. 110. Comparativa de la flora vascular registrada en la cuenca hidrológica forestal y en el interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo para Bosque Encino-Pino.

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	CHF
1	Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	No listado	Arbóreo	X	
2	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	No listado	Arbóreo		X
3	Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	No listado	Arbóreo		X
4	Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	No listado	Arbóreo		X
5	Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	No listado	Arbóreo		X
6	Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	No listado	Arbóreo		X
7	Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	Amenazada	Arbóreo		X
8	Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	No listado	Arbóreo		X
9	Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	No listado	Arbóreo		X
10	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	No listado	Arbóreo	X	
11	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	No listado	Arbóreo	X	X
12	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	No listado	Arbóreo	X	X
13	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	No listado	Arbustivo	X	X
14	Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	No listado	Arbustivo	X	X
15	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	No listado	Arbustivo	X	
16	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	No listado	Arbustivo	X	X
17	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	No listado	Arbustivo	X	X
18	Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	No listado	Arbustivo	X	
19	Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	No listado	Arbustivo	X	
20	Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	No listado	Arbustivo	X	
21	Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	No listado	Arbustivo	X	
22	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	No listado	Arbustivo	X	X
23	Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	No listado	Arbustivo		X
24	Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	No listado	Arbustivo	X	
25	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	No listado	Arbustivo	X	
26	Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	No listado	Arbustivo	X	X
27	Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	No listado	Arbustivo		X
28	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	No listado	Arbustivo		X
29	Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	No listado	Arbustivo		X
30	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	No listado	Arbustivo	X	X
31	Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	No listado	Arbustivo		X
32	Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	No listado	Arbustivo		X
33	Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	No listado	Arbustivo		X
34	Zarza	<i>Rubus trilobus</i>	No listado	Arbustivo		X
35	Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	No listado	Arbustivo		X
36	Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado	Herbáceo	X	X
37	Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	No listado	Herbáceo	X	X
38	Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	No listado	Herbáceo		X
39	Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado	Herbáceo		X
40	Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	No listado	Herbáceo		X
41	Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	No listado	Pasto	X	
42	Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	No listado	Pasto		X
43	Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	No listado	Pasto	X	

Sobre este respecto, el número de especies comunes entre ambos muestreos SBC (43), BPQ (27) y BQP (11) representa un indicador de las afinidades encontradas en la composición de ambas áreas (el SBC 48.19%, BPQ 59.70% y BQP 74.42% de la flora vascular registrada en la superficie del predio se encuentra representada en la cuenca hidrológica forestal), por lo que en términos de riqueza específica, se hace mención que la ausencia en el área de influencia de las especies que fueron registradas adicionalmente en la superficie del predio puede obedecer a requerimientos específicos de hábitat, toda vez que la ubicación de los sitios

establecidos en la unidad hidrológica en cuestión no concuerda con los sitios ubicados en el interior de la superficie del predio, motivo por lo cual, la ejecución del proyecto plantea el desarrollo de medidas específicas encaminadas a disminuir los efectos que se pueden presentar como resultado del cambio de uso de suelo en la diversidad especies que fue registrada en el contexto local, entre las cuales se encuentra el rescate y reubicación de los géneros *Astronium*, *Harpalyce*, *Heliocarpus*, *Bursera* y *Gyrocarpus*, asegurando su adaptación al nuevo hábitat.

Por otra parte, una vez realizado el análisis comparativo entre la fauna silvestre registrada en los monitoreos que fueron realizados en el interior de la cuenca hidrológica forestal y aquella registrada en la superficie del predio (ver siguiente tabla), se señala que el número de especies reportadas en la porción de terreno destinada al proyecto (donde se registraron 44 aves, cuatro mamíferos y 10 reptiles), es menor que en el área de influencia en cuestión (en la cual fueron registrados 53 aves, seis mamíferos y 15 reptiles), contando con un número de 58 especies comunes, razón por la cual se concluye que las poblaciones de fauna registradas en la superficie sujeta a afectación se encuentran representadas fehacientemente en la unidad hidrológica en cuestión, ya que la totalidad de las aves, mamíferos y reptiles que fueron registrados en la superficie del predio se encuentran integradas en el listado de 74 especies registradas en la cuenca hidrológica forestal.

Tabla IV. 111. Comparación de la fauna silvestre registrada en la superficie del predio con respecto a la lista obtenida durante los muestreos realizados en el interior de la cuenca hidrológico-forestal.

Núm.	Nombre científico	Grupo	NOM-059-SEMARNAT-2010	CHF	CUS
1	<i>Abronia lythrochila</i>	Reptiles	Amenazada	X	No registrada
2	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Reptiles	Sujeta a protección especial	X	No registrada
3	<i>Anolis anisolepis</i>	Reptiles	Sujeta a protección especial	X	X
4	<i>Anolis sericeus</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
5	<i>Anolis unilobatus</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
6	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Reptiles	No Incluida	X	No registrada
7	<i>Aspidoscelis motaguae</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
8	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Reptiles	Sujeta a protección especial	X	X
9	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Reptiles	No Incluida	X	No registrada
10	<i>Leptodeira annulata</i>	Reptiles	Sujeta a protección especial	X	X
11	<i>Masticophis mentovarius</i>	Reptiles	No Incluida	X	No registrada
12	<i>Sceloporus carinatus</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
13	<i>Sceloporus taeniocnemis</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
14	<i>Sceloporus variabilis</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
15	<i>Thamnophis fulvus</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
16	<i>Didelphis marsupialis</i>	Mamíferos	No Incluida	X	X
17	<i>Nasua narica</i>	Mamíferos	No incluida	X	X
18	<i>Pecari tajacu</i>	Mamíferos	No incluida	X	No registrada
19	<i>Procyon lotor</i>	Mamíferos	No Incluida	X	No registrada
20	<i>Sciurus aureogaster</i>	Mamíferos	No Incluida	X	X
21	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Mamíferos	No Incluida	X	X
22	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Aves	No Incluida	X	X

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

Núm.	Nombre científico	Grupo	NOM-059-SEMARNAT-2010	CHF	CUS
23	Amazona albifrons	Aves	<b>Sujeta a Protección Especial</b>	X	No registrada
24	Archilochus colubris	Aves	No Incluida	X	X
25	Arremonops rufivirgatus	Aves	No Incluida	X	X
26	<i>Aspatha gularis</i>	Aves	<b>En Peligro de Extinción</b>	X	X
27	Basileuterus rufifrons	Aves	No Incluida	X	X
28	Bubulcus ibis	Aves	No Incluida	X	X
29	Buteo brachyurus	Aves	No Incluida	X	X
30	Buteogallus anthracinus	Aves	<b>Sujeta a Protección Especial</b>	X	X
31	Campylorhynchus zonatus	Aves	No Incluida	X	X
32	Cardellina pusilla	Aves	No Incluida	X	X
33	Cathartes aura	Aves	No Incluida	X	X
34	Catharus guttatus	Aves	No Incluida	X	X
35	Catherpes mexicanus	Aves	No Incluida	X	X
36	Chordeiles minor	Aves	No Incluida	X	No registrada
37	Colinus virginianus	Aves	No Incluida	X	No registrada
38	Columbina inca	Aves	No Incluida	X	X
39	Columbina talpacoti	Aves	No Incluida	X	X
40	Coragyps atratus	Aves	No Incluida	X	X
41	Crotophaga sulcirostris	Aves	No Incluida	X	X
42	Cyanocitta stelleri	Aves	No Incluida	X	X
43	Empidonax flaviventris	Aves	No Incluida	X	X
44	Eugenes fulgens	Aves	No Incluida	X	No registrada
45	Eupsittula canicularis	Aves	<b>Sujeta a Protección Especial</b>	X	No registrada
46	Falco rufigularis	Aves	No Incluida	X	X
47	Geothlypis trichas	Aves	No Incluida	X	X
48	Haemorhous mexicanus	Aves	No Incluida	X	X
49	Herpetotheres cachinnans	Aves	No Incluida	X	X
50	Hirundo rustica	Aves	No Incluida	X	X
51	Icterus wagleri	Aves	No Incluida	X	X
52	Lepidocolaptes affinis	Aves	No Incluida	X	No registrada
53	Leptotila verreauxi	Aves	No Incluida	X	X
54	Melanerpes aurifrons	Aves	No Incluida	X	X
55	Melanerpes formicivorus	Aves	No Incluida	X	X
56	Mimus gilvus	Aves	No Incluida	X	X
57	Myioborus miniatus	Aves	No Incluida	X	X
58	Oreothlypis superciliosa	Aves	No Incluida	X	X
59	Passerina caerulea	Aves	No Incluida	X	X
60	Psaltriparus minimus	Aves	No Incluida	X	X
61	Psittacara holochlorus	Aves	Amenazada	X	No registrada
62	Pteroglossus torquatus	Aves	<b>Sujeta a Protección Especial</b>	X	No registrada
63	Pyrocephalus rubinus	Aves	No Incluida	X	X
64	Quiscalus mexicanus	Aves	No Incluida	X	X
65	Sayornis nigricans	Aves	No Incluida	X	X
66	Seiurus aurocapilla	Aves	No Incluida	X	No registrada
67	Setophaga townsendi	Aves	No Incluida	X	X
68	Sporophila torqueola	Aves	No Incluida	X	X
69	Stelgidopteryx serripennis	Aves	No Incluida	X	X
70	Troglodytes aedon	Aves	No Incluida	X	X
71	Turdus rufitorques	Aves	<b>Amenazada</b>	X	X
72	Tyrannus melancholicus	Aves	No Incluida	X	X
73	Zenaida asiatica	Aves	No Incluida	X	X
74	Zonotrichia capensis	Aves	No Incluida	X	X

En resumen, la diversidad de la fauna obtenida para la cuenca hidrológica forestal es mayor que la calculada en aquellos grupos registrados para la superficie de afectación, entre los cuales, el grupo de las aves de la unidad hidrológica (constituida por 53 especies) no presenta

diferencias significativas con el valor obtenido para la composición inferida de la superficie del predio (3.65 vs 3.49). En el caso de los mamíferos (1.72 vs 1.28), donde el número de especies para la superficie de afectación fue de cuatro especies, en comparación con el número de seis registrado en la cuenca hidrológica forestal, se presenta como diversidad media. Para el caso de los reptiles, tomando en cuenta que el índice de Shannon-Wiener toma valores de hasta de 5.0 (considerándose aquellos grupos con valor menor a 1.5 como de diversidad nula, entre 1.5 y 3 como de diversidad media y mayor a 3.0 como diversos), este grupo puede ser catalogado como de media diversidad tanto para la superficie del predio como para la cuenca hidrológica forestal (2.17 vs 2.59). Por último, tomando en cuenta el mismo criterio, las aves de la unidad hidrológica, así como de la superficie del predio, serían clasificadas en este contexto como diversas.

No obstante lo anterior, con la finalidad de disminuir al máximo los efectos sobre las poblaciones silvestres registradas en la superficie sujeta a afectación (tomando en consideración además que los monitoreos realizados durante la elaboración de este Estudio no pueden ser utilizados para descartar la distribución de otras especies en el lugar por su temporalidad), se establecerá una serie de medidas preventivas encaminadas a proteger las especies de fauna, incluyendo un programa de manejo integral por grupo taxonómico involucrado independientemente de su inclusión o no en la norma oficial.

#### **IV.10.3.2 Tasa de erosión de los suelos.**

##### **a) Erosión hídrica.**

Para el cálculo de la tasa de erosión hídrica en el presente estudio se utilizó un modelo de erosión con parámetros propuestos por la SEDUE. Asimismo, con el fin de tener un mejor análisis se subdividió en los tramos de afectación y mismo que se presentan a continuación.

#### **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales dentro del Tramo 1**

- **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).**



La tasa anual de erosión estimada para las condiciones actuales es de **170.99 Ton/Ha**, por lo que extrapolando a las 6.7236 ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que la erosión que se presenta hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de **1,149.69 Ton/Año**. Por otra parte, en relación a la tasa de erosión estimada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con una tasa anual de 683.97 Ton/Ha/año, por lo que extrapolando a las 6.7236 ha sujetas a afectación, la tasa de erosión corresponderá al orden de 4,598.74 Ton/Año, por lo que se concluye que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **3,449.06 Ton/Año** (toneladas de suelo por año), la cual resulta de restar las 1,149.69 Ton/Año que fueron estimadas bajo las condiciones actuales a las 4,598.74 Ton/Año calculadas una vez realizada la remoción de la vegetación.

#### **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales dentro del Tramo 2.**

- **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).**

La tasa anual de erosión estimada para las condiciones actuales es de **149.49 Ton/Ha**, por lo que extrapolando a las 2.5434 ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que la erosión que se presenta hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de **380.21 Ton/Año**. Por otra parte, en relación a la tasa de erosión estimada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con una tasa anual de 957.95 Ton/Ha/año, por lo que extrapolando a las 2.5434 ha sujetas a afectación, la tasa de erosión corresponderá al orden de 1,520.83 Ton/Año, por lo que se concluye que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **1,140.62Ton/Año** (toneladas de suelo por año), la cual resulta de restar las 380.21 Ton/Año que fueron estimadas bajo las condiciones actuales a las 1,520.83 Ton/Año calculadas una vez realizada la remoción de la vegetación.

#### **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales dentro del Tramo 3.**

- **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).**

La tasa anual de erosión estimada para las condiciones actuales es de **193.53 Ton/Ha**, por lo que extrapolando a las 1.6587 ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que la erosión que se presenta hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de **321.01 Ton/Año**. Por otra parte, en relación a la tasa de erosión estimada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con una tasa anual de 774.13 Ton/Ha/año, por lo que extrapolando a las 1.6587 ha sujetas a afectación, la tasa de erosión corresponderá al orden de 1,284.05 Ton/Año, por lo que se concluye que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **963.04 Ton/Año** (toneladas de suelo por año), la cual resulta de restar las 321.01 Ton/Año que fueron estimadas bajo las condiciones actuales a las 1,284.05 Ton/Año calculadas una vez realizada la remoción de la vegetación.

### **Perdida de suelo por el elemento agua, dentro de toda la superficie de CUS.**

A modo de resumen, en la siguiente tabla se muestra, la pérdida de suelo, por efecto de la erosión hídrica, en la totalidad de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo.

*Tabla IV. 112. Perdida de suelo estimada para los tres tramos en que se desarrollara el proyecto de ampliación.*

CUSTF	Superficie (ha)	Perdida de suelo (ton/año)
Tramo 1	6.7236	3,449.06
Tramo 2	2.5434	1,140.62
Tramo 3	1.6587	963.04
Total	10.9257	5,552.72

Para determinar la pérdida de suelo por efectos del elemento agua, en este caso la erosión hídrica laminar, fue necesario considerar varios factores físicos del suelo y del medio ambiente, dichos parámetros se encuentran descritos dentro del modelo de erosión hídrica, así mismo para una mejor interpretación dentro del modelo antes mencionado, se presentan imágenes gráficas haciendo referencia, a cada uno de los factores considerados, para llevar a cabo los cálculos de la pérdida de suelo dentro de la superficie de CUSTF en cada uno de los tres tramos (se incluyen de manera anexa).

### **b) Erosión eólica.**

Para el cálculo de la tasa de erosión eólica en el presente estudio, se utilizó un modelo de erosión con parámetros propuestos por la SEDUE. La tasa de erosión eólica calculada para la superficie sujeta a afectación es de 0.342 Ton/Año bajo las condiciones actuales (superficie

cubierta con vegetación forestal), por lo que tomando como referencia la tasa de erosión estimada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación (1.139 Ton/Año), se concluye que el cambio de uso de suelo provocará una pérdida de **0.797** toneladas de suelo por año, motivo por lo cual, a continuación se presenta el análisis real de la erosión que será provocada por efecto del viento considerando de forma anual. (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 113. Pérdida real de suelo por efecto del cambio de uso de suelo de forma anual

Erosión provocada por el CUS (Ton/año)	Erosión provocada por el CUS (Ton/mes)	Erosión durante la vigencia de proyecto (Ton / año)
0.797	0.066	0.797

Para determinar la pérdida de suelo por efectos del elemento viento, en este caso, fue necesario considerar varios factores físicos del suelo y del medio ambiente, dichos parámetros se encuentran descritos dentro del modelo de erosión eólica, así mismo para una mejor interpretación dentro del modelo antes mencionado, se presentan imágenes gráficas haciendo referencia, a cada uno de los factores considerados, para llevar a cabo los cálculos de la pérdida de suelo dentro de la superficie de CUSTF en cada uno de los tres tramos. Es importante reiterar que la pérdida de suelo por efecto del viento es considerada como nula en toda la superficie de CUS es decir dentro de los tres tramos (se incluyen de manera anexa).

#### IV.10.3.3 Tasa de infiltración (captación de agua de lluvia).

El Método RAS es un método científico - teórico para elaborar el mapa de la recarga de agua subterránea, el cual sirve como una herramienta para tomar decisiones en la protección y el manejo sostenible del recurso hídrico, como también en el ordenamiento territorial. Dicho método calcula el agua que se infiltra en el subsuelo, basado en los principios de Schosinky y Losilla (2000), requiriendo de un coeficiente para calcular la infiltración, el cual se multiplica por un coeficiente climático, para lo cual se realiza un balance climático (BC).

#### Pérdida de captación de agua por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).

- **Tramo 1**

La tasa de infiltración estimada para las condiciones actuales es de 1,893.45 m<sup>3</sup>/ha/Año, por lo que extrapolando a las **6.7236** ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que el volumen de captación hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de **12,730.79 m<sup>3</sup>/Año**.

Por otra parte, en relación a la tasa de infiltración calculada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con un volumen de captación de 1,454.13 m<sup>3</sup>/ha/Año, por lo que extrapolando a las 6.7236 ha sujetas a afectación, la captación corresponderá al orden de 9,777.01 m<sup>3</sup>/Año, concluyéndose que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **2,953.78 m<sup>3</sup>/Año**, la cual resulta de restar los 9,777.01 m<sup>3</sup>/Año que fueron estimados bajo las condiciones futuras a los 12,730.79 m<sup>3</sup>/Año que fueron calculados antes de ser realizada la remoción de la vegetación.

#### **Pérdida de captación de agua por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).**

- **Tramo 2**

La tasa de infiltración estimada para las condiciones actuales es de **2,766.76 m<sup>3</sup>/ha/Año**, por lo que extrapolando a las 2.5434 ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que el volumen de captación hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de 7,036.98 m<sup>3</sup>/Año. Por otra parte, en relación a la tasa de infiltración calculada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con un volumen de captación de 2,130.72 m<sup>3</sup>/ha/Año, por lo que extrapolando a las 2.5434 ha sujetas a afectación, la captación corresponderá al orden de 5,419.28 m<sup>3</sup>/Año, concluyéndose que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **1,617.70 m<sup>3</sup>/Año**, la cual resulta de restar los 5,419.28 m<sup>3</sup>/Año que fueron estimados bajo las condiciones futuras a los 7,036.72 m<sup>3</sup>/Año que fueron calculados antes de ser realizada la remoción de la vegetación.

#### **Pérdida de captación de agua por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).**

- **Tramo 3**

La tasa de infiltración estimada para las condiciones actuales es de 2,932.28 m<sup>3</sup>/ha/Año, por lo que extrapolando a las 1.6587 ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que el volumen de captación hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de 4,863.77 m<sup>3</sup>/Año. Por otra parte, en relación a la tasa de infiltración calculada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con un volumen de captación de 2,208.26 m<sup>3</sup>/ha/Año, por lo que extrapolando a las

1.6587 ha sujetas a afectación, la captación corresponderá al orden de 3,662.84 m<sup>3</sup>/Año, concluyéndose que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **1,200.93 m<sup>3</sup>/Año**, la cual resulta de restar los 3,662.84 m<sup>3</sup>/Año que fueron estimados bajo las condiciones futuras a los 4,863.77 m<sup>3</sup>/Año que fueron calculados antes de ser realizada la remoción de la vegetación.

### **Pérdida real de captación de agua por efecto del cambio de uso de suelo forestal durante la construcción de proyecto en la totalidad de superficie del CUS (10.9257 ha), esto de forma anual**

A modo de resumen, en la siguiente tabla se muestra, la pérdida real de captación de agua en la superficie de afectación (10.9257 ha), dividida en las dos condiciones a las que será sometido el suelo durante la construcción del proyecto.

*Tabla IV. 114. Pérdida real de captación de agua en la superficie de cambio de uso de suelo.*

Condición a la que será sometido el suelo	Superficie Ha	Disminución de la captación(m <sup>3</sup> /año)	Disminución de la captación (m <sup>3</sup> /mes)	Disminución de la captación durante un periodo de un año (m <sup>3</sup> / 12 meses)
Desmante y despirme Tramo 1	6.7236	2,953.78	246.15	2,953.78
Desmante y despirme Tramo 2	2.5434	1,617.70	134.81	1,617.70
Desmante y despirme Tramo 3	1.6587	1,200.93	100.08	1,200.93
Total	10.9257	5,772.41	481.04	5,772.41

De acuerdo a los cálculos desarrollados en los puntos anteriores, la pérdida real de captación de agua en la superficie total del CUS será del orden de **5,772.41 m<sup>3</sup>/12 meses**.

#### **IV.10.3.4 Pérdida de paisaje en términos de cobertura vegetal.**

Los usos forestales identificados al interior de la superficie de cambio de uso de suelo fueron la selva baja caducifolia (6.0945 ha), bosque de pino-encino (4.1440 ha) y bosque de encino-pino (0.6872 ha), sumando un total de **10.9257 ha** para los tres tramos involucrados en la presente solicitud de ampliación carretera.

Por otra parte, en relación con la delimitación de la cuenca hidrológica forestal donde se ubica el proyecto, se hace mención que esta cuenta con una superficie total de 89,457.83 ha, por lo que realizando una clasificación de los usos de suelo y vegetación que ocurren en esta (ver

siguiente tabla), tenemos que el uso de suelo forestal se encuentra representado en una extensión de 41,231.59 ha, considerándose el resto como diferentes al forestal (48,226.24 ha).

Tabla IV. 115. Cobertura del suelo y tipos de vegetación en la cuenca hidrológica forestal (Serie VI del INEGI).

Clave	Usos de suelo	Estrato	Tipo	Superficie (Ha)	Superficie (Ha)	
					Forestal	No Forestal
ADV	Área desprovista de vegetación	---	---	29.06	---	29.06
AH	Urbano construido	---	---	4,193.74	---	4,193.74
BP	Bosque de pino	---	---	3,187.71	3,187.71	---
BPQ	Bosque de pino-encino	---	---	4,367.92	4,367.92	---
BQ	Bosque de encino	---	---	2,118.47	2,118.47	---
BQP	Bosque de encino-pino	---	---	4,954.64	4,954.64	---
DV	Sin vegetación aparente	---	---	83.82	---	83.82
H2O	Agua	---	---	397.43	---	397.43
PC	Pastizal cultivado	---	---	7,159.42	---	7,159.42
PI	Pastizal inducido	---	---	6,678.00	---	6,678.00
RAP	Agricultura de riego anual y permanente	---	Riego Anual y Permanente	1,912.17	---	1,912.17
TA	Agricultura de temporal anual	---	Temporal Anual	25,905.90	---	25,905.90
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	---	Temporal Anual y Permanente	1,803.29	---	1,803.29
TP	Agricultura de temporal permanente	---	Temporal Permanente	63.41	---	63.41
Vsa/BP	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	Arbustiva	---	849.77	849.77	---
VSA/BP	Vegetación secundaria arborea de bosque de pino	Arborea	---	1,247.24	1,247.24	---
Vsa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	Arbustiva	---	345.17	345.17	---
VSA/BPQ	Vegetación secundaria arborea de bosque de pino-encino	Arborea	---	1,594.57	1,594.57	---
Vsa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	Arbustiva	---	4,092.69	4,092.69	---
VSA/BQ	Vegetación secundaria arborea de bosque de encino	Arborea	---	2,941.97	2,941.97	---
Vsa/BQP	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	Arbustiva	---	4,877.34	4,877.34	---
VSA/BQP	Vegetación secundaria arborea de bosque de encino-pino	Arborea	---	740.50	740.50	---
Vsa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	Arbustiva	---	6,045.11	6,045.11	---
VSA/SBC	Vegetación secundaria arborea de selva baja caducifolia	Arborea	---	3,868.49	3,868.49	---
<b>Subtotal</b>				<b>89,457.83</b>	<b>41,231.59</b>	<b>48,226.24</b>
<b>Porcentaje (%)</b>					<b>46</b>	<b>54</b>
<b>Total</b>					<b>89,457.83</b>	

Por lo que haciendo un análisis comparativo para determinar la representatividad que tendría el cambio de uso de suelo propuesto en relación con la superficie forestal que ocurre en la cuenca hidrológica forestal, se concluye que este cambio representa únicamente la afectación del 0.02% de la totalidad de los usos de suelo forestales que se presentan en esta.

#### IV.10.3.5 Cuadro resumen.

Mediante la siguiente tabla se permite inferir de manera inicial si existe afectación de los servicios ambientales que prestan los tipos de vegetación que sustentan las áreas sujetas a cambio de uso del suelo, encontrándose señalado en términos de porcentaje o representatividad el grado de afectación esperado por la remoción de la vegetación durante el desarrollo de las obras en relación a los valores que fueron obtenidos para la cuenca hidrológica forestal.

Tabla IV. 116. Grado de afectación de los servicios ambientales que proporciona la cuenca hidrológica derivado del cambio de uso de suelo propuesto para la ejecución del proyecto.

Servicio Ambiental	CHF	CUS	Representatividad (%)
Protección de la biodiversidad: Número de plantas vasculares de acuerdo a los muestreos realizados (SBC).	72	54	59.72% del número registrado en la CHF
Protección de la biodiversidad: Número de plantas vasculares de acuerdo a los muestreos realizados (BPQ).	56	38	48.21% del número registrado en la CHF
Protección de la biodiversidad: Número de plantas vasculares de acuerdo a los muestreos realizados (BQP).	32	22	34.37% del número registrado en la CHF
Protección de la biodiversidad: Número de especies de fauna de acuerdo a los monitoreos realizados.	74	58	100% del número registrado en la CHF
Protección de los suelos (Tasa de erosión hídrica calculada por el cambio de uso de suelo): Ton/Año.	7,285,077	5,552.72	0.07% de la tasa calculada para la CHF
Protección de los suelos (Tasa de erosión eólica calculada por el cambio de uso de suelo): Ton/Año.	--	0.797	--
Captación del agua pluvial (Tasa de infiltración calculada por el cambio de uso de suelo): m <sup>3</sup> /Año.	234,604,763	5,772.41	0.002% de la tasa calculada para la CHF
Mantenimiento de la cobertura vegetal: Superficie forestal con respecto al total de tipos vegetativos.	41,231.59	10.9257	0.02 % de las existencias de la CHF

En conclusión, para determinar el riesgo que significa el desarrollo del proyecto con respecto a los servicios ambientales que proporciona el ecosistema, se consideraron dos criterios:

El primero está relacionado con la amplitud de la afectación de acuerdo al sector social que pudiera verse afectado en términos de su amplitud territorial.

1.- Privado. Los propietarios y los vecinos pudieran verse afectados.

2.- Local. La comunidad cercana al área del proyecto potencialmente se vería afectada.

3.- Regional. La población en la cuenca hidrológico forestal o fuera de sus límites puede ser afectada.

El segundo es el nivel de riesgo para los servicios, calificado entres diferentes niveles:

**Bajo (I).**- Apenas perceptible por el sector.

**Medio (II).**- Perceptible debido a impactos acumulativos en el entorno.

**Alto (III).**- Existen cambios que no será difícil de revertir o mitigar y el impacto ambiental asociado al proceso del cual se deriva el servicio ambiental es de largo plazo y de carácter regional.

A continuación, se presenta el análisis de riesgo a los servicios ambientales:

Tabla IV. 117. Análisis de riesgo a los servicios ambientales.

Servicios ambientales	Nivel de riesgo asociado y sector de impacto		
	Privado	Local	Regional
Protección a la biodiversidad	II	I	I
Protección y recuperación de suelo (control de la erosión)	II	I	I
Provisión del agua en cantidad (captación de agua)	I	I	I
Paisaje y recreación	I	I	I

Por lo que de acuerdo al análisis realizado se puede afirmar que el riesgo es sobre todo a nivel local; es decir, a nivel de área del proyecto como consecuencia del propio cambio de uso de suelo; sin embargo, se proponen las acciones necesarias para disminuir este riesgo, siendo las más importantes, y de acuerdo al análisis, la implementación de una cobertura con herbáceas y el mejoramiento del suelo. Cabe mencionar que se realizaran también actividades de rescate de individuos de flora y fauna silvestre de forma previa a los trabajos de preparación del sitio, lo cual contribuirá a disminuir el riesgo del servicio de protección a la biodiversidad.

#### IV.11. Diagnóstico ambiental

El proyecto se ubica en el estado de Chiapas, dentro de los municipios de Tuxtla Gutierrez, Chiapa de Corzo, Zinacatlan y San Cristobal de las Casas, particularmente sobre el derecho de via de la autopista existente que corre de Tuxtla Gutiérrez a San Cristóbal de las casas, misma que en la actualidad se encuentra en operación con una longitud total de 46 km. Considerando lo anterior, es muy importante recalcar que los componentes naturales se encuentran



previamente modificados, o en el mejor de los casos, incididos por la construcción y operación de la autopista actual.

De acuerdo con la ubicación espacial del proyecto, se determinó que este no incide sobre ningún área prioritaria de conservación (Región Terrestre Prioritaria, Región Hidrológica Prioritaria y/o Área de Importancia para la Conservación de las Aves). Considerando lo anterior, sumado a las características del proyecto (infraestructura carretera), se tiene que este no representa ningún riesgo o influencia para las regiones prioritarias de conservación más próximas al proyecto.

Por otro lado, se tiene que revisando las cartas de Uso de Suelo y tipos de vegetación (Serie VI) del INEGI, se observó que dentro del SAR hay 3 usos de suelo (urbano construido, pastizal cultivado e inducido y áreas agrícolas), en donde el uso de suelo con mayor dominancia es el agrícola con más del 77% del total respecto a usos de suelo. En lo que se refiere a los tipos de vegetación, conforme a las cartas referidas se consideran 4 tipos (Bosque de pino-encino, bosque de encino-pino, bosque de encino y vegetación secundaria de selva baja caducifolia), siendo la vegetación con mayor dominancia dentro del SAR es la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino.

Respecto al área del proyecto, se tiene que conforme a los trabajos de campo esta presenta tres tipos de vegetación (selva baja caducifolia, bosque de pino-encino y bosque de encino-pino), en donde la vegetación con mayor dominancia corresponde a selva baja caducifolia (6 ha). Por otro lado, se tiene que se identificaron áreas sin vegetación aparente, en donde estas representan cerca del 70% de la superficie del proyecto, lo que es resultado y coincidente con que el proyecto se pretende desarrollar dentro del derecho de vía de la carretera existente.

Referente a los registros de vegetación, en lo que respecta a la revisión bibliográfica, se obtuvieron seis clases dentro del SAR (Bryopsida, Jungermanniopsida, Liliopsida, Magnoliopsida, Pinopsida y Polypodiopsida), en donde la clase con mayor número de registros fue Magnoliopsida.

En lo que refiere al trabajo de campo, para el SAR, se obtuvieron un total de 69 especies para la vegetación de selva baja caducifolia, en donde en términos generales para todos los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), la diversidad es considerada como baja y solo el estrato arbóreo como media-baja.

Respecto a la vegetación de bosque de pino-encino se identificaron un total de 55 especies para todos los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), en donde la diversidad en términos generales es considerada como media-baja, teniendo los valores más altos conforme al índice de Shannon para el estrato arbóreo.

Finalmente, para la vegetación de bosque de encino-pino, se identificaron un total de 21 especies para todos los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), en donde la diversidad en términos generales es considerada como baja, teniendo los valores más altos conforme al índice de Shannon para el estrato arbustivo.

En lo que refiere al área del proyecto en donde se pretende el CUS, mediante el trabajo de campo se identificaron un total de 42 especies para la vegetación de selva baja caducifolia, en donde en términos generales para todos los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), la diversidad es considerada como baja, teniendo el valor más alto conforme al índice de Shannon de 2.1913 para el estrato arbóreo.

Respecto a la vegetación de bosque de pino-encino se identificaron un total de 35 especies para todos los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), al igual que para la vegetación de selva baja caducifolia, la diversidad en términos generales es considerada como baja, teniendo el valor más altos conforme al índice de Shannon para el estrato arbustivo con 2.0696.

Finalmente, para la vegetación de bosque de encino-pino, se identificaron un total de 20 especies para todos los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), en donde la diversidad en términos generales es considerada como baja, en donde ningún valor conforme al índice de Shannon supero el 1.0.

Cabe mencionar, que el esfuerzo de muestreo realizado para el CUS, es considerado estadísticamente representativo conforme lo establecen las referencias bibliográficas para los métodos paramétricos. En este sentido, se puede concluir que los resultados obtenidos son de alta confiabilidad.

En lo que refiere al SAR, si bien, el esfuerzo de muestreo podría incrementarse para alcanzar valores superiores al 80% conforme a la proporción de flora, este puede considerarse suficiente, ya que, dentro de este no se tendrá una afectación al tratarse de un proyecto de carácter puntual.

Por otro lado se tiene, que dentro del SAR, se identificaron mediante el trabajo de campo un total de 4 especies bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010; *Carpinus caroliniana*, *Callitropsis lusitanica*, *Agave chiapensis* y *Astronium graveolens*, de las cuales únicamente dos (*Callitropsis lusitanica* y *Astronium graveolens*) se encontraron en el área de CUS. En lo que refiere a estas últimas especies, es importante mencionar que su distribución va más allá de los límites del SAR, asimismo se contara con programas de rescate y reubicación, lo que de manera conjunta evitaran poner el riesgo a sus poblaciones.

Por otro lado, de acuerdo al I.V.I conforme a cada tipo de vegetación, se tiene que para selva baja caducifolia *Harpalyce formosa* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo, *Tecoma stans* en el estrato arbustivo, *Viguiera dentata* en el estrato herbáceo.

En lo que refiere a la vegetación de pino-encino, se tiene que *Pinus pseudostrobus* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo, *Eupatorium areolare* en el estrato arbustivo, *Viguiera dentata* en el estrato herbáceo.

Por último para encino pino de acuerdo con los resultados obtenidos *Buddleja cordata* es la especie con mayor valor de importancia en el estrato arbóreo, *Eupatorium areolare* en el estrato arbustivo, *Polypodium adelphum* en el estrato herbáceo.

Finalmente, en lo que a flora se refiere, es importante mencionar que del total de las especies registradas mediante el trabajo de campo en el CUS y por lo tanto susceptibles de afectación, se distribuyen en su totalidad dentro del SAR y en algunos casos más allá, por lo que la ejecución del proyecto en ningún momento compromete su permanencia en la zona (SAR).

Referente a la fauna de acuerdo con la revisión bibliográfica y la consulta de bases de datos de biodiversidad, se registró un total de 201 especies con 2,488 registros, estos están incluidos en cuatro clases. La clase aves incluye 154 especies, la clase Mammalia incluye 24 especies, la clase Reptilia 15 especies y finalmente la clase Anphibia con ocho especies, de acuerdo con los datos obtenidos, las clase dominante en el SAR y en polígono del proyecto son aves según la información consultada. Por otro lado, de estas especies potenciales se encontró que 21 se encuentran bajo una categoría de riesgos por la NOM-059- SEMARNAT-2010.

Para el trabajo de campo, dentro del SAR se identificaron un total de 74 especies, contenidas en tres clases: Aves (53 especies), Mammalia (6 especies) y Reptilia (15 especies). Para el

polígono del proyecto se identificaron 58 especies, distribuidas en 3 clases: Aves (44), Mammalia (4) y Reptilia (10).

Como ocurre en la mayoría de inventarios de fauna terrestre, el grupo de las aves es el de mayor número de especies, derivado de la actividad que presenta este grupo. Por otro lado, no se registraron anfibios, situación que se relaciona con el grado de perturbación que tiene el área, misma que coincide con el hecho de estar dentro del derecho de vía de una carretera existente y en operación.

Cabe mencionar, que de las especies identificadas en campo, tanto para el SAR como área del proyecto o CUS, se encontró que cinco se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondientes a la clase Reptilia (3) y Aves (2). Es importante mencionar, que de las especies registradas en el área del proyecto bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, todas se encuentran con distribución y registro dentro del SAR. En este sentido, su presencia no se restringe al área del proyecto, por lo que la ejecución del mismo no pone en riesgo a la permanencia de sus poblaciones. Sin menos cabo de lo anterior, se tiene que la ejecución del proyecto pretende la implementación de medidas de rescate y reubicación de especies.

En lo que respecta la diversidad presente dentro del SAR, con base al índice de Shannon, se tiene que con los resultados obtenidos, el grupo de las aves que se encuentra en una diversidad alta, para el grupo de los reptiles este se encuentra en una diversidad media y el grupo de los mamíferos se encuentra en diversidad baja.

Para el área del proyecto o CUS, se tiene que al igual que para el SAR se observa que el grupo de las aves muestra una diversidad alta, el grupo de los reptiles una diversidad media y el grupo de los mamíferos diversidad baja.

Si bien los índices de diversidad indican que las dos áreas (SAR y CUS), cuentan con condiciones similares en lo que refiere a diversidad faunística, se puede presumir que la diversidad de la fauna obtenida para el SAR es mayor que la del CUS por el número de especies identificadas.

Es importante mencionar que los trabajos de campo realizados son acordes con lo revisado en la bibliografía, por lo tanto los métodos y análisis realizados son adecuados para el SAR y

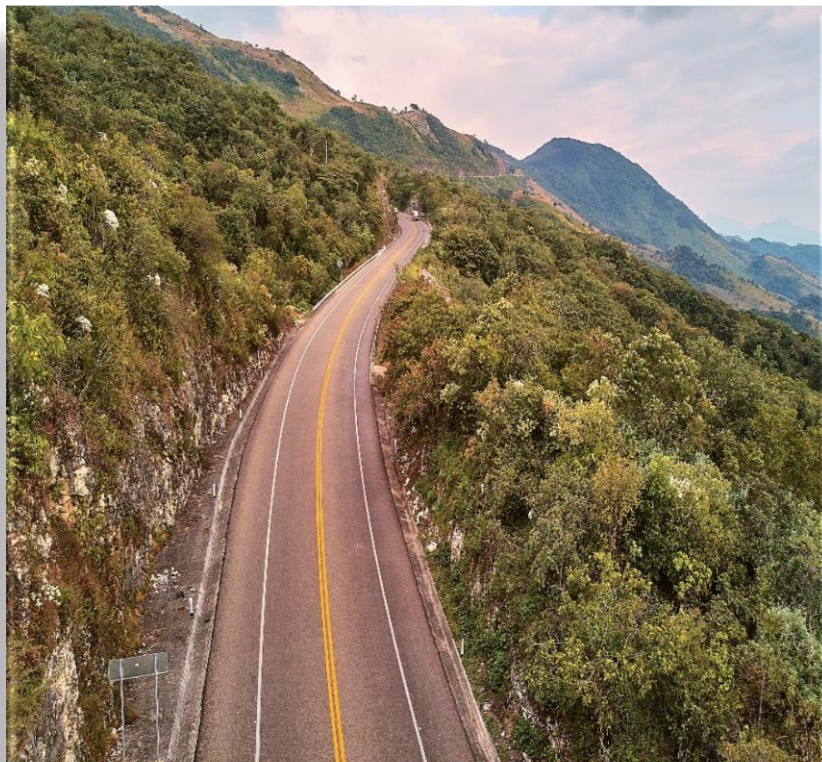
CUS. En este sentido, se puede concluir que el área de CUS se encuentra influenciada por la presencia y operación de la carretera existente, reflejándose directamente en su diversidad.

Por otro lado, en lo que a servicios ambientales se refiere, haciendo un análisis comparativo que determine la representatividad que tendría el cambio de uso de suelo propuesto con relación a la superficie forestal que se tiene en el SAR, se concluye que este cambio representa únicamente la afectación del 0.02% de la totalidad de los usos de suelo forestales.

Por lo que de acuerdo al análisis realizado se puede afirmar que el riesgo es sobre todo a nivel local; es decir, a nivel de área del proyecto como consecuencia del propio cambio de uso de suelo; sin embargo, se proponen las acciones necesarias para disminuir este riesgo. Cabe mencionar que se realizarán también actividades de rescate de individuos de flora y fauna silvestre de forma previa a los trabajos de preparación del sitio, lo cual contribuirá a disminuir el riesgo del servicio de protección a la biodiversidad.

# **CAPÍTULO V**

## ***IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.***



## Contenido

<b>V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....</b>	<b>4</b>
<b>V.1. Introducción .....</b>	<b>4</b>
<b>V.2. Proceso metodológico para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales .....</b>	<b>5</b>
V.2.1. Identificación .....	5
V.2.2. Evaluación .....	6
V.2.3. Análisis y descripción .....	11
<b>V.3. Identificación de Impactos Ambientales .....</b>	<b>13</b>
V.3.1. Obras del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales .....	13
V.3.2. Actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales .....	13
V.3.3. Componentes y factores ambientales susceptibles de recibir alguna afectación .....	14
V.3.4. Identificación de las obras y actividades ajenas al proyecto que han provocado impactos ambientales en el SAR. ....	16
V.3.5. Interacciones proyecto – entorno .....	16
V.3.6. Red de interacción .....	17
V.3.7. Denominación de los impactos ambientales .....	17
<b>V.4. Evaluación de los impactos ambientales.....</b>	<b>19</b>
V.4.1. Determinación del índice de importancia.....	19
V.4.2. Matriz de importancias absolutas y relativas de los impactos ambientales del proyecto .....	24
<b>V.5. Impactos Acumulativos y Residuales .....</b>	<b>29</b>
V.5.1. Impactos acumulativos .....	29
V.5.2. Impactos residuales .....	30
<b>V.6. Análisis y Descripción de los Impactos Ambientales .....</b>	<b>31</b>
V.6.1. Pérdida de la capa orgánica del suelo.....	31
V.6.2. Alteración a la calidad del suelo .....	31
V.6.3. Disminución de la infiltración .....	32
V.6.4. Contaminación atmosférica .....	32
V.6.5. Alteración al confort sonoro .....	33
V.6.6. Pérdida de cobertura vegetal .....	33
V.6.7. Desplazamiento de fauna .....	34
V.6.8. Modificación del paisaje natural.....	35
<b>V.7. Conclusiones .....</b>	<b>35</b>

Tabla V.1. Tabla de valores y criterios de los atributos.....	7
Tabla V.2 Rangos de significancia.....	9
Tabla V.3 Obras susceptibles de producir impactos ambientales.....	13
Tabla V.4 Actividades por etapas del desarrollo del proyecto, susceptibles de producir impactos ambientales. ....	13
Tabla V.5. Impactos ambientales identificados y causas que los producen. ....	17
Tabla V.6. Unidades de Importancia (UI) del proyecto. ....	22
Tabla V.7. Análisis realizado para la asignación de unidades de importancia. ....	22
Fig. V.1 Definición grafica del impacto ambiental.....	4
Fig. V.2 Diagrama de flujo del proceso metodológico. ....	12
Fig. V.3 Componentes y factores ambientales susceptibles de recibir alguna afectación.....	16
Fig. V.4 Red de interacciones proyecto-entorno.....	17
Matriz V.1 Matriz de identificación de interacciones. ....	18
Matriz V.2. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente <b>suelo</b> , factor <b>cantidad</b> . ....	20
Matriz V.3. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente <b>suelo</b> , factor <b>calidad</b> ..	20
Matriz V.4. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente <b>hidrología subterránea</b> , factor <b>cantidad</b> .....	20
Matriz V.5. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente <b>atmósfera</b> , factor <b>calidad</b> .....	20
Matriz V.6. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente <b>hidrología subterránea</b> , factor <b>cantidad</b> .....	21
Matriz V.7. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente <b>flora</b> , factor <b>cantidad</b> ..	21
Matriz V.8. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente <b>fauna</b> , factor <b>distribución</b> . ....	21
Matriz V.9. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente <b>paisaje natural</b> , factor <b>calidad visual</b> .....	21
Matriz V.10. Matriz de importancias absolutas y relativas de los impactos ambientales del proyecto. ....	25



## V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

### V.1. Introducción

Un impacto ambiental lo define la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. También, diversos autores como V. Conesa (2010), definen a un impacto ambiental como las alteraciones de carácter negativo o benéfico (en su caso) que se producen en el ambiente como resultado de una actividad humana (en este caso, el desarrollo del proyecto), en comparación con lo que hubiese ocurrido si la actividad no se hubiese dado (ver siguiente figura), y que puede variar en función del tiempo.

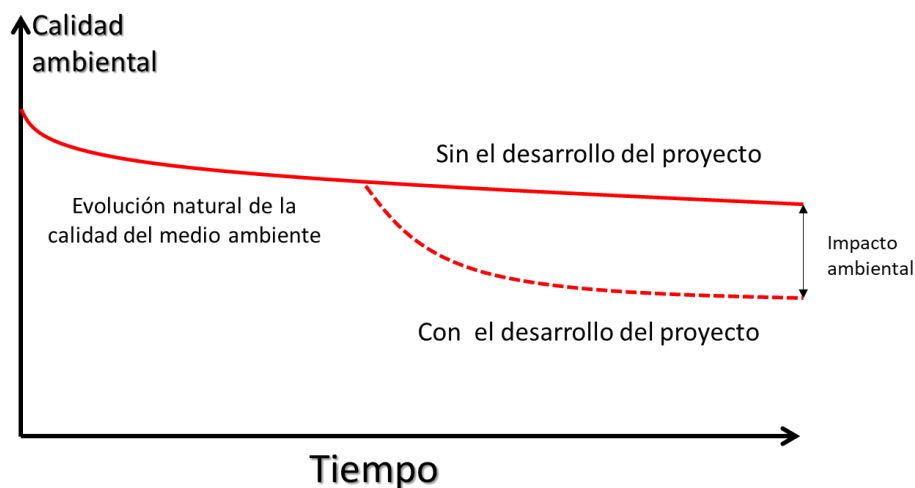


Fig. V.1 Definición gráfica del impacto ambiental<sup>1</sup>.

Con base en lo anterior, en el presente Capítulo se desarrolló un proceso metodológico para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales negativos que podría generar la interacción del proyecto con el entorno y, la cual permitió determinar su relevancia mediante los siguientes rangos de valoración: no significativo, no significativo moderado, significativo moderado y significativo; este último en términos de la definición de impacto ambiental significativo o relevante, conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) en el cual a su letra dice lo siguiente:

<sup>1</sup> V. Conesa Fdz-Vítora. 2010. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. España. Ediciones Mundi prensa.

*“IX. 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;”.*

## **V.2. Proceso metodológico para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales**

Bajo el contexto anterior, el proceso metodológico se conforma de los siguientes puntos:

### **V.2.1. Identificación**

Primero, se toma en cuenta la descripción del proyecto ya expuesta en el Capítulo II para identificar las obras y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales; después, se toman en cuenta, tanto la descripción de las condiciones ambientales del Sistema Ambiental Regional (SAR), como del área del proyecto desarrolladas en el Capítulo IV, para identificar los componentes y factores ambientales susceptibles de recibir alguna afectación por su desarrollo; finalmente, se identifican las obras y actividades ajenas al proyecto que han provocado impactos ambientales en el SAR y área del proyecto, con la finalidad de determinar los impactos ambientales acumulativos.

Lo anterior, se lleva a cabo con la ayuda de redes de interacción causa-efecto (cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio) para identificar las relaciones causa-efecto, que son las posibles afectaciones ambientales que podrían producir las obras y actividades del proyecto; también, se elabora una tabla en donde se presentan, en las primeras filas, los componentes y factores, en medio se establecen los impactos como frases que asocian la modificación del entorno consecuencia del establecimiento y desarrollo del proyecto y en la última fila, se exponen las causas que los producen; posteriormente, se realiza una matriz de interacción de doble entrada con las actividades del proyecto y componentes receptores que se utilizará para realizar la evaluación de los impactos ambientales.

De manera conjunta se toma en cuenta el análisis de los instrumentos jurídicos vinculantes del Capítulo III para saber si el componente y/o factor ambiental que recibirá una afectación, se encuentra incluido en algún instrumento jurídico, normativo o de planeación y, de esta manera, establecer criterios de valoración para la evaluación de los impactos ambientales; por ejemplo, para determinar las unidades de importancia (más

adelante se detallan), se le asignarían los valores más altos a aquellos componentes que estén vinculados a algún instrumento jurídico.

### V.2.2. Evaluación

Una vez que se han identificado los impactos ambientales, para llevar a cabo su evaluación en términos de significancia, se realizará conforme a lo siguiente:

#### a) Determinación de la importancia.

De acuerdo a D. Gómez (2002)<sup>2</sup>, el valor de un impacto ambiental mide su gravedad cuando es negativo y el “grado de beneficio” cuando es positivo; en ambos casos, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado o beneficiado y su significancia ambiental. Para este proyecto, no se tomarán en cuenta los impactos positivos ya que su carácter benéfico podría sesgar el resultado en la evaluación de impactos ambientales negativos. Por lo tanto, los impactos negativos de este proyecto se podrán concretar en términos de importancia.

La medición de la importancia del impacto absoluto está basada en el grado de manifestación cualitativa del efecto de la acción, que quedará reflejado en la importancia del impacto, la cual es función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la acción producida, como de la caracterización del efecto.

En este sentido, después de haber determinado los impactos ambientales, se realiza una *Matriz de evaluación de impactos absolutos* para cada factor afectado (ver matrices en el apartado V.4.1.) y se establece el índice de importancia de los impactos ambientales, el cual se define por una serie de 10 atributos de tipo cualitativo que fueron tomados de la metodología propuesta por V. Conesa (2010), donde a cada uno de los impactos ambientales negativos se les atribuye un valor del 1 hasta el 12 en cada uno de los 10 atributos que caracterizan y evalúan dicha afectación, a través diferentes criterios (ver Tabla V.1), para después realizar el siguiente algoritmo de importancia absoluta:

$$I = - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

<sup>2</sup> D. Gómez Orea. 2002. *Evaluación de impacto ambiental*. España. Ediciones Mundi-prensa.

Tabla V.1. Tabla de valores y criterios de los atributos.

Atributo	Valor				
	1	2	4	8	12
<b>Intensidad (IN)</b> El grado de incidencia de la acción sobre el factor	<i>Baja</i> Su efecto tiene una modificación mínima del factor considerado.	<i>Mediana</i> Su efecto provoca alteraciones en algunos de los factores del medio del SAR.	<i>Alta</i> Su efecto provoca alteraciones en todos los factores del medio del SAR.	<i>Muy alta</i> Su efecto provoca una modificación en los factores del medio y/o procesos fundamentales de funcionamiento.	<i>Total</i> Destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto.
<b>Extensión (EX)</b> Área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto	<i>Puntual</i> Cuando la acción impactante produce un efecto en áreas específicas dentro del polígono del proyecto.	<i>Parcial</i> Cuando la acción produce un efecto en todo el polígono del proyecto.	<i>Extenso</i> Cuando la acción produce un efecto más allá del polígono del proyecto pero dentro en el SAR.	<i>Total</i> Cuando la acción produce un efecto más allá del SAR.	<i>Critica</i> Cuando la acción produce un efecto puntual pero se produce en un lugar crítico.
<b>Momento (MO)</b> El tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio	<i>Largo plazo</i> Cuando el tiempo transcurrido es mayor a 5 años.	<i>Mediana plazo</i> Cuando el tiempo transcurrido es de 1 a 5 años.	<i>Inmediato</i> Cuando el tiempo transcurrido es inmediato	<i>Critico</i> Cuando se genera la acción es un momento crítico de funcionamiento del factor.	No aplica
<b>Persistencia (PE)</b> El tiempo en el que permanecerá el efecto a partir de su aparición	<i>Fugaz</i> Cuando el tiempo de permanencia es menor a 1 año.	<i>Temporal</i> Cuando el tiempo de permanencia es de 1 a 5 años.	No aplica	<i>Permanente</i> Cuando el tiempo de permanencia es mayor a 5 años.	No aplica
<b>Reversibilidad (RV)</b> La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales	<i>Reversible a Corto plazo</i> Cuyo efecto puede retornar de forma natural en menos de 1 año.	<i>Reversible a Medio plazo</i> Cuyo efecto puede retornar de forma natural de 1 a 10 años.	<i>Reversible a Largo plazo</i> Cuyo efecto puede retornar de forma natural después de 10 años.	<i>Irreversible</i> Alteración imposible de reparar por la acción natural.	No aplica
<b>Sinergia (SI)</b> El incremento simultáneo de varios agentes o acciones	<i>Sin sinergismo</i> Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no	No aplica	<i>Sinérgico</i> Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias	No aplica	No aplica

Atributo	Valor				
	1	2	4	8	12
	supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.		acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.		
<b>Acumulación (AC)</b> El incremento progresivo de un efecto	<i>No acumulativo</i> Cuando no existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten al mismo factor dentro del SAR.	No aplica	<i>Acumulativo</i> Cuando existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo factor dentro del SAR.	No aplica	No aplica
<b>Efecto (EF)</b> Relación causa-efecto	<i>Indirecto</i> El efecto no tiene incidencia inmediata en algún factor, pero si una relación próxima.	No aplica	<i>Directo</i> El efecto tiene incidencia inmediata en algún factor.	No aplica	No aplica
<b>Periodicidad (PR)</b> La regularidad de la manifestación	<i>Único</i> Cuando el efecto se manifiesta una sola vez.	<i>Irregular</i> Cuyo efecto se manifiesta de forma irregular en el tiempo.	<i>Periódico</i> Cuyo efecto se manifiesta de forma regular en el tiempo.	<i>Continuo</i> Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en el tiempo.	No aplica
<b>Recuperabilidad (MC)</b> Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios humanos	<i>Recuperable a corto plazo</i> Cuyo efecto puede eliminarse con medidas correctoras en menos de 1 año	<i>Recuperable a medio plazo</i> Cuyo efecto puede eliminarse con medias correctoras en más de 1 año	<i>Mitigable</i> Cuyo efecto puede minorarse con medidas correctoras	<i>Irrecuperable</i> Alteración imposible de reparar por medios humanos	No aplica

## b) Determinación de la significancia.

Después de evaluar la importancia absoluta de cada *Matriz de evaluación de impactos absoluto*, se determina la significancia del impacto para posteriormente jerarquizarlos de acuerdo a los siguientes rangos:

Tabla V.2 Rangos de significancia<sup>3</sup>.

Significancia	Rango	Definición
No significativo	Entre -13 y -30	Impacto no significativo que provoca alteraciones de muy baja afectación a los componentes que no comprometen la integridad de los mismos.
No significativo moderado	Entre -31 y -50	Impacto no significativo que afectan a los componentes sin poner en riesgo los procesos ecosistémicos de los que forman parte.
Significativo moderado	Entre -51 y -80	Impacto significativo que provoca alteraciones que sin medidas de mitigación afectarían el funcionamiento o estructura del ecosistema dentro del SAR.
Significativo	Entre -81 a -108	Impacto significativo 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.

## c) Determinación de las Unidades de Importancia (UI).

De manera conjunta a la determinación de la importancia, se realiza la determinación de otro concepto conocido como unidades de importancia, esto debido a que los distintos componentes del medio presentan importancias distintas unos respecto a otros de acuerdo a su contribución al ecosistema en el que se encuentran, por lo que es importante asignarles a los componentes valores conocidos como **peso relativo**, que son diferentes a los valores asignados para la importancia del impacto producido a dicho ecosistema.

Para mayor entendimiento, si un componente de bajo peso relativo sufre un impacto negativo importante, la pérdida de calidad ambiental del entorno no será elevada y viceversa, si un componente de elevado peso relativo sufre un impacto con índice de importancia baja, la pérdida de calidad ambiental del entorno será importante para el

<sup>3</sup> Elaboración propia.

funcionamiento del ecosistema. Por lo tanto, no se debe confundir la **importancia de un impacto** con la **importancia del componente**. La importancia de un impacto depende de la acción y del componente, sin embargo, la importancia del componente sólo depende del entorno.

Para llevar a cabo la asignación de las Unidades de Importancia (UI) para cada componente ambiental, se realiza un análisis basado en el diagnóstico ambiental del Capítulo IV (línea base) y con la opinión de profesionales en distintas áreas para determinar el entorno en condiciones iniciales y su importancia.

En tanto, en la presente metodología, los valores de importancia de los impactos negativos absolutos son luego multiplicados por las unidades de importancia (UI) asignadas para cada factor, obteniéndose el valor de importancia del impacto relativo a la importancia del factor ambiental afectado.

#### **d) Matriz de importancias absolutas y relativas de los impactos ambientales del proyecto.**

Como último paso de evaluación, se realiza la *Matriz de importancias absolutas y relativas de los impactos ambientales del proyecto*, en donde se muestra la **suma de importancia absoluta acumulada por factor ambiental** (suma de las importancias de cada actividad), **suma de importancia relativa acumulada por factor ambiental** (suma de la multiplicación de la importancia por el peso relativo de cada actividad) y el **valor promedio de importancia del impacto absoluto** (división de la importancia absoluta acumulada entre el número de interacciones por factor ambiental), este último se realiza con la finalidad de demostrar que no es la misma significancia del impacto producido a un factor por su importancia (valor promedio), a un impacto producido por el número de veces que se presenta en cada etapa del proyecto (importancia absoluta acumulada).

Para interpretar esta matriz, se resaltan las acciones y componentes con mayores valores absolutos y relativos, así como se muestran los colores correspondientes a la significancia tanto de los valores por actividad y los valores promedio de los impactos ambientales. También, para una mejor visualización, se realizan a su vez gráficos comparativos entre los valores absolutos, relativos y promedio.

### V.2.3. Análisis y descripción

A partir de los resultados obtenidos, se hace el análisis de la *significancia* de los impactos ambientales y la *importancia* de los componentes afectados para poder realizar la descripción de éstos, que dará lugar a proponer las medidas necesarias de prevención y mitigación de los impactos ambientales. Incluyendo a su vez, el análisis de los impactos acumulativos y residuales requeridos para este capítulo.

Conforme a lo expuesto anteriormente, en la siguiente figura se presenta de manera esquemática, un diagrama de flujo de la metodología diseñada para el proyecto, que se llevó a cabo para realizar el presente capítulo.



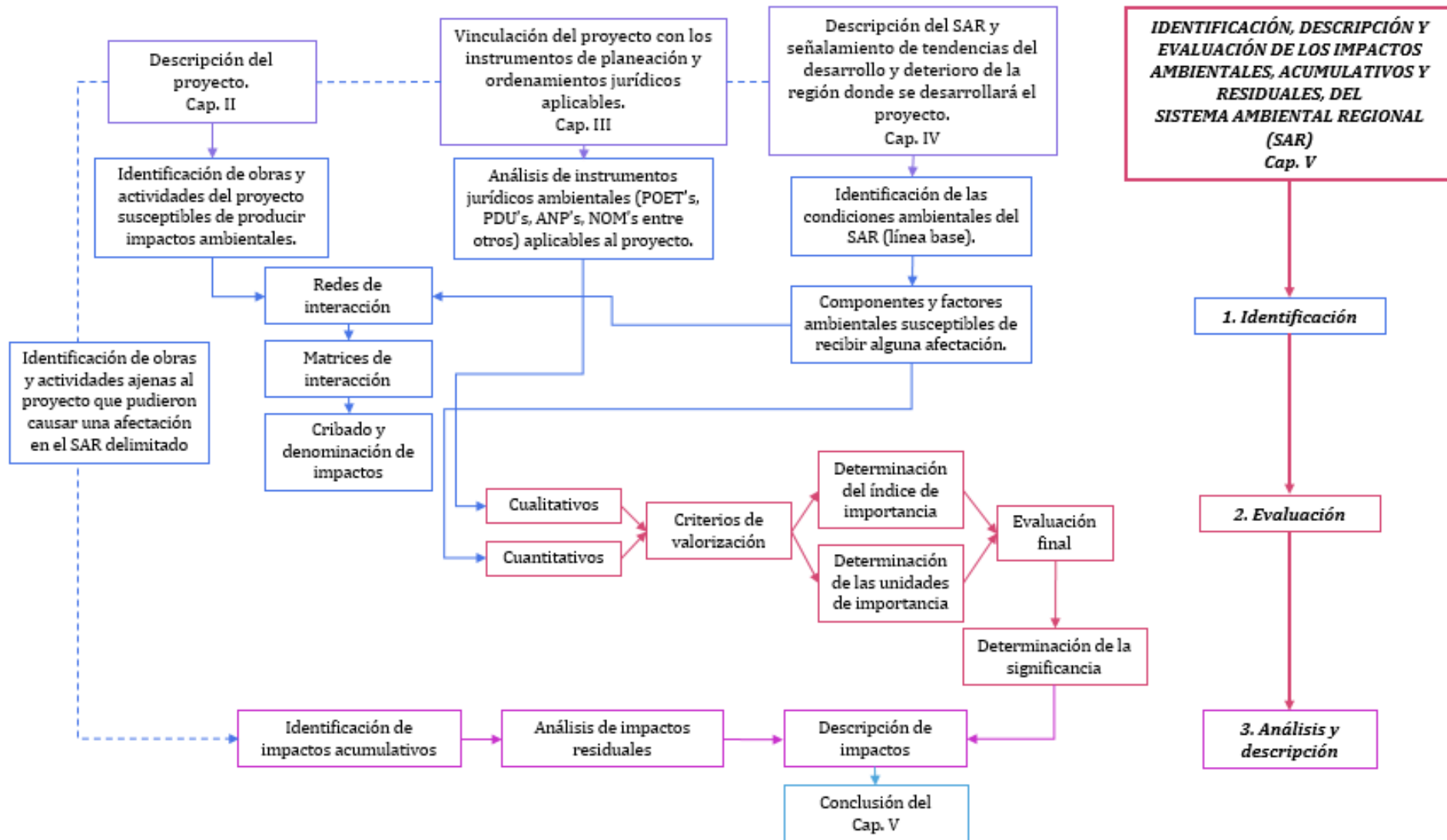


Fig. V.2 Diagrama de flujo del proceso metodológico<sup>4</sup>.

### V.3. Identificación de Impactos Ambientales

De acuerdo a la metodología anteriormente expuesta, a continuación se presentan los resultados obtenidos de la identificación de los impactos ambientales.

#### V.3.1. Obras del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales

De acuerdo a la naturaleza del proyecto que constará de la ampliación a un tercer carril sobre la autopista que corre de Tuxtla Gutiérrez a San Cristóbal de las Casas, sobre su Derecho de Vía (DDV), las obras susceptibles de generar impactos ambientales son las siguientes:

Tabla V.3 Obras susceptibles de producir impactos ambientales.

Obras permanentes	Obras provisionales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliación de la carretera.</li> <li>• Ampliación de puentes.</li> <li>• Ampliación de pasos inferiores vehiculares.</li> <li>• Mejoramiento de rampas de frenado.</li> <li>• Modernización del entronque.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén, fabricación de traveses y patio de maquinaria.</li> <li>• Planta de asfalto, trituradora, acopio de materiales pétreos.</li> <li>• Banco de materiales.</li> <li>• Habilitado de acero y cimbra.</li> </ul>

#### V.3.2. Actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales

Para determinar las actividades del proyecto, este se dividirá en dos niveles: las **etapas** en las que se desarrollará el proyecto y las **actividades** a realizar en cada una de sus etapas.

Tabla V.4 Actividades por etapas del desarrollo del proyecto, susceptibles de producir impactos ambientales<sup>5</sup>.

Etapas	Actividades
Preparación del sitio	Desmante y despalle.
Construcción	Cortes, excavaciones, relleno, compactación y tendido de carpeta asfáltica.
Operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento de la carretera.

<sup>5</sup> Para un mayor detalle acerca de las etapas y sus actividades del proyecto, ver Capítulo II.

### V.3.3. Componentes y factores ambientales susceptibles de recibir alguna afectación

Para determinar los componentes y factores ambientales susceptibles de afectación, se consideró la línea base del capítulo anterior, en donde se determinaron las características de cada uno de los componentes y factores, y la posibilidad de ser afectados por las actividades y obras del proyecto, obteniendo lo siguiente:

#### ***Componentes no afectados.***

Se entiende por componente no afectado a aquellos que, si bien existen en el entorno donde se desarrollará el proyecto, por la naturaleza del mismo, no serán susceptibles de afectación.

Como ya se ha mencionado, el proyecto constará de la ampliación a un tercer carril sobre el Derecho de Vía (DDV) de la carretera que corre de Tuxtla Gutiérrez a San Cristóbal y por consiguiente se realizarán las adecuaciones necesarias a la infraestructura existente como son: ampliaciones de puentes, pasos inferiores, mejoramiento de rampas de frenado y modernización de un entronque; por lo que se tiene que las obras que este proyecto contempla, no conllevan a la apertura de nuevas áreas o fragmentación de las existentes.

Con respecto a la hidrología superficial, a lo largo de los tramos que se modificarán se presentan escurrimientos de 1, 2 y 3 orden, no obstante debido a que los trabajos a realizar serán sobre la carretera existente, la misma ya cuenta con las soluciones pluviales en cada cruce con los escurrimientos, por lo tanto la hidrología superficial no será afectada por la construcción del proyecto.

#### ***Componentes afectados.***

Se entiende por componente afectado a los factores ambientales susceptibles de recibir alguna afectación por el desarrollo del proyecto.

Con respecto a la flora y fauna, para la construcción del proyecto se tendrá que remover vegetación, la cual está sujeta a cambio de uso de suelo, que corresponde al tipo de vegetación Selva Baja Caducifolia, Bosque de Pino-Encino y Bosque de Encino-Pino y el resto del trazo se encuentra desprovista de vegetación (en mayor proporción). Esta vegetación brinda servicios ambientales y es hábitat de especies de fauna de las cuales el grupo de aves es la más conspicua, después sigue el grupo de los reptiles y en menor

proporción los mamíferos. Es importante mencionar que algunas de las especies de reptiles y aves se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo su hábitat no se restringe al área del proyecto ya que su distribución y registro se encontró también en el SAR. Así mismo, los mamíferos registrados en campo son especies que se habitúan a la actividad humana.

Con respecto a la hidrología, el proyecto se encontrará sobre los acuíferos denominados “Tuxtla” y en menor superficie en el denominado “La Trinitaria”. Debido a que el proyecto será de tipo lineal y cementado, generará una disminución de la recarga de agua a los acuíferos, principalmente al Tuxtla, sin embargo, es importante mencionar que las pendientes predominantes del terreno son mayores al 20% de inclinación, donde casi toda el agua escurre, razón por la cual las laderas donde incidirá el proyecto presenta un mayor proceso de escurrimiento que de infiltración.

Con respecto al suelo, el proyecto incidirá en suelos Leptosoles, Luvisoles y Regosoles los cuales, por un lado ya fueron modificados debido a la construcción de la carretera existente e influencia de los asentamientos humanos cercanos a esta vía, y por otro lado en los tramos donde hay cobertura vegetal, conservan su fertilidad.

Por otra parte, con respecto a la atmósfera, para la construcción de este tipo de proyectos es necesario el uso de maquinaria pesada, equipo y tránsito de vehículos que emiten gases de efecto invernadero y, por su movimiento continuo, emiten partículas que incidirán sobre la calidad del aire. Así mismo el tendido de la carpeta asfáltica conllevará a la emisión de gases y partículas.

Bajo el contexto anterior, es importante mencionar que los componentes naturales que se encuentran en la superficie en donde se pretende ampliar la carretera, se encuentran bajo presión por el continuo flujo de vehículos que transitan en ella.

Para dar continuidad a la evaluación de los impactos ambientales y tomando en cuenta las actividades para desarrollo del proyecto, se identificaron como componentes y factores afectados los siguientes:

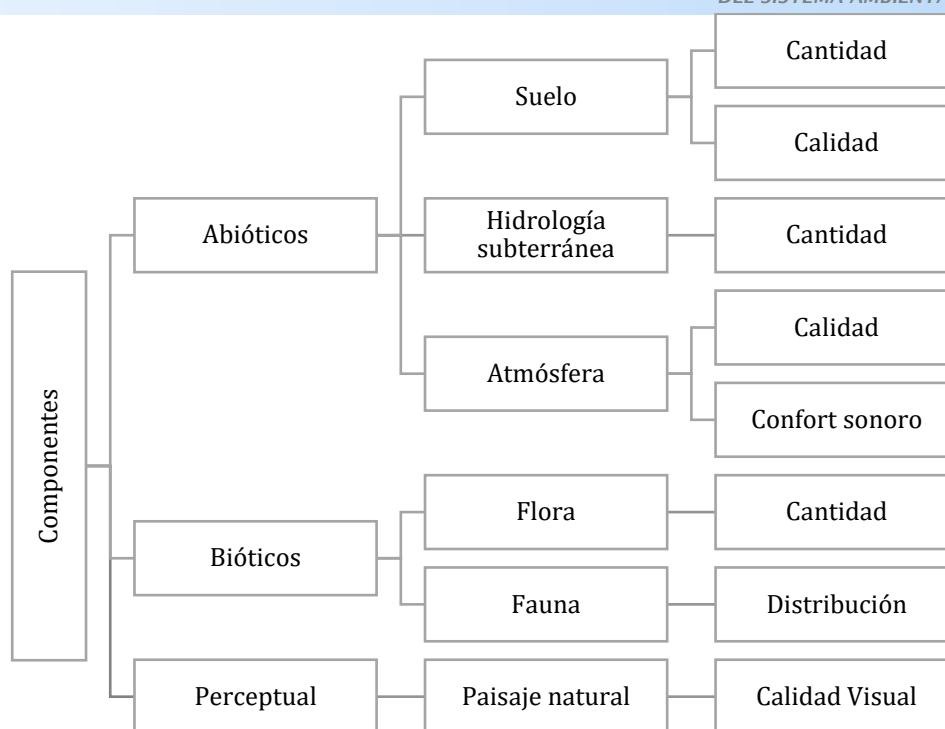


Fig. V.3 Componentes y factores ambientales susceptibles de recibir alguna afectación<sup>6</sup>.

#### V.3.4. Identificación de las obras y actividades ajenas al proyecto que han provocado impactos ambientales en el SAR.

Debido a que el presente proyecto se trata de la ampliación a un tercer carril sobre la autopista que corre de Tuxtla Gutiérrez a San Cristóbal de las Casas, sobre su Derecho de Vía (DDV), el sitio donde se realizarán las obras del presente proyecto, ya está modificado. En este sentido, los impactos ambientales que se generarán por el desarrollo del presente proyecto serán **acumulativos**.

Así mismo, se tiene influencia de actividades agrícolas y asentamientos humanos en algunos tramos del trazo del proyecto, por lo que en algunas partes la vegetación y suelo muestran deterioro por estas actividades.

#### V.3.5. Interacciones proyecto – entorno

Después de haber determinado las obras y actividades a desarrollar por el proyecto y los componentes y factores presentes en el SAR susceptibles de afectación, se realizó una *Red de Interacción* (Fig. V.4), que permite visualizar las interacciones proyecto-entorno a partir de las actividades consideradas en el proyecto.

<sup>6</sup> Elaboración propia.

### V.3.6. Red de interacción

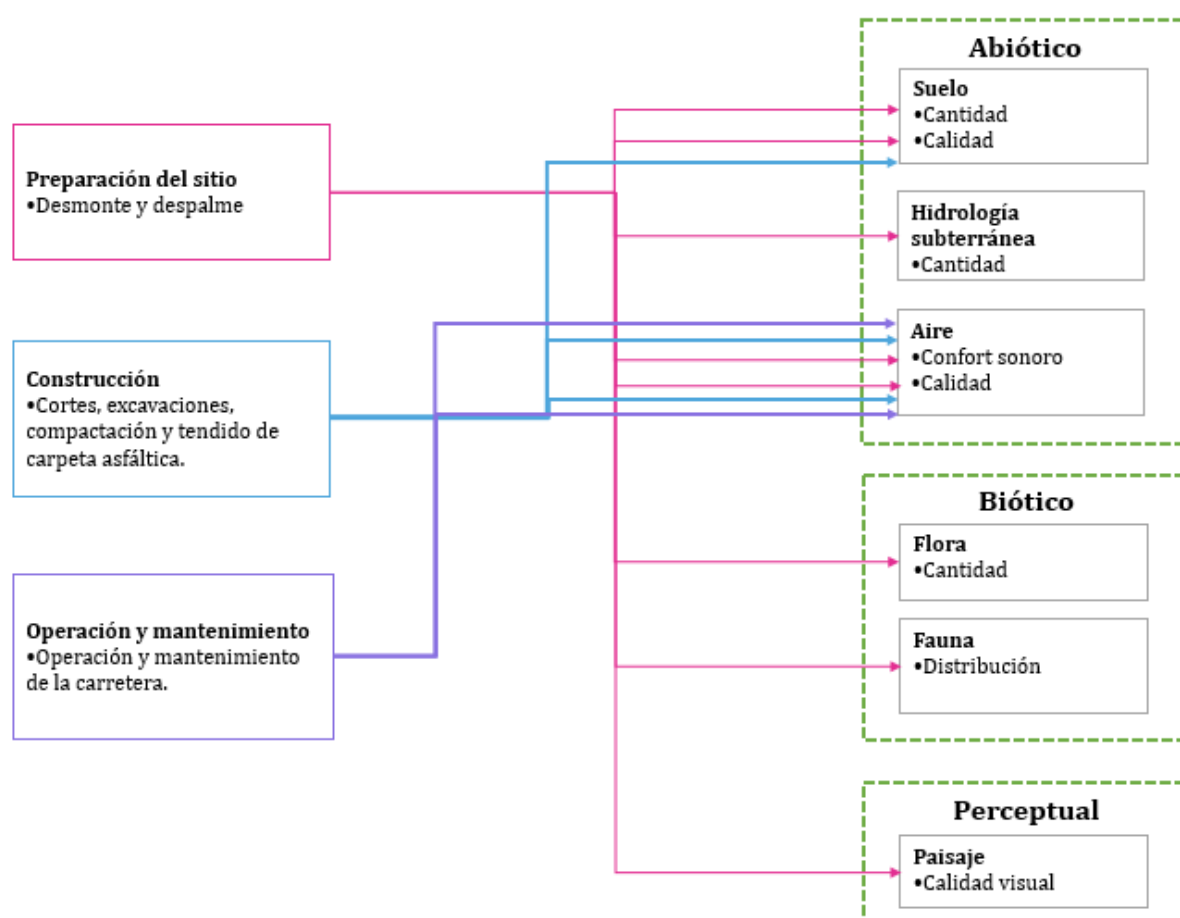


Fig. V.4 Red de interacciones proyecto-entorno<sup>7</sup>.

### V.3.7. Denominación de los impactos ambientales

Una vez identificadas las interacciones en la red, se realizó la tabla donde se exponen los componentes y factores susceptibles de recibir afectación, los impactos ambientales y las causas que los producen.

Tabla V.5. Impactos ambientales identificados y causas que los producen.

Componente	Factor	Impacto	Causa
Suelo	Cantidad	Pérdida de la capa orgánica de suelo	Por la remoción de cobertura vegetal, despalme y movimiento de tierras.
	Calidad	Alteración en la calidad del suelo	Por la remoción de cobertura vegetal; cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.

<sup>7</sup> Elaboración propia.

Componente	Factor	Impacto	Causa
Hidrología subterránea	Cantidad	Disminución de la infiltración	Por la remoción de cobertura vegetal y tendido de carpeta asfáltica.
Atmósfera	Calidad atmosférica	Contaminación atmosférica	Por la emisión de gases y polvos producto del uso de maquinaria pesada, equipo, vehículos de carga, movimiento de tierras y tendido de carpeta asfáltica.
	Confort sonoro	Alteración al confort sonoro	Por el aumento de decibeles que provocan ruido derivado del uso de maquinaria, equipo y vehículos de carga.
Flora	Cantidad	Pérdida de cobertura vegetal	Por la remoción de cobertura vegetal.
Fauna	Distribución	Desplazamiento de fauna	Por la remoción de cobertura vegetal.
Paisaje natural	Calidad visual	Modificación del paisaje natural	Por la remoción de cobertura vegetal.

### V.1.1.1 Matriz de interacción

Para terminar con la identificación de interacciones, se realizó la *Matriz de identificación de interacciones* en donde se cruzan las actividades identificadas con los componentes descritos, permitiendo la cuantificación de las actividades que generarán con mayor frecuencia cada impacto ambiental identificado. Para efectos de interpretación de esta matriz, todas las interacciones son de tipo negativas.

Matriz V.1 Matriz de identificación de interacciones.

Medio	Componente	Factor	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Suma de interacciones por factor	Suma de interacciones por componente
			Desmonte y despalle.	Cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.	Operación y mantenimiento la carretera.		
Abiótico	Suelo	Cantidad	1			1	3
		Calidad	1	1		2	
	Hidrología subterránea	Cantidad	1			1	1
		Atmósfera	Calidad	1	1	1	3
Confort Sonoro	1		1	1	3		
Biótico	Flora	Cantidad	1			1	1
	Fauna	Distribución	1			1	1
Perceptual	Paisaje natural	Calidad Visual	1			1	1
Suma de interacciones por actividad			8	3	2	13	
Suma de interacciones por etapa			8	3	2		

## V.4. Evaluación de los impactos ambientales

A continuación se muestra la evaluación de los impactos ambientales determinados.

### V.4.1. Determinación del índice de importancia

Como ya se mencionó, la importancia de un impacto es una valoración que expresa el alcance del efecto de una acción sobre un factor ambiental, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración.

Por lo que tomando como base el juicio de expertos, la tabla de *Impactos ambientales identificados y causas que los producen*, la *Matriz de Identificación de interacciones* y la *Red de interacción* que les dio origen, se generó para cada factor ambiental una *Matriz de evaluación de impactos absolutos* que se muestran a continuación (Matrices de la 2-9), tomando como base el modelo propuesto por V. Conesa (2010), donde a cada uno de los impactos ambientales negativos se les atribuyó un valor del 1 hasta el 12 en cada uno de los 10 atributos para después aplicar el algoritmo mostrado en el punto V.2.2.



Matriz V.2. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente **suelo**, factor **cantidad**.

SUELO (CANTIDAD)		ACTIVIDADES		
		PS	C	OYM
		Desmonte y despalme.	Cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.	Operación y mantenimiento la carretera.
INTENSIDAD	I	2		
EXTENSIÓN	EX	2		
MOMENTO	MO	4		
PERSISTENCIA	PE	8		
REVERSIBILIDAD	RV	4		
SINERGIA	SI	1		
ACUMULACION	AC	4		
EFFECTO	EF	4		
PERIODICIDAD	PR	1		
RECUPERABILIDAD	MC	8		
IMPORTANCIA (I)		-44	0	0

Matriz V.3. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente **suelo**, factor **calidad**.

SUELO (CALIDAD)		ACTIVIDADES		
		PS	C	OYM
		Desmonte y despalme.	Cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.	Operación y mantenimiento la carretera.
INTENSIDAD	I	2	2	
EXTENSIÓN	EX	1	2	
MOMENTO	MO	4	4	
PERSISTENCIA	PE	8	8	
REVERSIBILIDAD	RV	4	4	
SINERGIA	SI	1	1	
ACUMULACION	AC	4	4	
EFFECTO	EF	4	4	
PERIODICIDAD	PR	1	1	
RECUPERABILIDAD	MC	8	8	
IMPORTANCIA (I)		-42	-44	

Matriz V.4. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente **hidrología subterránea**, factor **cantidad**.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA (CANTIDAD)		ACTIVIDADES		
		PS	C	OYM
		Desmonte y despalme.	Cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.	Operación y mantenimiento la carretera.
INTENSIDAD	I	1		
EXTENSIÓN	EX	2		
MOMENTO	MO	1		
PERSISTENCIA	PE	2		
REVERSIBILIDAD	RV	4		
SINERGIA	SI	1		
ACUMULACION	AC	4		
EFFECTO	EF	4		
PERIODICIDAD	PR	1		
RECUPERABILIDAD	MC	4		
IMPORTANCIA (I)		-28	0	0

Matriz V.5. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente **atmósfera**, factor **calidad**.

ATMÓSFERA (CALIDAD)		ACTIVIDADES		
		PS	C	OYM
		Desmonte y despalme.	Cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.	Operación y mantenimiento la carretera.
INTENSIDAD	I	1	1	1
EXTENSIÓN	EX	2	2	1
MOMENTO	MO	4	4	4
PERSISTENCIA	PE	1	2	1
REVERSIBILIDAD	RV	1	1	1
SINERGIA	SI	1	1	1
ACUMULACION	AC	4	4	4
EFFECTO	EF	4	4	4
PERIODICIDAD	PR	2	4	2
RECUPERABILIDAD	MC	4	4	4
IMPORTANCIA (I)		-28	-31	-26

Matriz V.6. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente **hidrología subterránea**, factor **cantidad**.

ATMÓSFERA (CONFORT SONORO)		ACTIVIDADES		
		PS	C	OYM
		Desmonte y despalle.	Cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.	Operación y mantenimiento la carretera.
INTENSIDAD	I	1	1	1
EXTENSIÓN	EX	1	1	1
MOMENTO	MO	4	4	4
PERSISTENCIA	PE	1	2	1
REVERSIBILIDAD	RV	1	1	1
SINERGIA	SI	1	1	1
ACUMULACION	AC	4	4	4
EFECTO	EF	1	1	1
PERIODICIDAD	PR	2	2	1
RECUPERABILIDAD	MC	4	4	4
IMPORTANCIA (I)		-23	-24	-22

Matriz V.7. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente **flora**, factor **cantidad**.

FLORA (CANTIDAD)		ACTIVIDADES		
		PS	C	OYM
		Desmonte y despalle.	Cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.	Operación y mantenimiento la carretera.
INTENSIDAD	I	4		
EXTENSIÓN	EX	1		
MOMENTO	MO	8		
PERSISTENCIA	PE	8		
REVERSIBILIDAD	RV	4		
SINERGIA	SI	1		
ACUMULACION	AC	4		
EFECTO	EF	4		
PERIODICIDAD	PR	1		
RECUPERABILIDAD	MC	8		
IMPORTANCIA (I)		-52	0	0

Matriz V.8. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente **fauna**, factor **distribución**.

FAUNA (DISTRIBUCIÓN)		ACTIVIDADES		
		PS	C	OYM
		Desmonte y despalle.	Cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.	Operación y mantenimiento la carretera.
INTENSIDAD	I	1		
EXTENSIÓN	EX	2		
MOMENTO	MO	4		
PERSISTENCIA	PE	8		
REVERSIBILIDAD	RV	4		
SINERGIA	SI	1		
ACUMULACION	AC	4		
EFECTO	EF	4		
PERIODICIDAD	PR	8		
RECUPERABILIDAD	MC	8		
IMPORTANCIA (I)		-48	0	0

Matriz V.9. Matriz de evaluación de impactos absolutos para el componente **paisaje natural**, factor **calidad visual**.

PAISAJE NATURAL (CALIDAD VISUAL)		ACTIVIDADES		
		PS	C	OYM
		Desmonte y despalle.	Cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.	Operación y mantenimiento la carretera.
INTENSIDAD	I	1		
EXTENSIÓN	EX	2		
MOMENTO	MO	4		
PERSISTENCIA	PE	8		
REVERSIBILIDAD	RV	4		
SINERGIA	SI	1		
ACUMULACION	AC	4		
EFECTO	EF	4		
PERIODICIDAD	PR	1		
RECUPERABILIDAD	MC	8		
IMPORTANCIA (I)		-41	0	0

A partir de este punto, se puede observar el valor de la significancia de la relación acción-factor ambiental (cruzamiento) para posteriormente realizar una sumatoria lineal (horizontal) de la importancia total acumulada por factor ambiental que se reflejará en la *Matriz de importancias absolutas y relativas de los impactos ambientales del proyecto* (ver Matriz 10).

### V.1.1.2 Determinación de las Unidades de Importancia (UI).

La determinación de las unidades de importancia se llevó a cabo mediante la atribución a cada factor un valor resultado de la distribución relativa de mil unidades asignadas al total de componentes que conforman el ambiente, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V.6. Unidades de Importancia (UI) del proyecto.

Medio	Valor	Componente	Valor	Factor	UI	UI %
Abiótico	550	Suelo	240	Cantidad	120	0.12
				Calidad	120	0.12
		Hidrología subterránea	90	Cantidad	90	0.09
		Atmósfera	220	Calidad	130	0.13
				Confort Sonoro	90	0.09
Biótico	330	Flora	170	Cantidad	170	0.17
		Fauna	160	Distribución	160	0.16
Perceptual	120	Paisaje natural	120	Calidad Visual	120	0.12

Y como ya se mencionó, la asignación de los valores se desarrolló conforme al diagnóstico ambiental del Capítulo IV (línea base) y con la opinión de profesionales en distintas áreas. Para la interpretación de los valores asignados, se consideró la importancia relativa **alta** a los factores con valores mayores de 140, **media** a los factores con valores entre 100 y 139 y **baja** a los factores con valores menores a 99.

Tabla V.7. Análisis realizado para la asignación de unidades de importancia.

Componente	Factor	UI	Análisis
Suelo	Cantidad	120	De acuerdo a la información de campo, los suelos identificados en la superficie del proyecto son Regosol, Leptosol y Luvisol. Sus características, tanto los Leptosoles como los Luvisoles son susceptibles de erosión y por otro lado los Regosoles son pedregosos y se suelen encontrar en zonas erosionadas. En este sentido a lo largo del trazo del proyecto se tienen suelos productivos y suelos modificados por actividad humana por lo que este componente adquiere una importancia relativa media.
	Calidad	120	De acuerdo a la información de campo, los tipos de degradación del suelo que se presentan en la superficie del proyecto son de tipo: "degradación química por declinación de la fertilidad y reducción de contenido de materia orgánica" y en menor superficie "degradación física por pérdida de la función productiva" por la presencia de los asentamientos humanos correspondiente a la ciudad de San Cristóbal de las Casas; por lo que el grado de degradación va de ligero a extremo, éste último debido a la cercanía con la zona urbana

Componente	Factor	UI	Análisis
			del municipio de San Cristóbal de las Casas, que la causa principal de degradación es originada por: actividades agrícolas, deforestación y remoción de la vegetación. Bajo este contexto, en los tramos del área del proyecto con mayor cobertura vegetal, los suelos conservan su fertilidad. En este sentido, a lo largo del proyecto se tienen tanto suelos conservados como degradados por lo que la importancia relativa de este factor es media.
Hidrología subterránea	Cantidad	90	El proyecto se encuentra en el acuífero denominado "Tuxtla" y en menor superficie en el denominado "La Trinitaria". El proceso de recarga al acuífero se origina principalmente por la infiltración de la lluvia y del escurrimiento superficial, en el SAR las áreas receptoras más importantes se localizan en las partes altas de las sierras con extensos afloramientos de roca fracturada, donde la precipitación pluvial es mayor, lo cual representa zonas potenciales de recarga. En este sentido, el proyecto al ser de tipo lineal, generará una disminución al acuífero, sin embargo, la extensión de este con respecto al acuífero no es relevante, por lo que este componente adquiere una importancia relativa baja.
Atmósfera	Calidad atmosférica	130	Durante el desarrollo del proyecto, la contaminación atmosférica será generada por la emisión de gases y polvo provenientes de la maquinaria, equipo y vehículos de carga, así como por el tendido de la carpeta asfáltica. Debido a que el proyecto incidirá sobre el Derecho de Vía de la carretera existente, sobre esta ya hay contaminación de fondo por la circulación constante de vehículos que generan emisiones; sin embargo es importante preservar la calidad del aire por lo que la importancia relativa de este factor se considera media.
	Confort sonoro	90	El aumento de decibeles se generará durante la operación de maquinaria y equipo que lo percibirá principalmente el personal y fauna que se encuentren en los sitios de obra. Sin embargo, debido a que el proyecto incidirá sobre el Derecho de Vía de la carretera existente, sobre esta ya hay ruido de fondo por la circulación constante de automóviles y vehículos pesados. En este sentido, el proyecto no abonará de manera significativa al aumento de ruido en la zona por lo que adquiere la importancia relativa baja.
Flora	Cantidad	170	De acuerdo a la información de campo el tipo de vegetación en la superficie a afectar (sujeta a cambio de uso de suelo) corresponde a Selva Baja Caducifolia, Bosque de Pino-Encino y Bosque de Encino-Pino, así como una superficie con mayor porcentaje de "sin vegetación aparente". En este sentido, se removerá cobertura vegetal la cual es hábitat de fauna silvestre y se perderán los servicios ambientales que la vegetación brinda; por lo que este componente adquiere una importancia relativa alta.
Fauna	Distribución	160	En cuanto a la abundancia de reptiles, mamíferos y aves, el grupo de aves es la más conspicua, le sigue el grupo de los reptiles y después el de los mamíferos; entre ellos se encuentran especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que este componente adquiere importancia relativa alta.
Paisaje natural	Calidad visual	120	Derivado de que el proyecto trata de la ampliación a un carril en la carretera existente, se encuentran elementos como postes, señalética horizontal y vertical, taludes, etc; por lo que la calidad visual es principalmente antrópica, sin embargo, al tratarse de una ampliación, se removerá la vegetación existente sobre el derecho de

Componente	Factor	UI	Análisis
			vía de dicha de la carretera, por lo que el paisaje natural adquiere una importancia relativa media.

#### V.4.2. Matriz de importancias absolutas y relativas de los impactos ambientales del proyecto

Como resultado de la aplicación de los pasos descritos anteriormente, se obtuvo la *Matriz de importancias absolutas y relativas de los impactos ambientales del proyecto*, misma que permite:

- Conocer las actividades del proyecto y etapa que tendrán una mayor incidencia en los factores del sitio donde se desarrollará el proyecto.
- Determinar si las casillas de cruce (acción – factor) corresponden a impactos significativos (mayores puntuaciones) y que darán lugar a buscar alternativas en el proyecto que mitiguen la causa.
- Conocer la significancia del valor promedio de los impactos absolutos por factor ambiental que darán lugar a determinar las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales.
- Conocer los factores ambientales con mayor importancia y susceptibilidad de ser afectados (valores más altos), debido a su contribución y función en el ecosistema.
- Comparar entre las acciones con impactos ambientales no significativos o significativos y la importancia de los factores del medio; es decir, aun y cuando un impacto sea no significativo, la importancia relativa del factor determina si se deberán tomar medidas para mitigar o compensar el impacto del proyecto sobre ese factor.

Para la interpretación de esta matriz, se resaltaron con color gris los resultados de mayor valor y el color correspondiente de la significancia de los impactos.

Matriz V.10. Matriz de importancias absolutas y relativas de los impactos ambientales del proyecto<sup>8</sup>.

Medio	Componente	Factor	Importancia Relativa del Factor	PS	C	OYM	Suma de importancia total absoluta acumulativa por componente ambiental	Suma de importancia total relativa por componente ambiental	Valor medio de importancia del impacto absoluto	Significancia del impacto	
				Desmonte y despalme.	Cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.	Operación y mantenimiento la carretera.					
Abiótico	Suelo	Cantidad	0.12	-44	0	0	-44	-5.3	-44	No significativo moderado	
		Calidad	0.12	-42	-44	0	-86	-5.2	-43	No significativo moderado	
	Atmósfera	Hidrología subterránea	Cantidad	0.09	-28	0	0	-28	-2.5	-28	No significativo
		Confort Sonoro	Calidad	0.13	-28	-31	-26	-85	-3.7	-28	No significativo
			0.09	-23	-24	-22	-69	-2.1	-23	No significativo	
Biótico	Flora	Cantidad	0.17	-52	0	0	-52	-8.8	-52	Significativo moderado	
	Fauna	Distribución	0.16	-48	0	0	-48	-7.7	-48	No significativo moderado	
Perceptual	Paisaje natural	Calidad Visual	0.12	-41	0	0	-41	-4.9	-41	No significativo moderado	
Suma de interacciones por actividad				-306	-99	-48	-453	-40.2			
Suma de interacciones por etapa				-306	-99	-48					

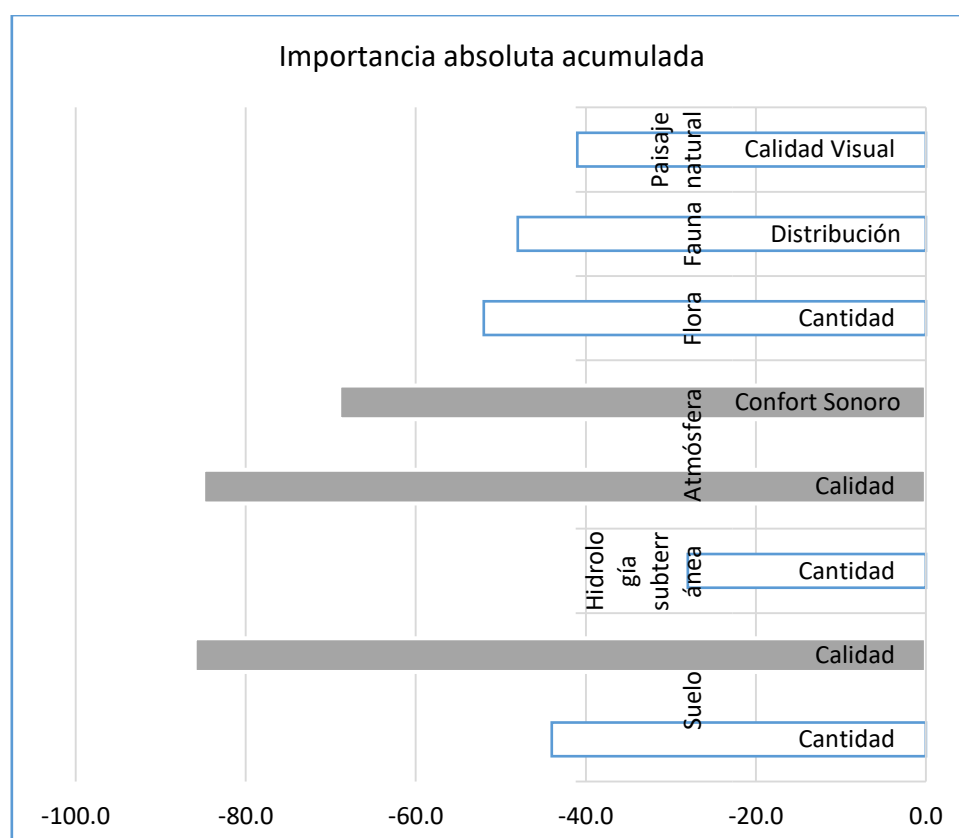
<sup>8</sup> Elaboración propia.

### V.1.1.3 Gráficas de la importancia de impactos ambientales

Para una mejor visualización de los impactos ambientales y su importancia se realizaron gráficas a partir de los resultados obtenidos en la matriz general en donde se puede apreciar claramente lo siguiente:

- **La importancia absoluta acumulada de los impactos ambientales.** Se refiere a la sumatoria de los impactos ambientales absolutos valorizados con los atributos cualitativos. Se muestran en gris los impactos ambientales del proyecto con mayor valoración; es decir, aquellos factores ambientales afectados por la acumulación de las interacciones con las actividades del proyecto.

Gráfica V.1. Gráfica de importancia absoluta acumulada<sup>9</sup>.

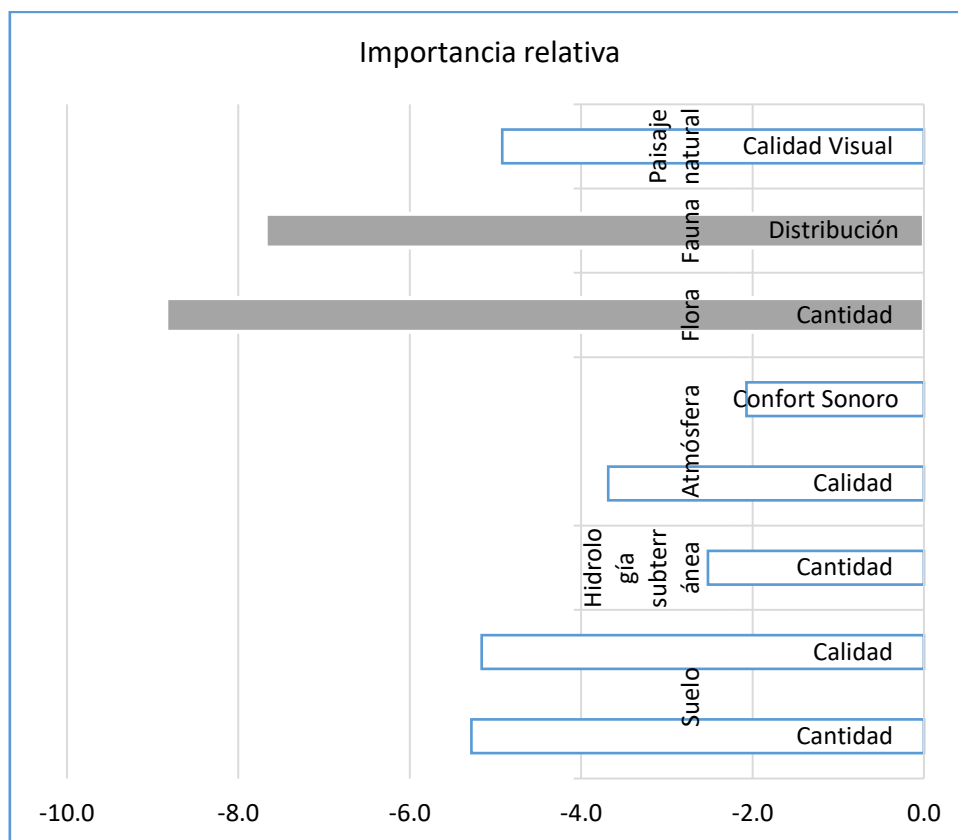


- **La importancia relativa de cada factor ambiental.** Se refiere a la multiplicación de la importancia absoluta por el peso relativo de cada factor entre el número de veces que aparece la interacción actividad-factor, dando así la importancia relativa

<sup>9</sup> Elaboración propia.

real de cada factor. Se muestran en gris los factores ambientales importantes, debido a su contribución en el ecosistema en el que se encuentra el proyecto.

Gráfica V.2 Gráfica de la importancia relativa<sup>10</sup>.

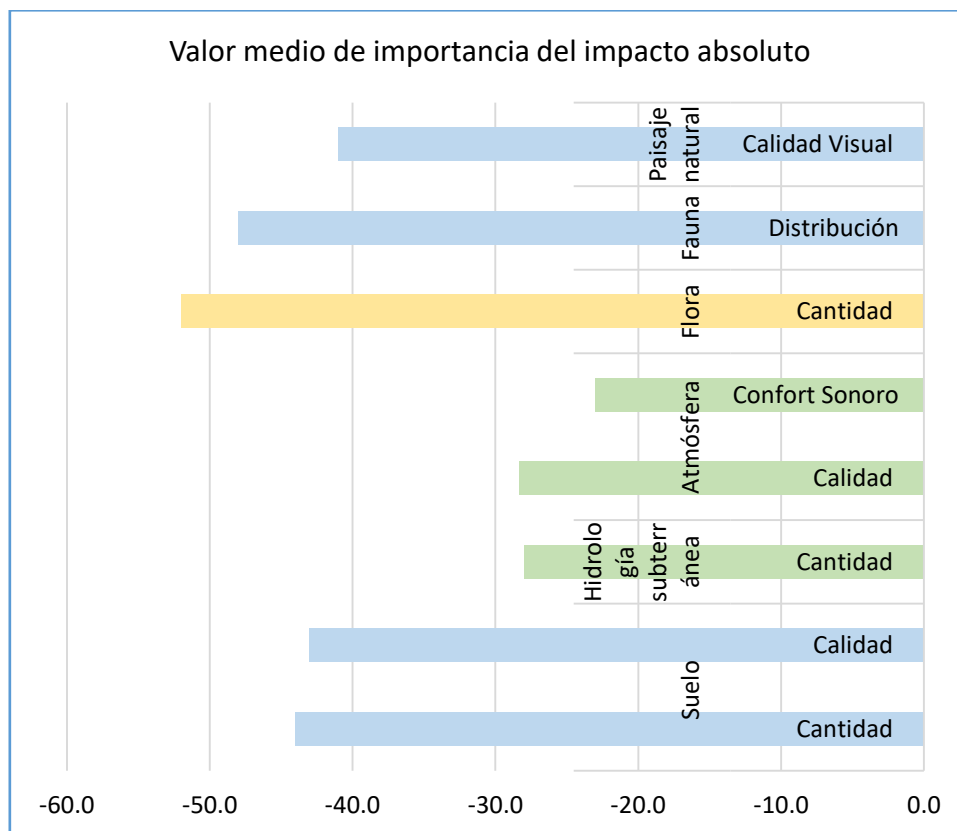


- **Valor promedio de importancia del impacto absoluto.** Se refiere al resultado del promedio de los impactos ambientales acumulados, esto con la finalidad de obtener la significancia total de los impactos de la acciones sobre los factores ambientales. Se muestran los colores correspondientes a la significancia.

<sup>10</sup> Elaboración propia.



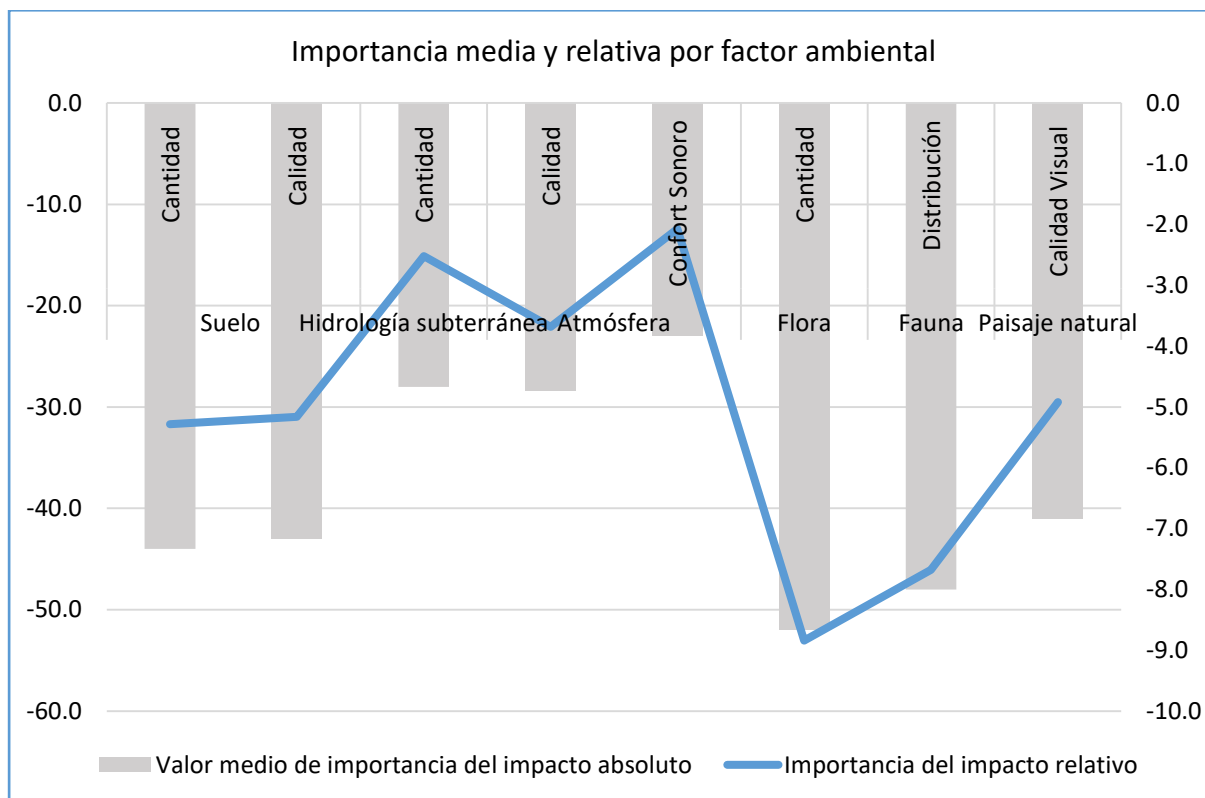
Gráfica V.3 Gráfica del valor medio de importancia del impacto absoluto<sup>11</sup>.



Por último, se realizó una gráfica comparativa entre el valor medio de la importancia y la relativa con la finalidad de visualizar la diferencia entre las dos.

<sup>11</sup> Elaboración propia.

Gráfica V.4 Gráfica de la importancia media y relativa por factor ambiental<sup>12</sup>.



## V.5. Impactos Acumulativos y Residuales

Conforme al REIA en su fracción V del Artículo 13, se identificaron los impactos ambientales acumulativos y residuales que pudiera ocasionar el proyecto descritos a continuación.

### V.5.1. Impactos acumulativos

El REIA en su fracción VI del Artículo 3°, describe a un impacto acumulativo como el impacto donde su efecto en el ambiente resulte 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.

Por ello el análisis de los impactos ambientales se basó en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originada por efectos aditivos. 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, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de

<sup>12</sup> Elaboración propia.

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 va a interactuar.

Como ya se mencionó anteriormente, debido a que el proyecto incidirá sobre la autopista que corre de Tuxtla Gutiérrez a San Cristóbal de las Casas sobre su Derecho de Vía (DDV), los componentes que se encuentran en el sitio donde se realizarán las obras del presente proyecto, se encuentran modificados e influenciados por la presión que ejerce la actividad constante en esta vía. En este sentido, los impactos ambientales que se identificaron anteriormente fueron **acumulativos**, por lo que su valoración en las *Matrices de evaluación de impactos absolutos*, se les asignó la calificación más alta (4) en función del atributo Acumulación (AC).

#### V.5.2. Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto ambiental, que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente habrá impactos ambientales cuyos efectos persistirán aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales. Así también el REIA en su fracción X del Artículo 3°, describe a un impacto residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

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.

La valoración de los impactos residuales en las *Matrices de evaluación de impactos absolutos* se llevó a cabo en función del atributo de la Recuperabilidad (MC), calificados con valor máximo de 8.

Para este proyecto, los impactos ambientales residuales identificados son la **pérdida de la capa orgánica del suelo, alteración a la calidad del suelo, pérdida de cobertura vegetal, desplazamiento de fauna y la modificación del paisaje natural**. Esto debido a la permanencia de la carretera sobre los componentes suelo, flora y fauna, por lo que es importante recalcar que los componentes afectados ya habían sido modificados con anterioridad por la construcción de la carretera existente.

## V.6. Análisis y Descripción de los Impactos Ambientales

Una vez identificado lo anterior, se procede a realizar la descripción y análisis de los impactos ambientales que ocasionará el proyecto y su significancia.

### V.6.1. Pérdida de la capa orgánica del suelo

El impacto ambiental pérdida de la capa orgánica del suelo, se ocasionará por la remoción de la vegetación, despalle y movimiento de tierras durante la preparación del sitio, ya que se llevará consigo la capa fértil del suelo e indirectamente lo dejará susceptible de erosión eólica e hídrica de manera temporal. Así mismo el movimiento de tierras por el acarreo y transporte de materiales para la construcción del carril y modificación de la infraestructura existente, conllevará a que se pierda parte del suelo durante su movimiento.

Como ya se mencionó en los puntos anteriores, este impacto es **acumulativo** debido a las actividades similares que se realizaron para la construcción de la carretera existente y es **residual** debido a que la infraestructura del proyecto se colocará permanentemente en el suelo; no obstante, este impacto resultó **no significativo moderado** porque la afectación se prevé en áreas puntuales, sólo donde será removida la vegetación y sobre suelos sin vegetación aparente dentro del Derecho de Vía de la carretera y, como ya se ha mencionado, las características de estos suelos fueron modificadas anteriormente en su estructura por la construcción de la carretera existente y se encuentran presionados por la constante actividad (paso de vehículos) en esta vía.

### V.6.2. Alteración a la calidad del suelo

El impacto ambiental, alteración en la calidad del suelo, se ocasionará por las actividades necesarias para la construcción del proyecto las cuales son: primero, por la remoción de la cobertura vegetal, después por los cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica; lo cual implicará que la permanencia de la construcción sea un impedimento para el desarrollo de vegetación y con ello se modifique la estructura del suelo.

Al igual que el impacto anterior, este impacto es **acumulativo** debido a las actividades similares que se realizaron para la construcción de la carretera existente y es **residual** debido a que la infraestructura del proyecto se colocará permanentemente en el suelo; no obstante, ya que las obras se construirán como una ampliación de la carretera existente,

sólo se dará este impacto en áreas puntuales del suelo modificado por lo que resulta **no significativo moderado**, y como se mencionó anteriormente, los suelos se encuentran presionados por la constante actividad (paso de vehículos) en esta vía.

Por otro lado, es importante mencionar que el suelo durante la construcción del proyecto, quedará susceptible a derrames accidentales de sustancias que se utilizan para el funcionamiento de la maquinaria y equipo como gasolinas, diésel, aceites, lubricantes, etc., los cuales si tienen contacto directo con el suelo alterarían su calidad; razón por la cual, ante estos eventos se prevén medidas ambientales que se detallan en el Capítulo VII.

#### V.6.3. Disminución de la infiltración

La disminución de la infiltración será provocada por la remoción de la vegetación y por el tendido de la capa asfáltica, que por su permanencia, implicará que el agua no pueda infiltrarse en el trazo del proyecto. También es **acumulativo** porque se trata de la ampliación de la carretera existente la cual ya causó un impacto al proceso de infiltración; sin embargo, este impacto es **no significativo** ya que las pendientes predominantes del terreno son mayores al 20%, por lo que el agua escurre y no alcanza a infiltrarse, y por consiguiente, la zona en donde se encontrará el proyecto no representa una zona potencial de recarga del acuífero. Así mismo, la extensión del proyecto con respecto a los acuíferos en los que incidirá no es representativa.

#### V.6.4. Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica será producida por el uso de maquinaria, equipo y vehículos de carga, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, en las cuales emitirán gases de combustión y durante su circulación levantará polvos; además la conformación de la carpeta asfáltica generará emisiones y partículas producto de combustión incompleta de derivados del petróleo por su calentamiento para el tendido. Por otro lado, durante la operación de la carretera se tendrían que renivelar hundimientos en la superficie de rodamiento, por lo cual para su mantenimiento se requerirá de la elaboración de asfalto in situ, el cual generará nuevamente gases a la atmósfera.

Este impacto ambiental es **acumulativo** ya que, como se incidirá sobre una carretera existente, ya hay una contaminación de fondo producida por el constante flujo de vehículos, la cual es ajena al proyecto; no obstante, este impacto resultó **no significativo** ya que el uso de maquinaria, equipos y vehículos de carga (fuentes generadoras de

contaminación atmosférica) así como el tendido de la carpeta asfáltica, será únicamente en las superficies destinadas a las obras y sitios de mantenimiento, por el tiempo que durarán las etapas de desarrollo del proyecto; por lo que, la emisión de polvos y gases serán temporales y puntuales, además existe un proceso de dilución en el ambiente favorecido por los vientos.

Es importante mencionar que durante la operación del proyecto, como se ampliará la carretera existente, se espera una menor emisión de gases de combustión por los vehículos que circulen en esta vía, ya que se reducirán los embotellamientos y consumo de combustible que conllevan un incremento de emisiones por los vehículos obligados a frenar y acelerar.

#### V.6.5. Alteración al confort sonoro

El impacto ambiental, alteración al confort sonoro, será producido por el uso de maquinaria, equipo y vehículos de carga, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento que aumentarán el nivel de ruido provocando alteración al confort sonoro en la zona de trabajo.

Este impacto ambiental, al igual que el impacto anterior, es **acumulativo** ya que, como se incidirá sobre una carretera existente, ya hay una emisión de ruido de fondo producida por el constante flujo de vehículos la cual es ajena al proyecto; sin embargo, este impacto resultó **no significativo** ya que la emisión de ruido será temporal y puntual, condiciones por las cuales se percibirá mayormente en el sitio donde se encuentren operando los equipos y maquinaria, además, como ya se mencionó, al tratarse de la modificación de una carretera existente, hay movimiento continuo de automóviles y vehículos pesados que provocan ruido de fondo, por lo que el uso de la maquinaria no abonará de manera significativa al ruido que existe actualmente.

#### V.6.6. Pérdida de cobertura vegetal

La pérdida de cobertura vegetal se ocasionará en la etapa de preparación del sitio, por su remoción para la construcción del proyecto. Este impacto también es **acumulativo** ya que se tuvo que remover vegetación para la construcción de la carretera existente y **residual** ya que la vegetación no se podrá desarrollar nuevamente en la zona del proyecto.

De acuerdo al apartado anterior, la vegetación que se presenta en la superficie a afectar (sujeta a cambio de uso de suelo) corresponde a Selva Baja Caducifolia, Bosque de Pino-Encino y Bosque de Encino-Pino, así como una superficie con mayor porcentaje de “sin vegetación aparente” debido a que se incidirá sobre el Derecho de Vía de la carretera existente. Esta vegetación brinda servicios ambientales tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de los 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; entre otros. Así mismo, con ello se modifica el hábitat de la fauna silvestre asociada a esta vegetación, por lo que este impacto se reconoce como **significativo moderado**.

Es importante mencionar que si bien es significativo moderado, no es significativo en términos de la definición del REIA ya que el impacto provocará alteraciones que si no se toman medidas de mitigación, afectarían el funcionamiento o estructura del ecosistema dentro del SAR, en este sentido, el proyecto compensará la pérdida de la cobertura vegetal mediante el **Programa de Manejo de Flora** que se muestra a detalle en el Capítulo VII. Así mismo, cabe reiterar que se removerá vegetación que se encuentra en el DDV de la carretera, por lo que no implica la fragmentación de hábitat y asimismo se encuentra influenciada debido al efecto borde generado por la presión que la carretera y las actividades desarrolladas en ella conllevan.

#### V.6.7. Desplazamiento de fauna

El desplazamiento de fauna se dará al momento de remover la cobertura vegetal que se verá obligada a trasladarse a otras zonas donde encuentren refugio. Así mismo, la generación de ruido, el movimiento de la maquinaria y de personal (durante las etapas de preparación del sitio y construcción) son otros factores que ocasionarán su desplazamiento.

Este impacto es **acumulativo** ya que al construir la carretera existente la fauna en su momento se trasladó a otras zonas; no obstante, este impacto resulta **no significativo moderado** ya que el proyecto se pretende desarrollar en el DDV de la carretera existente, por lo que las condiciones naturales se muestran alteradas debido al efecto borde generado por la presión que la carretera y las actividades desarrolladas en ella conllevan. Lo anterior se puede evidenciar por la escasa diversidad de especies de mamíferos

(tlacuache sureño, coatí, ardilla vientre rojo y conejo serrano) los cuales son especies que se habitúan fácilmente a la actividad humana, inclusive algunos de ellos se les puede encontrar en zonas urbanas. Asimismo, las especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son del grupo de reptiles y aves, de las cuales, los reptiles condicionados a su baja vagilidad se le puede encontrar fácilmente en áreas donde haya vegetación y por otro lado, las aves condicionadas a su alta vagilidad se pueden desplazar fácilmente entre el SAR y área del proyecto; además, todas las especies en norma se encuentran con distribución y registro dentro del SAR, por lo que su presencia no se restringe al trazo del proyecto.

#### V.6.8. Modificación del paisaje natural

La modificación del paisaje natural, se provocará al momento de remover la cobertura vegetal presente en algunos tramos del trazo del proyecto, lo cual eliminará parte del paisaje representativo de los bosques y selva. Sin embargo, este impacto es **no significativo moderado** ya que el paisaje del SAR y la superficie contigua al área del proyecto seguirá teniendo vegetación natural. Así mismo como se desarrollará el proyecto en la carretera existente, el paisaje natural ya se había visto transformado; en este sentido, desde la vista del espectador hacia la carretera se seguirá observando la artificialidad de esta infraestructura, y desde la vista del espectador que utilice esta vía seguirá observando vegetación natural en las zonas donde no haya asentamientos humanos.

Por lo anterior, también este impacto se considera **acumulativo**. Y por otro lado **residual** ya que la vegetación natural será removida y sustituida por la infraestructura del proyecto.

#### V.7. Conclusiones

Con base en la identificación y evaluación de impactos ambientales realizada, se concluye que el proyecto ocasionará en general una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa; sin embargo, bajo los criterios y análisis realizado, los impactos ambientales identificados resultaron ser **no significativos**, salvo la pérdida de cobertura vegetal, que por los servicios ambientales que brinda la vegetación que se encuentra en el trazo del proyecto, se reconoce que su pérdida será **significativa**. Es importante recordar que si bien el impacto de pérdida de cobertura vegetal es relevante, no es significativo en términos del REIA que a su letra dice lo siguiente: *“Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos*



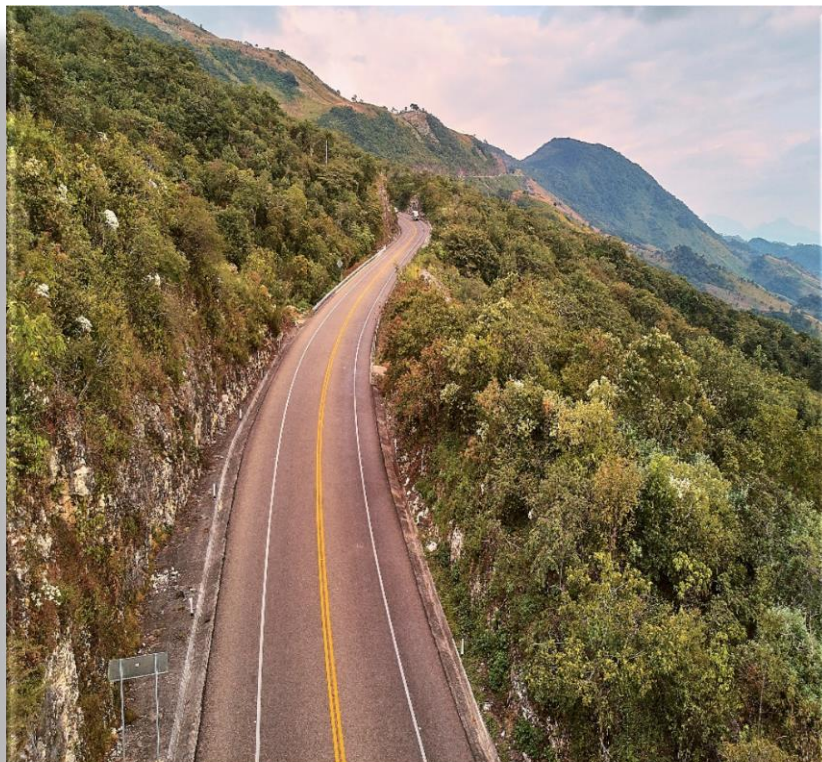
*naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;*”, ya que se implementarán medidas que compensarán este impacto.

Asimismo, se implementarán para todos los impactos identificados medidas de prevención, mitigación y compensación, y se les dará seguimiento con la finalidad de asegurar su efectividad. También, se implementarán medidas tendientes a la protección, conservación y reubicación de flora y fauna, antes de realizar cualquier actividad para el desarrollo del proyecto (Ver Capítulo VII).

Los impactos en general son los característicos y esperados en una obra civil de la magnitud de este proyecto y como se ha mencionado, debido a que el proyecto se trata de la ampliación a un tercer carril de una carretera existente, todos los impactos resultan acumulativos. Por otro lado, se identificaron como impactos residuales a las pérdidas de cobertura vegetal y suelo, la alteración a la calidad del suelo, desplazamiento de la fauna y modificación del paisaje natural, ya que la afectación será permanente en el sitio donde se desarrollará el proyecto, sin embargo, las condiciones naturales se encuentran actualmente alteradas debido al efecto borde generado por la presión que la carretera y por las actividades desarrolladas en ella. Esto último se puede evidenciar por la escasa presencia de especies de mamíferos registrados en campo y por otro lado, a pesar de que algunas especies de reptiles y aves se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 todas se encuentran con distribución y registro dentro del SAR, por lo que su presencia no se restringe al área del proyecto.

# CAPÍTULO VI

***JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.***



## I. Contenido

<b>VI. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo</b> .....	<b>4</b>
VI.1.1. Introducción.....	4
VI.1.2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA. ....	4
<b>Acciones y conceptos que aseguran el mantenimiento de la biodiversidad.....</b>	<b>34</b>
<b>a) Susceptibilidad de los suelos a la erosión.....</b>	<b>35</b>
<b>b) Análisis de tierras frágiles. ....</b>	<b>36</b>
Degradación de los suelos.....	37
Resultados obtenidos en el modelo de erosión eólica.....	40
Resultados obtenidos en el modelo de erosión hídrica. ....	45
<b>VI.1.3. JUSTIFICACIÓN ECÓNOMICA Y SOCIAL .....</b>	<b>53</b>

## II. Figuras

Figura VI. 1. Tipos de vegetación y usos de suelo en la superficie del SAR de acuerdo con la Serie VI del INEGI. ....	5
---	---

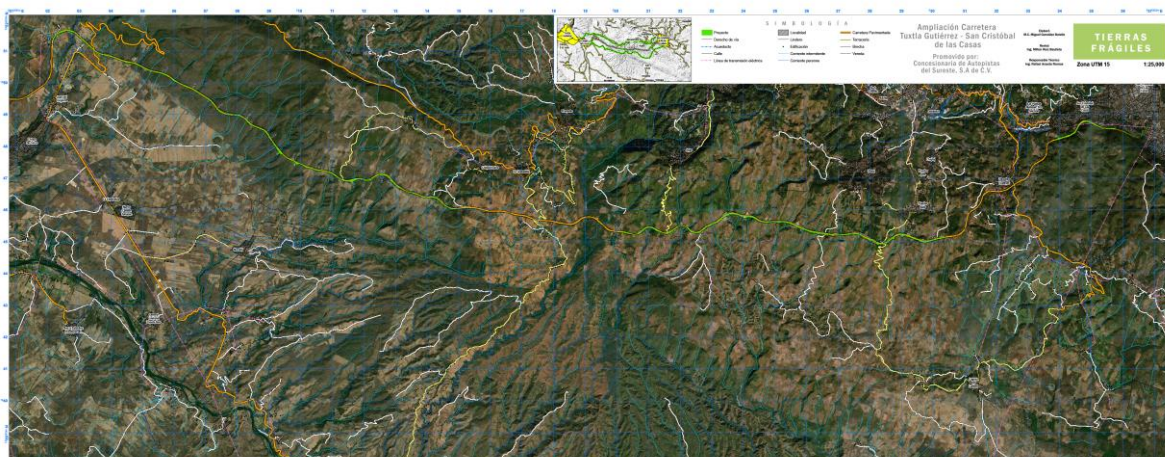


Figura VI. 2. Espaciograma que muestra la cantidad y calidad de vegetación al interior de la superficie sujeta a afectación. ....	37
Figura VI. 3. Tipo de degradación de los suelos en el SAR en la cual se encuentra incluida la superficie de afectación del proyecto. ....	38
Figura VI. 4. Causa de degradación de los suelos en el SAR en la cual se encuentra incluida la superficie de afectación del proyecto. ....	39
Figura VI. 5. Grado de degradación de los suelos en el SAR en la cual se encuentra incluida la superficie de afectación del proyecto. ....	39

## III. Tablas

Tabla VI. 1 . Flora vascular registrada en los muestreos del SAR y al interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo.....	6
Tabla VI. 2 . Valores de diversidad calculados para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de cambio de uso de suelo. ....	9
Tabla VI. 3 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbóreo. ....	10
Tabla VI. 4 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbustivo. ....	12

Tabla VI. 5 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato herbáceo.....	14
Tabla VI. 6 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en los pastos. ....	15
Tabla VI. 7 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el grupo de cactáceas. ....	15
Tabla VI. 8 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el grupo de cactáceas. ....	16
Tabla VI. 9 . Flora vascular registrada en los muestreos en el SAR y al interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo.....	16
Tabla VI. 10 . Valores de diversidad calculados para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de cambio de uso de suelo. ....	19
Tabla VI. 11 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbóreo. ....	20
Tabla VI. 12 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbustivo. ....	22
Tabla VI. 13 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato herbáceo.....	23
Tabla VI. 14 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en los pastos. ....	24
Tabla VI. 15 . Flora vascular registrada en los muestreos en el SAR y al interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo. ....	25
Tabla VI. 16 . Valores de diversidad calculados para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de cambio de uso de suelo. ....	27
Tabla VI. 17 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbóreo. ....	28
Tabla VI. 18 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbustivo. ....	29
Tabla VI. 19 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato herbáceo.....	30
Tabla VI. 20 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en los pastos. ....	31
Tabla VI. 21 . Fauna silvestre registrada en los transectos establecidos en el SAR (fuera del predio) y al interior de la superficie solicitada de cambio de uso de suelo. ....	32
Tabla VI. 22 . Valores de diversidad de Shannon-Wiener para la fauna silvestre registrada en el SAR y en la superficie de cambio de uso de suelo.....	34
Tabla VI. 23 . Pérdida real de suelo por efecto del cambio de uso de suelo de forma anual.....	40
Tabla VI. 24 . Tasa de erosión calculada para la superficie de cambio de uso de suelo bajo las condiciones actuales (con vegetación) utilizando los valores promedio resultantes para cada coeficiente en los mapas generados en el Sistema de Información Geográfica. ....	40
Tabla VI. 25 . Tasa de erosión calculada para la superficie de cambio de uso de suelo bajo la condición de haber sido removida la vegetación utilizando los valores promedio resultantes para cada coeficiente en los mapas generados en el Sistema de Información Geográfica. ....	42
Tabla VI. 26 . Tasa de erosión calculada para la superficie de cambio de uso de suelo bajo la condiciones actuales (con vegetación) utilizando los valores promedio resultantes para cada coeficiente en los mapas generados en el Sistema de Información Geográfica. ....	43
Tabla VI. 27 . Tasa de erosión calculada para la superficie de cambio de uso de suelo bajo la condición de haber sido removida la vegetación utilizando los valores promedio resultantes para cada coeficiente en los mapas generados en el Sistema de Información Geográfica. ....	44
Tabla VI. 28 . Perdida de suelo estimada para los tres tramos en que se desarrollara el proyecto . . .	47
Tabla VI. 29 . Se presenta la superficie de CUSTF, bajo los tres escenarios a los cuales será expuesta dicha superficie. ....	49
Tabla VI. 30 . Pérdida real de captación de agua en la superficie de cambio de uso de suelo. ....	51

## **VI. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo**

### **VI.1.1. Introducción**

De conformidad con lo establecido en el Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el presente capítulo contiene los argumentos y conclusiones que se ponen a consideración de la Autoridad como justificación que motive la autorización solicitada de cambio de uso de suelo, considerándolo viable desde el punto de vista técnico, económico y social, en virtud que:

Con las acciones de cambio de uso de suelo propuestas no se compromete la biodiversidad que habita el SAR; es decir, ninguna especie estará en riesgo de desaparecer por el emplazamiento del proyecto.

- No se provocará la erosión de los suelos, ya que esta será mitigada mediante las medidas necesarias.
- No se provocará un deterioro en la calidad del agua ni disminución de su captación, se mantendrán los escurrimientos y las medidas evitaran afectar su calidad.
- Que el uso alternativo propuesto será más productivo en el largo plazo que el que presenta el terreno en la actualidad.

### **VI.1.2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.**

#### **VI.1.2.1 Justificación técnica de por qué no se compromete la biodiversidad, coadyuvando a que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga.**

En lo que corresponde a este supuesto, consistente en demostrar que no se comprometerá la biodiversidad que se presenta en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo y que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga en el SAR, se hace mención que en las áreas sujetas a afectación (10.9257 ha), se presenta selva baja caducifolia (SBC) 6.0945 ha, bosque pino-encino (BPQ) 4.1440 ha y bosque encino-pino (BQP) 0.6872 ha.

No obstante lo anterior, las especies pertenecientes a dicha comunidad presentan un espectro más amplio de distribución en el contexto regional, por lo que la ejecución del proyecto no significa una amenaza para la permanencia de dichas especies en el SAR, toda vez que se distribuyen mucho más allá de los límites de dicha unidad de análisis (ver siguiente figura).

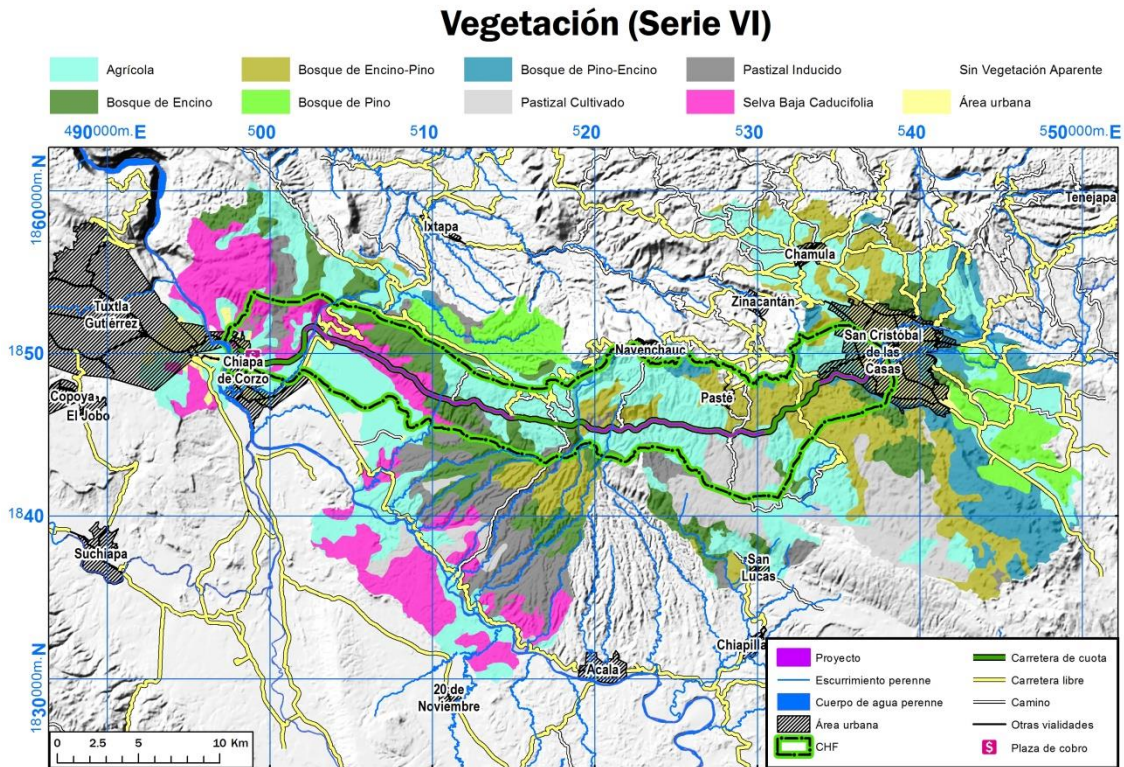


Figura VI. 1. Tipos de vegetación y usos de suelo en la superficie del SAR de acuerdo con la Serie VI del INEGI.

En este sentido, se plantea llevar a cabo una serie de medidas preventivas y de mitigación de impactos sobre la flora susceptible de afectación, por lo que bajo la adopción de dichas medidas, la biodiversidad asociada al tipo de vegetación existente en la actualidad en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo, no se verá comprometida con el desarrollo del proyecto, toda vez que, por un lado, las especies que proporcionan la estructura de la comunidad vegetal cuentan con una amplia distribución y, por otro lado, la implementación de los programas planteados coadyuvará en asegurar su permanencia en las inmediaciones del SAR, situación que se encuentra soportada por los resultados obtenidos en el siguiente análisis.

a) Flora.

• SELVA BAJA CADUCIFOLIA

Una vez realizado el análisis comparativo entre las especies de flora registradas en el SAR y las identificadas en la superficie de proyecto (ver siguiente figura), se hace mención que el número de especies reportadas en el SAR en cuestión es mayor con respecto a las registradas en la superficie de cambio de uso de suelo, con un número de **43 especies** comunes. No obstante lo anterior, la planeación de la obra contempla una serie de medidas preventivas encaminadas a la protección de la diversidad del flora, tomando como base los resultados obtenidos en las parcelas de muestreo, con la finalidad de preservar algunos de los individuos correspondientes a los diferentes estratos registrados.

Tabla VI. 1 . Flora vascular registrada en los muestreos del SAR y al interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo.

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	SAR
1	Aguacatillo	<i>Licaria sp</i>	No listado	Arbóreo		X
2	Algodón silvestre	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	No listado	Arbóreo	X	
3	Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	Amenazada	Arbóreo	X	X
4	Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	No listado	Arbóreo	X	X
5	Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	No listado	Arbóreo	X	X
6	Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	No listado	Arbóreo	X	X
7	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	No listado	Arbóreo	X	X
8	Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	No listado	Arbóreo	X	X
9	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	No listado	Arbóreo	X	X
10	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	No listado	Arbóreo	X	X
11	Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	No listado	Arbóreo	X	X
12	Colorín	<i>Erythrina goldmanii</i>	No listado	Arbóreo	X	
13	Copal	<i>Bursera excelsa</i>	No listado	Arbóreo	X	X
14	Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	No listado	Arbóreo	X	X
15	Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	No listado	Arbóreo	X	X
16	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	No listado	Arbóreo	X	
17	Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	No listado	Arbóreo		X
18	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	No listado	Arbóreo	X	X
19	Jonote	<i>Trema micrantha</i>	No listado	Arbóreo	X	X
20	Jonote blanco	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	No listado	Arbóreo	X	
21	Chicalote de árbol	<i>Bocconia arborea</i>	No listado	Arbóreo		X
22	Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	No listado	Arbóreo	X	X

**JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	SAR
23	Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	No listado	Arbóreo	X	X
24	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	No listado	Arbóreo	X	X
25	Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	No listado	Arbóreo	X	X
26	Flor de paloma	<i>Bourreria huanita</i>	No listado	Arbóreo		X
27	Hincha huevos	<i>Comocladia guatemalensis</i>	No listado	Arbóreo		X
28	Huevo de toro	<i>Thevetia ovata</i>	No listado	Arbóreo		X
29	Manzana de burro	<i>Olmediella betschleriana</i>	No listado	Arbóreo		X
30	Mata buey	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	No listado	Arbóreo		X
31	Palo de sol	<i>Gliricidia sepium</i>	No listado	Arbóreo		X
32	Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	No listado	Arbóreo		X
33	Árbol amargo	<i>Garrya laurifolia</i>	No listado	Arbustivo		X
34	Berenjena	<i>Solanum chrysotrichum</i>	No listado	Arbustivo		X
35	Cirulelillo	<i>Ximenia americana</i>	No listado	Arbustivo		X
36	Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	No listado	Arbustivo	X	X
37	Contrahierba macho	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i>	No listado	Arbustivo		X
38	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	No listado	Arbustivo	X	
39	Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	No listado	Arbustivo	X	X
40	Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	No listado	Arbustivo	X	X
41	Crucesillo	<i>Pisonia aculeata</i>	No listado	Arbustivo		X
42	Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	No listado	Arbustivo	X	X
43	Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	No listado	Arbustivo	X	X
44	Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	No listado	Arbustivo		X
45	Cielitos	<i>Ageratum corymbosum</i>	No listado	Arbustivo	X	
46	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	No listado	Arbustivo		X
47	Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	No listado	Arbustivo	X	X
48	Granadillo	<i>Xylosma flexuosa</i>	No listado	Arbustivo		X
49	Granjeno	<i>Maesa perlaria</i>	No listado	Arbustivo		X
50	Coralillo	<i>Hamelia patens</i>	No listado	Arbustivo	X	
51	Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	No listado	Arbustivo	X	X
52	Escoba	<i>Sida acuta</i>	No listado	Arbustivo	X	X
53	Hierba dulce	<i>Lippia umbellata</i>	No listado	Arbustivo		X
54	Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>	No listado	Arbustivo	X	
55	Itamo real	<i>Smilax moranensis</i>	No listado	Arbustivo		X
56	Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	No listado	Arbustivo	X	X
57	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	No listado	Arbustivo	X	X
58	Mala mujer	<i>Cnidocolus multilobus</i>	No listado	Arbustivo	X	X



JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	SAR
59	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	No listado	Arbustivo	X	X
60	Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	No listado	Arbustivo	X	X
61	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	No listado	Arbustivo	X	X
62	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	No listado	Arbustivo	X	X
63	Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	No listado	Arbustivo		X
64	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	No listado	Arbustivo		X
65	Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	No listado	Arbustivo		X
66	Torito	<i>Stemmadenia obovata</i>	No listado	Arbustivo		X
67	Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	No listado	Bromelias	X	X
68	Órgano alado de Chiapas	<i>Acanthocereus chiapensis</i>	No listado	Cactáceas		X
69	Lirio de arroyo	<i>Hedychium coronarium</i>	No listado	Herbáceo		X
70	Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	No listado	Herbáceo	X	
71	Orquídea monja africana	<i>Oeceoclades maculata</i>	No listado	Herbáceo		X
72	Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	No listado	Herbáceo	X	X
73	Chapiz	<i>Syngonium podophyllum</i>	No listado	Herbáceo	X	
74	Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	No listado	Herbáceo	X	X
75	Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado	Herbáceo	X	X
76	Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	No listado	Herbáceo	X	X
77	Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado	Herbáceo	X	X
78	Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	No listado	Herbáceo	X	X
79	Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	No listado	Herbáceo	X	X
80	Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	No listado	Herbáceo	X	
81	Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	No listado	Pasto		X
82	Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	No listado	Pasto	X	X
83	Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	No listado	Pasto	X	X

Tomando como referencia que los valores de Shannon-Wiener que fluctúan entre 1.5 y 3 pueden clasificarse como diversos, y que los valores menores a 1.5 se encuentran clasificados como de baja diversidad, se tiene que los resultados obtenidos para el estrato arbóreo indican que no existen diferencias entre ambas estimaciones, las cuales pueden clasificarse como de diversidad media, presentando valores de 2.67 y 2.19 (SAR y CUS respectivamente). Por otra parte, para el estrato arbustivo se presentan valores de diversidad media al registra 2.34 en SAR y 1.82 en CUS. En el estrato herbáceo fueron registradas nueve especies en el SAR con un índice de diversidad de 1.28, y en el área de CUS se registraron 10 especies, con un índice de Shannon-Wiener de 1.47, por lo que ambas evaluaciones se consideran como de diversidad

baja. En el estrato para los pastos se registran valores de 0.95 en SAR y 0.69 en CUS, clasificándose como de diversidad baja; para el grupo de las bromelias se reporta una sola especie tanto en SAR como en CUS, con valores nulos en el índice de Shannon. Por último, el grupo de cactáceas solo fue registrado en el SAR presentando un valor de 0.00 ya que se registra una especie considerándose como diversidad nula; por tanto, se hace mención que los índices de diversidad calculados por estrato no presentan diferencias significativas entre los muestreos realizados, no obstante se consideraran medidas específicas para las especies que pudieran presentar alguna susceptibilidad a raíz del presente análisis como lo son la implementación de un programa de rescate y reubicación, así como una revegetación (ver siguiente tabla).

Tabla VI. 2. Valores de diversidad calculados para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de cambio de uso de suelo.

Estrato	SAR	CUS
	Índice de Shannon	Índice de Shannon
Arbóreo	2.67	2.19
Arbustivo	2.34	1.82
Herbáceo	1.28	1.47
Pastos	0.95	0.69
Grupo de bromelias	0.00	0.00
Grupo de cactáceas	0.00	--

Los cuadros siguientes presentan los valores estimados del análisis resultante del muestreo en las áreas de cambio de uso de suelo, así como en el SAR. Dicha información es presentada y analizada por estrato de **selva baja caducifolia**, considerando que en el área de estudio se presentaron tres tipos de vegetación.

#### Estrato Arbóreo.

De acuerdo a los resultados del análisis en el estrato arbóreo se tiene que en las áreas evaluadas presentan condiciones similares en cuanto a diversidad de especies, presentando 14 diferencias de las 32 especies registradas (52.25% de representatividad), contabilizando un total de 462 individuos en el área de CUS, mientras que en el área del SAR es de 461 individuos.

Por otro lado, respecto al índice de valor de importancia, la especie *Trema micrantha*, presentan los valores bajos en el SAR respecto a su registro en el CUS; sin embargo, es una especie secundaria típica de acahuales y sitios perturbados, de fácil adaptación a las condiciones de perturbación y de rápido crecimiento; se regenera rápidamente en sitios perturbados y terrenos abandonados, además de que se reproduce por brotes o retoños

(tocón) y semillas, por lo que será incluida como especie susceptible de rescate (brotes y semillas). En cuanto a las especies *Haematoxylum brasiletto*, *Solanum chiapasense*, *Vachellia pennatula*, *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*, *Sebastiania adenophora* y *Haematoxylum campechianum* se consideran especies con amplia distribución fuera de los límites del SAR.

Para las especies ausentes en el SAR se registran las especies *Erythrina goldmanii* y *Pithecellobium dulce* serán incluidas como especies susceptibles de rescate. En cuanto a las especies *Cochlospermum vitifolium* y *Heliocarpus donnellsmithii* se consideran especies de una amplia distribución fuera de los límites del SAR.

Además de las especies antes señaladas como susceptibles de rescate y reubicación, se tienen también: *Harpalyce Formosa*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Bursera excelsa* y *Gyrocarpus mocinoi* las cuales presentaron valores bajos en el SAR en cuestión al CUS. La especie *Astronium graveolens*, que se encuentra en estatus de **Amenazada (A)** en la NOM-059-SEMARNAT-2010, también será considera su rescate.

Respecto al índice de diversidad (Shannon-Wiener) se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre ambas evaluaciones, registrando 2.19 y 2.67 (CUS y SAR respectivamente), por lo que de acuerdo a la metodología de evaluación del Índice de Shannon-Wiener, son clasificaciones de diversidad media para este tipo de ecosistemas.

Tabla VI. 3 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbóreo.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Aguacatillo	<i>Licaria sp</i>	20	0	9.97	0.00	0.136	0.000
Algodón silvestre	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0	3	0.00	4.45	0.000	0.033
Amargoso	<i>Astronium graveolens</i>	3	2	3.22	3.15	0.033	0.024
Amate amarillo	<i>Ficus petiolaris</i>	1	3	25.21	4.54	0.013	0.033
Amole	<i>Bonellia macrocarpa</i>	23	9	13.88	5.91	0.150	0.077
Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	4	3	4.11	15.90	0.041	0.033
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	52	112	21.05	34.40	0.246	0.344
Barbasco	<i>Piscidia piscipula</i>	24	4	15.40	5.27	0.154	0.041

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	22	72	11.67	27.23	0.145	0.290
Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	1	0	9.13	0.00	0.013	0.000
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	4	4	10.03	5.57	0.041	0.041
Chicalote de árbol	<i>Bocconia arborea</i>	33	0	9.52	0.00	0.189	0.000
Cicuito	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	22	71	12.20	31.07	0.145	0.288
Colorín	<i>Erythrina goldmanii</i>	0	2	0.00	3.99	0.000	0.024
Copal	<i>Bursera excelsa</i>	4	7	6.26	8.30	0.041	0.063
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	39	2	18.35	21.80	0.209	0.024
Flor de paloma	<i>Bourreria huanita</i>	4	0	7.55	0.00	0.041	0.000
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	4	2	4.55	8.62	0.041	0.024
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	0	4	0.00	6.31	0.000	0.041
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	10	11	13.43	22.57	0.083	0.089
Hincha huevos	<i>Comocladia guatemalensis</i>	2	0	2.04	0.00	0.024	0.000
Huevo de toro	<i>Thevetia ovata</i>	3	0	8.90	0.00	0.033	0.000
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	31	55	11.97	21.11	0.182	0.253
Jonote blanco	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	0	1	0.00	5.98	0.000	0.013
Mano de león	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	2	16	4.81	9.91	0.024	0.116
Manzana de burro	<i>Olmediella betschleriana</i>	23	0	8.20	0.00	0.150	0.000
Manzano	<i>Sebastiania adenophora</i>	1	2	1.34	4.36	0.013	0.024
Mata buey	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	8	0	5.12	0.00	0.070	0.000
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	110	75	38.25	32.89	0.342	0.295
Palo de Campeche	<i>Haematoxylum campechianum</i>	8	2	5.06	16.66	0.070	0.024
Palo de sol	<i>Gliricidia sepium</i>	2	0	5.11	0.00	0.024	0.000
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	1	0	13.66	0.00	0.013	0.000

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	28	22
Índice de Shannon	2.67	2.19
Índice de Diversidad Máxima	3.33	3.09
Equitatividad	0.80	0.71

### Estrato Arbustivo.

- De acuerdo a los resultados del análisis en el estrato arbustivo se tiene que en las áreas evaluadas se presentaron 19 diferencias de las 34 especies registradas (44.12% de

representatividad), contabilizando un total de 513 individuos en el área de CUS, mientras que en el área del SAR 947.

- Respecto al índice de valor de importancia estimado, las especies con el IVI más bajo resultaron ser *Alvaradoa amorphoides*, *Triumfetta lappula*, *Lantana camara*, *Sida acuta*, *Lantana achyranthifolia*, *Cnidoscolus multilobus*, *Ayenia micrantha Malpighia glabra* y *Tecoma stans*, y se presentan como especies de amplia distribución en el SAR; del mismo modo para las especies ausentes en el SAR como *Verbesina perymenioides*, *Ageratum corymbosum*, *Hamelia patens* y *Celtis iguanaea* que aún cuando no se registraron en el SAR, su distribución es más amplia que éste.
- Respecto al índice de diversidad (Shannon-Wiener) no se aprecia que existen diferencias significativas entre ambas evaluaciones, registrando 1.82 y 2.34 (CUS y SAR respectivamente), por lo que de acuerdo con la metodología de evaluación del Índice de Shannon-Wiener, son clasificaciones de diversidad media respectivamente para este tipo de ecosistemas.

Tabla VI. 4 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbustivo.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Árbol amargo	<i>Garrya laurifolia</i>	2	0	1.72	0.00	0.013	0.000
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	6	17	3.48	16.44	0.032	0.113
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	0	6	0.00	28.37	0.000	0.052
Bejuco de carape	<i>Combretum farinosum</i>	19	3	6.05	4.88	0.078	0.030
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	21	0	9.34	0.00	0.084	0.000
Blanquita	<i>Cynophalla flexuosa</i>	6	2	8.51	3.47	0.032	0.022
Cadillo	<i>Triumfetta lappula</i>	4	10	4.61	22.20	0.023	0.077
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	118	27	19.99	12.43	0.260	0.155
Cielitos	<i>Ageratum corymbosum</i>	0	3	0.00	8.57	0.000	0.030
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	3	2	3.93	4.46	0.018	0.022
Cirulelillo	<i>Ximenia americana</i>	1	0	23.60	0.00	0.007	0.000
Contrahierba macho	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i>	2	0	22.64	0.00	0.013	0.000
Coralillo	<i>Hamelia patens</i>	0	4	0.00	9.11	0.000	0.038
Cornesuelo	<i>Vachellia cornigera</i>	36	4	13.68	7.97	0.124	0.038
Crucesillo	<i>Pisonia aculeata</i>	1	0	9.00	0.00	0.007	0.000

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	2	0	2.04	0.00	0.013	0.000
Escoba	<i>Sida acuta</i>	4	5	3.16	7.48	0.023	0.045
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	11	0	2.23	0.00	0.052	0.000
Garabato	<i>Celtis iguanaea</i>	0	2	0.00	9.29	0.000	0.022
Granadillo	<i>Xylosma flexuosa</i>	22	0	5.73	0.00	0.087	0.000
Granjeno	<i>Maesa perlaria</i>	1	0	2.61	0.00	0.007	0.000
Hierba dulce	<i>Lippia umbellata</i>	7	0	4.09	0.00	0.036	0.000
Hierba mariposa	<i>Lantana achyranthifolia</i>	35	15	6.89	8.78	0.122	0.103
Itamo real	<i>Smilax moranensis</i>	6	0	6.94	0.00	0.032	0.000
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	83	22	16.71	14.77	0.213	0.135
Mala mujer	<i>Cnidocolus multilobus</i>	10	15	2.41	13.23	0.048	0.103
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	10	71	5.61	28.41	0.048	0.274
Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	1	0	7.28	0.00	0.007	0.000
Nanche	<i>Malpighia glabra</i>	1	4	1.32	6.36	0.007	0.038
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	178	34	31.60	14.98	0.314	0.180
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	66	0	11.14	0.00	0.186	0.000
Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	5	0	9.85	0.00	0.028	0.000
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	270	267	41.60	78.80	0.358	0.340
Torito	<i>Stemmadenia obovata</i>	16	0	12.23	0.00	0.069	0.000

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	30	19
Índice de Shannon	2.34	1.82
Índice de Diversidad Máxima	3.40	2.94
Equitatividad	0.69	0.62

### Estrato Herbáceo.

- De acuerdo con los resultados del análisis, se tiene que en las áreas evaluadas del estrato herbáceo se presentaron cinco diferencias en las 12 especies registradas (58.33% de representatividad).
- Las especies que en los resultados de índice de valor de importancia salieron bajos en SAR fueron: *Salvia coccinea* y *Cardiospermum grandiflorum*, las cuales se presentan como especies de amplia distribución en el SAR.

- Para las especies ausentes en el SAR tales como *Smallanthus maculatus*, *Syngonium podophyllum* y *Stachytarpheta cayennensis*, de igual manera que las especies con IVI bajo también se presentan como especies de amplia distribución.
- El índice de diversidad (Shannon-Wiener) se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre ambas evaluaciones, registrando 1.47 y 1.28 (CUS y SAR respectivamente), por lo que de acuerdo a la metodología de evaluación del Índice de Shannon-Wiener, son clasificaciones de diversidad baja para este tipo de ecosistemas.

Tabla VI. 5. Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato herbáceo.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	0	55	0.00	32.66	0.000	0.178
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	461	470	94.51	81.46	0.297	0.326
Chapiz	<i>Syngonium podophyllum</i>	0	2	0.00	19.30	0.000	0.014
Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	81	21	35.08	8.65	0.241	0.092
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	28	4	13.35	7.38	0.123	0.025
Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	2	12	66.00	6.92	0.016	0.060
Lirio de arroyo	<i>Hedychium coronarium</i>	2	0	7.48	0.00	0.016	0.000
Orquídea monja africana	<i>Oeceoclades maculata</i>	10	0	4.80	0.00	0.058	0.000
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	100	96	38.22	33.25	0.270	0.247
Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	31	118	15.93	31.57	0.132	0.275
Tronadora	<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	30	27	24.63	67.23	0.129	0.110
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	0	39	0.00	11.60	0.000	0.142

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	9	10
Índice de Shannon	1.28	1.47
Índice de Diversidad Máxima	2.20	2.30
Equitatividad	0.58	0.64

#### Pastos.

- El estrato herbáceo se presenta una diferencia de las 3 especies registradas (66.66% de representatividad) registrando 8 individuos en CUS y 5 individuos en SAR.

- La especie *Megathyrsus maximus* presenta IVI bajo en el SAR, no obstante, se incluye en las especies de amplia distribución.
- Son clasificaciones de diversidad baja para este tipo de ecosistemas.

Tabla VI. 6. Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en los pastos.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	1	4	49.09	145.71	0.322	0.347
Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	1	0	70.30	0.00	0.322	0.000
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	3	4	180.61	154.28	0.306	0.347

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	3	2
Índice de Shannon	0.95	0.69
Índice de Diversidad Máxima	1.10	0.69
Equitatividad	0.86	1.00

### Bromelias.

- De acuerdo con los resultados del análisis realizado, el grupo de las bromelias registró solo una especie en ambos muestreos (100% de representatividad), contabilizando un total de 4 individuos en el área de CUS y 5 en el SAR.
- Este estrato es considerado como de diversidad nula.

Tabla VI. 7. Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el grupo de cactáceas.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i>	5	4	300.00	300.04	0.000	0.000

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	1	1
Índice de Shannon	0.00	0.00
Índice de Diversidad Máxima	0.00	0.00
Equitatividad	0.00	0.00



**Cactáceas.**

- De acuerdo con los resultados del análisis para el grupo de las cactáceas se tiene que se registró una sola especie en el SAR.

Tabla VI. 8. Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el grupo de cactáceas.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Órgano alado de Chiapas	<i>Acanthocereus chiapensis</i>	12	0	300.00	0.00	0.000	0.000

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	1	0
Índice de Shannon	0.00	0.00
Índice de Diversidad Máxima	0.00	0.00
Equitatividad	0.00	0.00

**• BOSQUE PINO-ENCINO (BPQ)**

De acuerdo con la información recabada, una vez realizado el análisis comparativo entre las especies de flora registradas en el SAR y las identificadas sobre la superficie de proyecto (ver siguiente tabla), se hace mención que el número de especies reportadas en el SAR es mayor con respecto a las registradas en la superficie de cambio de uso de suelo, con un número de 27 especies comunes. No obstante lo anterior, la planeación de la obra contempla una serie de medidas preventivas encaminadas a la protección de la diversidad vegetal, tomando como base los resultados obtenidos en las parcelas de muestreo, con la finalidad de preservar algunos de los individuos correspondientes a los diferentes estratos registrados.

Tabla VI. 9. Flora vascular registrada en los muestreos en el SAR y al interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo.

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	SAR
1	Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	No listado	Arbóreo	X	X
2	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	No listado	Arbóreo	X	X
3	Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	No listado	Arbóreo		X
4	Capulín	<i>Prunus serotina</i>	No listado	Arbóreo	X	X
5	Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	No listado	Arbóreo		X
6	Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitanica</i>	Sujeta a Protección Especial	Arbóreo	X	X

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	SAR
7	Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	No listado	Arbóreo	X	
8	Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	No listado	Arbóreo		X
9	Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	No listado	Arbóreo		X
10	Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	No listado	Arbóreo		X
11	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	No listado	Arbóreo	X	
12	Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	No listado	Arbóreo		X
13	Jonote	<i>Trema micrantha</i>	No listado	Arbóreo		X
14	Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	Amenazada	Arbóreo		X
15	Macuilillo	<i>Oreopanax xalapensis</i>	No listado	Arbóreo		X
16	Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	No listado	Arbóreo		X
17	Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	No listado	Arbóreo	X	X
18	Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	No listado	Arbóreo		X
19	Pino chino	<i>Pinus oocarpa</i>	No listado	Arbóreo		X
20	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	No listado	Arbóreo	X	X
21	Taray	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	No listado	Arbóreo		X
22	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	No listado	Arbóreo	X	X
23	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	No listado	Arbóreo	X	X
24	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	No listado	Arbustivo	X	X
25	Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	No listado	Arbustivo		X
26	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	No listado	Arbustivo	X	X
27	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	No listado	Arbustivo	X	X
28	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	No listado	Arbustivo	X	X
29	Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	No listado	Arbustivo	X	
30	Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	No listado	Arbustivo		X
31	Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	No listado	Arbustivo	X	X
32	Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	No listado	Arbustivo		X
33	Cruceto	<i>Randia chiapensis</i>	No listado	Arbustivo		X
34	Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	No listado	Arbustivo	X	
35	Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	No listado	Arbustivo	X	X
36	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	No listado	Arbustivo	X	X
37	Flores	<i>Stevia sp</i>	No listado	Arbustivo	X	
38	Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	No listado	Arbustivo	X	X
39	Guajillo	<i>Senegalia angustissima</i>	No listado	Arbustivo		X
40	Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	No listado	Arbustivo	X	X
41	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	No listado	Arbustivo	X	
42	Lantrisco	<i>Rhus schiedeana</i>	No listado	Arbustivo		X

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	SAR
43	Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	No listado	Arbustivo		X
44	Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	No listado	Arbustivo		X
45	Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	No listado	Arbustivo	X	
46	Maguey chamula	<i>Agave chiapensis</i>	Sujeta a Protección Especial	Arbustivo		X
47	Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>	No listado	Arbustivo	X	
48	Mimosa	<i>Mimosa platycarpa</i>	No listado	Arbustivo		X
49	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	No listado	Arbustivo	X	
50	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	No listado	Arbustivo	X	X
51	Rasposa	<i>Rogiera stenosisiphon</i>	No listado	Arbustivo	X	X
52	Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	No listado	Arbustivo		X
53	San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	No listado	Arbustivo		X
54	Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	No listado	Arbustivo		X
55	Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	No listado	Arbustivo	X	X
56	Cabezona	<i>Smalanthus maculatus</i>	No listado	Herbáceo	X	X
57	Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	No listado	Herbáceo	X	X
58	Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	No listado	Herbáceo	X	X
59	Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado	Herbáceo		X
60	Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	No listado	Herbáceo	X	X
61	Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	No listado	Herbáceo		X
62	Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado	Herbáceo	X	X
63	Perrito	<i>Lamourouxia longiflora</i>	No listado	Herbáceo		X
64	Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	No listado	Herbáceo	X	X
65	Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	No listado	Pasto	X	
66	Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	No listado	Pasto	X	X
67	Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	No listado	Pasto	X	

Tomando como referencia que los valores de Shannon-Wiener que fluctúan entre 1.5 y 3 pueden clasificarse como diversos y que los valores menores a 1.5 se encuentran clasificados como de baja diversidad, se señala los resultados obtenidos para el estrato arbóreo indican que existen diferencias entre ambas estimaciones, las cuales pueden clasificarse como de diversidad mediana para las SAR y diversidad baja para el CUS, presentando valores de 2.47 y 1.04 (SAR y CUS respectivamente). Por otra parte, para el estrato arbustivo se presentan valores de diversidad media al registrar 2.42 en SAR y 2.07 en CUS. En el estrato herbáceo fueron registradas ocho especies en el SAR, con un índice de diversidad de 1.52, y en el área de CUS se registraron seis especies, con un índice de Shannon-Wiener de 1.36, por lo que las

evaluaciones se consideran como de diversidad media para SAR y diversidad baja en CUS. En el estrato para los pastos en lo que refiere se consideran como de diversidad baja al presentar 0.00 y 1.07 (SAR y CUS respectivamente). Por tanto, se hace mención que los índices de diversidad calculados por estrato presentan poca diferencia entre los muestreos realizados, no obstante se consideraran medidas específicas para las especies que pudieran presentar alguna susceptibilidad a raíz del presente análisis como lo son la implementación de un programa de rescate y reubicación para una especie en estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver siguiente tabla).

Tabla VI. 10 . Valores de diversidad calculados para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de cambio de uso de suelo.

Estrato	SAR	CUS
	Índice de Shannon	Índice de Shannon
Arbóreo	2.47	1.04
Arbustivo	2.42	2.07
Herbáceo	1.52	1.36
Pastos	0.00	1.07

Los cuadros siguientes presentan los valores estimados del análisis resultante del muestreo en las áreas de cambio de uso de suelo, así como en el SAR, dicha información es presentada y analizada por estrato de **Bosque Pino-Encino**, considerando que en el área de estudio se presentaron tres tipos de vegetación.

#### Estrato Arbóreo.

- De acuerdo a los resultados del análisis, en el estrato arbóreo se tiene que en las áreas evaluadas presentan condiciones muy poco similares en cuanto a diversidad de especies, presentando 15 diferencias de las 23 especies registradas (34.78% de representatividad), contabilizando un total de 210 individuos en el área de CUS, mientras que en el área del SAR 559.
- Respecto al índice de valor de importancia, las especies *Alnus acuminata*, *Pinus maximinoi* y *Pinus pseudostrobus*, presentan los valores bajos en el SAR respecto a su registro en el CUS, por lo que será incluidas como especies a ser rescatadas ya sea mediante semillas o plántulas . Las especies *Crataegus mexicana* y *Buddleja cordata* se incluyen en el listado de especies de amplia distribución.

- Se registró una especie en estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Callitropsis lusitánica* la cual se encuentra **Amenazada (A)** motivo por el cual se incluye como especie susceptible de rescate y que puede reproducirse, o propagarse, por semillas.
- Para las especies ausentes en el SAR tales como *Vachellia pennatula* y *Fraxinus uhdei*, se consideran especies de amplia distribución fuera de los límites del SAR.
- Respecto al índice de diversidad (Shannon-Wiener) se puede apreciar que existen diferencias significativas entre ambas evaluaciones, registrando 1.04 y 2.47 (CUS y SAR respectivamente), por lo que de acuerdo a la metodología de evaluación del Índice de Shannon-Wiener, se clasifica como diversidad baja para CUS y diversidad media para SAR.

Tabla VI. 11 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbóreo.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	6	1	8.26	23.13	0.049	0.025
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	136	4	39.44	18.28	0.344	0.075
Berenjena	<i>Solanum chiapasense</i>	1	0	3.43	0.00	0.011	0.000
Capulín	<i>Prunus serotina</i>	2	1	4.99	4.30	0.020	0.025
Capulín de caballo	<i>Muntingia calabura</i>	1	0	2.64	0.00	0.011	0.000
Cedro blanco	<i>Callitropsis lusitánica</i>	31	14	12.61	33.02	0.160	0.181
Cubata	<i>Vachellia pennatula</i>	0	1	0.00	9.05	0.000	0.025
Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	2	0	15.86	0.00	0.020	0.000
Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	7	0	7.71	0.00	0.055	0.000
Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	19	0	19.14	0.00	0.115	0.000
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	0	1	0.00	7.75	0.000	0.025
Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	26	0	26.11	0.00	0.143	0.000
Jonote	<i>Trema micrantha</i>	12	0	6.58	0.00	0.082	0.000
Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	42	0	13.88	0.00	0.194	0.000
Macuilillo	<i>Oreopanax xalapensis</i>	2	0	4.10	0.00	0.020	0.000
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	33	0	20.47	0.00	0.167	0.000
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	70	20	30.25	32.21	0.260	0.224
Palo blanco	<i>Lisiloma divaricatum</i>	17	0	5.90	0.00	0.106	0.000
Pino chino	<i>Pinus oocarpa</i>	49	0	18.99	0.00	0.213	0.000
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	64	152	28.19	116.19	0.248	0.234

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Taray	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	26	0	11.33	0.00	0.143	0.000
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	8	2	5.74	31.57	0.061	0.044
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	5	14	14.39	24.50	0.042	0.181

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	21	10
Índice de Shannon	2.47	1.04
Índice de Diversidad Máxima	3.04	2.30
Equitatividad	0.81	0.45

### Estrato Arbustivo.

- De acuerdo a los resultados del análisis en el estrato arbustivo se tiene que en las áreas evaluadas se presentaron 20 diferencias de las 32 especies registradas (37.50% de representatividad), contabilizando un total de 618 individuos en el área de CUS, mientras que en el área del SAR 799.
- Respecto al índice de valor de importancia estimado las especies con el IVI más bajo resultaron ser *Verbesina perymenioides*, *Solanum chrysotrichum*, *Ageratina ligustrina*, *Baccharis confertoides*, *Eupatorium areolare* y *Dodonaea* y se presentan como especies de amplia distribución en el SAR.
- Del mismo modo para las especies ausentes en el SAR tales como *Pluchea carolinensis*, *Mimosa albida*, *Stevia sp*, *Barkleyanthus salicifolius*, *Senna atomaria*, *Pyracantha coccinea* y *Ayenia micrantha*; se reportan como especies de amplia distribución.
- Respecto al índice de diversidad (Shannon-Wiener), no se aprecia que existen diferencias significativas entre ambas evaluaciones, registrando 2.07 y 2.42 (CUS y SAR respectivamente), por lo que de acuerdo con la metodología de evaluación del Índice de Shannon-Wiener, son clasificaciones de diversidad media respectivamente para este tipo de ecosistemas.

Tabla VI. 12 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbustivo.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	67	3	27.03	18.54	0.208	0.026
Ardillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	3	0	2.72	0.00	0.021	0.000
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	3	31	7.53	22.54	0.021	0.150
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	37	47	15.47	26.43	0.142	0.196
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	16	12	9.06	4.51	0.078	0.077
Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	0	2	0.00	10.93	0.000	0.019
Canelilla	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	1	0	1.57	0.00	0.008	0.000
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	3	29	6.21	12.37	0.021	0.144
Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	1	0	2.07	0.00	0.008	0.000
Cruceto	<i>Randia chiapensis</i>	4	0	4.31	0.00	0.027	0.000
Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	2	0	1.96	0.00	0.015	0.000
Dormilona	<i>Mimosa albida</i>	0	4	0.00	6.17	0.000	0.033
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	2	50	4.45	26.93	0.015	0.203
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	116	270	25.74	63.67	0.280	0.362
Flores	<i>Stevia sp</i>	0	4	0.00	13.63	0.000	0.033
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	58	43	14.77	12.49	0.190	0.185
Guajillo	<i>Senegalia angustissima</i>	7	0	5.59	0.00	0.042	0.000
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	15	41	6.47	15.69	0.075	0.180
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	0	9	0.00	16.68	0.000	0.062
Lantrisco	<i>Rhus schiedeana</i>	9	0	10.33	0.00	0.051	0.000
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	27	0	5.22	0.00	0.114	0.000
Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	46	0	14.08	0.00	0.164	0.000
Lluvia de oro	<i>Senna atomaria</i>	0	2	0.00	5.35	0.000	0.019
Maguey chamula	<i>Agave chiapensis</i>	1	0	1.45	0.00	0.008	0.000
Manzanita	<i>Pyracantha coccinea</i>	0	5	0.00	5.84	0.000	0.039
Mimosa	<i>Mimosa platycarpa</i>	21	0	8.11	0.00	0.096	0.000
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	0	1	0.00	2.93	0.000	0.010
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	185	39	36.01	12.12	0.339	0.174
Rasposa	<i>Rogiera stenosisiphon</i>	135	18	30.71	13.33	0.300	0.103
Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	1	0	28.91	0.00	0.008	0.000
San Pedro	<i>Tecoma stans</i>	7	0	4.03	0.00	0.042	0.000
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	3	0	7.77	0.00	0.021	0.000
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	29	8	18.45	9.84	0.120	0.056

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	26	19
Índice de Shannon	2.42	2.07
Índice de Diversidad Máxima	3.26	2.94
Equitatividad	0.74	0.70

### Estrato Herbáceo.

- De acuerdo con los resultados del análisis en el estrato herbáceo se tiene que en las áreas evaluadas se presentaron tres diferencias en las nueve especies registradas (66.66% de representatividad).
- Las especies que en los resultados de índice de valor de importancia salieron bajas en el SAR: *Smallanthus maculatus*, *Viguiera dentata* y *Polypodium adelphum*, se presentan como especies de amplia distribución en el SAR.
- Para el caso de la especie ausente en el SAR (*Fleischmannia pycnocephala*), se considera como una especie de amplia distribución fuera de los límites del SAR no descartándose por ello su presencia.
- Con el índice de diversidad (Shannon-Wiener), se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre ambas evaluaciones, registrando 1.36 y 1.52 (CUS y SAR respectivamente), por lo que de acuerdo a la metodología de evaluación del Índice de Shannon-Wiener, el CUS se clasifica como diversidad baja, mientras que el SAR se clasifica como medianamente diversos para este tipo de ecosistemas.

Tabla VI. 13 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato herbáceo.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Cabezona	<i>Smallanthus maculatus</i>	7	2	25.43	34.94	0.061	0.127
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	26	21	19.92	88.48	0.157	0.365
Cruz dulce chica	<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	0	3	0.00	84.95	0.000	0.167
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	33	0	23.40	0.00	0.183	0.000
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	17	18	21.83	49.76	0.118	0.368
Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	262	0	103.93	0.00	0.332	0.000



**JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	53	6	35.64	24.72	0.242	0.252
Perrito	<i>Lamourouxia longiflora</i>	45	0	46.46	0.00	0.221	0.000
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	41	1	23.39	17.16	0.209	0.077

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	8	6
Índice de Shannon	1.52	1.36
Índice de Diversidad Máxima	2.08	1.79
Equitatividad	0.73	0.76

**Pastos.**

- En el estrato herbáceo se presentan dos diferencias de las tres especies registradas (33.33% de representatividad), presentando 11 individuos en CUS y 2 en el SAR.
- Como especies ausentes en el SAR se presentan *Piptochaetium fimbriatum* y *Melinis repens*, las cuales se consideran como especies de amplia distribución fuera de los límites del SAR.
- Son clasificaciones de diversidad baja para este tipo de ecosistemas al presentar valores de Shannon de 0.00 y 1.07 (SAR y CUS respectivamente).

Tabla VI. 14. Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en los pastos.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	0	5	0.00	138.28	0.000	0.358
Pasto africano	<i>Megathyrsus maximus</i>	2	3	300.00	87.44	0.000	0.354
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	0	3	0.00	74.28	0.000	0.354

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	1	3
Índice de Shannon	0.00	1.07
Índice de Diversidad Máxima	0.00	1.10
Equitatividad	0.00	0.97

• **BOSQUE ENCINO-PINO.**

De acuerdo con la información incluida en este estudio, una vez realizado el análisis comparativo entre las especies de flora registradas en el SAR y las identificadas sobre la superficie de proyecto (ver siguiente tabla), se hace mención que el número de especies reportadas en el SAR es mayor con respecto a las registradas en la superficie de cambio de uso de suelo, con un número de 11 especies comunes. No obstante lo anterior, la planeación de la obra contempla una serie de medidas preventivas encaminadas a la protección de la diversidad vegetal, tomando como base los resultados obtenidos en las parcelas de muestreo, con la finalidad de preservar algunos de los individuos correspondientes a los diferentes estratos registrados.

Tabla VI. 15 . Flora vascular registrada en los muestreos en el SAR y al interior de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo.

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	SAR
1	Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	No listado	Arbóreo	X	
2	Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	No listado	Arbóreo		X
3	Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	No listado	Arbóreo		X
4	Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	No listado	Arbóreo		X
5	Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	No listado	Arbóreo		X
6	Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	No listado	Arbóreo		X
7	Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	Amenazada	Arbóreo		X
8	Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	No listado	Arbóreo		X
9	Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	No listado	Arbóreo		X
10	Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	No listado	Arbóreo	X	
11	Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	No listado	Arbóreo	X	X
12	Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	No listado	Arbóreo	X	X
13	Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	No listado	Arbustivo	X	X
14	Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	No listado	Arbustivo	X	X
15	Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	No listado	Arbustivo	X	
16	Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	No listado	Arbustivo	X	X
17	Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	No listado	Arbustivo	X	X
18	Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	No listado	Arbustivo	X	
19	Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	No listado	Arbustivo	X	
20	Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	No listado	Arbustivo	X	
21	Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	No listado	Arbustivo	X	
22	Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	No listado	Arbustivo	X	X

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

No.-	Nombre común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Estrato	CUS	SAR
23	Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	No listado	Arbustivo		X
24	Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	No listado	Arbustivo	X	
25	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	No listado	Arbustivo	X	
26	Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	No listado	Arbustivo	X	X
27	Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	No listado	Arbustivo		X
28	Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	No listado	Arbustivo		X
29	Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	No listado	Arbustivo		X
30	Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	No listado	Arbustivo	X	X
31	Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	No listado	Arbustivo		X
32	Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	No listado	Arbustivo		X
33	Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	No listado	Arbustivo		X
34	Zarza	<i>Rubus trilobus</i>	No listado	Arbustivo		X
35	Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	No listado	Arbustivo		X
36	Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado	Herbáceo	X	X
37	Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	No listado	Herbáceo	X	X
38	Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	No listado	Herbáceo		X
39	Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado	Herbáceo		X
40	Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	No listado	Herbáceo		X
41	Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	No listado	Pasto	X	
42	Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	No listado	Pasto		X
43	Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	No listado	Pasto	X	

Tomando como referencia que los valores de Shannon-Wiener que fluctúan entre 1.5 y 3 pueden clasificarse como diversos y que los valores menores a 1.5 se encuentran clasificados como de baja diversidad, se tiene que los resultados obtenidos para el estrato arbóreo indican que existen diferencias entre ambas estimaciones, las cuales pueden clasificarse como de diversidad media para SAR y diversidad baja para CUS, registrando valores de 1.97 y 0.75 (SAR y CUS respectivamente). Por otra parte, para el estrato arbustivo se presentan valores de diversidad media al registra 2.23 en SAR y 1.81 en CUS. En el estrato herbáceo fueron registradas cinco especies en el SAR con un índice de diversidad de 1.43, en el área de CUS se registraron dos especies, con un índice de Shannon-Wiener de 0.69, por lo que ambas evaluaciones se consideran como de diversidad baja. En el estrato para los pastos se registran valores de 0.00 en SAR y 0.56 en CUS, clasificándose como de baja diversidad, por tanto, se hace mención que los índices de diversidad calculados por estrato no presentan diferencias

significativas entre los muestreos realizados, no obstante se consideraran medidas específicas para las especies que pudieran presentar alguna susceptibilidad a raíz del presente análisis como lo son la recolección de semillas para su propagación. La tabla siguiente muestra los valores de diversidad.

Tabla VI. 16 . Valores de diversidad calculados para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de cambio de uso de suelo.

Estrato	SAR	CUS
	Índice de Shannon	Índice de Shannon
Arbóreo	1.97	0.75
Arbustivo	2.23	1.81
Herbáceo	1.43	0.69
Pastos	0.00	0.56

Los cuadros siguientes presentan los valores estimados del análisis resultante del muestreo en las áreas de cambio de uso de suelo, así como en el SAR, dicha información es presentada y analizada por estrato de **Bosque Encino-Pino**, considerando que en el área de estudio se presentaron tres tipos de vegetación.

#### Estrato Arbóreo.

- De acuerdo a los resultados del análisis en el estrato arbóreo se tiene que en las áreas evaluadas presentan muy poca similitud en cuanto a diversidad de especies, presentando 10 diferencia de las 12 especies registradas (16.66% de representatividad), contabilizando un total de 80 individuos en el área de CUS, mientras que en el área del SAR 163.
- Respecto al índice de valor de importancia, las especies *Crataegus mexicana* y *Buddleja cordata*, presentan los valores bajos en el SAR respecto a su registro en el CUS, dichas especies se consideran especies con amplia distribución fuera de los límites del SAR.
- Las especies *Alnus acuminata* y *Pinus pseudostrabus*, las cuales están ausentes en el muestreo del SAR, se incluyen como especies susceptibles de rescate (semillas, brotes, plántulas).
- Respecto al índice de diversidad (Shannon-Wiener) se puede apreciar que existen diferencias significativas entre ambas evaluaciones, registrando 0.75 y 1.97 (CUS y SAR respectivamente), por lo que de acuerdo a la metodología de evaluación del Índice de

Shannon-Wiener, se clasifica de baja diversidad al CUS y medianamente diversos a el SAR.

Tabla VI. 17 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbóreo.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Ailite	<i>Alnus acuminata</i>	0	3	0.00	32.75	0.000	0.123
Balché-ken	<i>Harpalyce formosa</i>	45	0	42.47	0.00	0.355	0.000
Encino blanco	<i>Quercus crispipilis</i>	12	0	27.49	0.00	0.192	0.000
Encino de asta	<i>Quercus rugosa</i>	3	0	42.73	0.00	0.074	0.000
Encino papatlán	<i>Quercus candicans</i>	26	0	42.88	0.00	0.293	0.000
Hoja ancha	<i>Quercus crassifolia</i>	27	0	32.36	0.00	0.298	0.000
Lechillo	<i>Carpinus caroliniana</i>	8	0	15.11	0.00	0.148	0.000
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	8	0	30.89	0.00	0.148	0.000
Ocote	<i>Pinus maximinoi</i>	1	0	14.71	0.00	0.031	0.000
Pino real	<i>Pinus pseudostrobus</i>	0	10	0.00	68.32	0.000	0.260
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	26	5	24.42	52.13	0.293	0.173
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	7	62	26.95	146.80	0.135	0.198

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	10	4
Índice de Shannon	1.97	0.75
Índice de Diversidad Máxima	2.30	1.39
Equitatividad	0.85	0.54

#### Estrato Arbustivo.

- De acuerdo a los resultados del análisis en el estrato arbustivo se tiene que en las áreas evaluadas se presentaron 16 diferencias de las 23 especies registradas (30.43% de representatividad), contabilizando un total de 80 individuos en el área de CUS, mientras que en el área del SAR 163.
- Respecto al índice de valor de importancia estimado, las especies con el IVI más bajo resultaron ser *Cornus excelsa*, *Solanum chrysotrichum* y *Eupatorium areolare*, y se presentan como especies de amplia distribución en el SAR.

- Del mismo modo las especies ausentes en el SAR tales como *Rhus schiedeana*, *Verbesina perymenioides*, *Pluchea carolinensis*, *Ageratina ligustrina*, *Lantana velutina*, *Baccharis confertoides*, *Dodonaea viscosa* y *Barkleyanthus salicifolius*, se incluyen como especies de amplia distribución.
- Respecto al índice de diversidad (Shannon-Wiener) no se aprecia que existen diferencias significativas entre ambas evaluaciones, registrando 1.81 y 2.23 (CUS y SAR respectivamente), por lo que de acuerdo con la metodología de evaluación del Índice de Shannon-Wiener, son clasificaciones de diversidad media respectivamente para este tipo de ecosistemas.

Tabla VI. 18 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato arbustivo.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Aceitunillo	<i>Cornus excelsa</i>	36	15	17.15	37.80	0.232	0.117
Agrio	<i>Rhus schiedeana</i>	0	6	0.00	11.11	0.000	0.060
Árnica	<i>Verbesina perymenioides</i>	0	4	0.00	7.66	0.000	0.044
Berenjenita	<i>Solanum chrysotrichum</i>	2	71	16.53	37.76	0.029	0.298
Bolas	<i>Fuchsia encliandra</i>	4	3	19.56	11.53	0.029	0.035
Canela	<i>Pluchea carolinensis</i>	0	3	0.00	7.23	0.000	0.035
Chichitlaco	<i>Ageratina ligustrina</i>	0	71	0.00	31.98	0.000	0.298
Confiturilla	<i>Lantana velutina</i>	0	5	0.00	18.93	0.000	0.052
Escobilla	<i>Baccharis confertoides</i>	0	65	0.00	38.59	0.000	0.286
Estrella	<i>Eupatorium areolare</i>	82	164	43.42	49.55	0.338	0.368
Gordo lobo	<i>Verbesina sp</i>	34	0	17.05	0.00	0.224	0.000
Jara	<i>Dodonaea viscosa</i>	0	4	0.00	10.54	0.000	0.044
Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	0	7	0.00	17.48	0.000	0.067
Lantrisco	<i>Rhus schiedeana</i>	14	0	15.37	0.00	0.127	0.000
Larga	<i>Verbesina neriifolia</i>	6	3	23.93	9.40	0.069	0.035
Limoncillo	<i>Garrya laurifolia</i>	5	0	8.23	0.00	0.060	0.000
Mora	<i>Ayenia micrantha</i>	1	0	12.29	0.00	0.017	0.000
Muicle	<i>Justicia spicigera</i>	5	0	8.55	0.00	0.060	0.000
Pelo de angel	<i>Calliandra grandiflora</i>	65	8	30.10	10.43	0.310	0.074
Rasposa	<i>Rogiera stenosphon</i>	24	0	34.46	0.00	0.182	0.000
Roldana	<i>Roldana schaffneri</i>	3	0	5.30	0.00	0.040	0.000
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	12	0	7.94	0.00	0.114	0.000

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Zarza	<i>Rubus trilobus</i>	55	0	21.82	0.00	0.289	0.000
Zarzamora	<i>Rubus pringlei</i>	8	0	18.30	0.00	0.085	0.000

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	16	14
Índice de Shannon	2.23	1.81
Índice de Diversidad Máxima	2.77	2.64
Equitatividad	0.80	0.69

### Estrato Herbáceo.

- De acuerdo con los resultados del análisis en el estrato herbáceo se tiene que en las áreas evaluadas se presentaron tres diferencias de las cinco especies registradas (40.00% de representatividad).
- Las especies que en los resultados de índice de valor de importancia salieron bajas en el SAR (*Adiantum tenerum* y *Polypodium adelphum*) resultan ser especies de amplia distribución en el SAR.
- Con el índice de diversidad (Shannon-Wiener) se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre ambas evaluaciones, registrando 0.69 y 1.43 (CUS y SAR respectivamente), por lo que de acuerdo a la metodología de evaluación del Índice de Shannon-Wiener, son clasificaciones de diversidad baja para este tipo de ecosistemas.

Tabla VI. 19 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en el estrato herbáceo.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	89	19	63.09	143.00	0.361	0.354
Helecho	<i>Polypodium adelphum</i>	19	21	24.08	157.00	0.175	0.338
Helecho águila	<i>Pteridium aquilinum</i>	92	0	145.65	0.00	0.363	0.000
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	19	0	26.62	0.00	0.175	0.000
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	80	0	40.55	0.00	0.353	0.000

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	5	2
Índice de Shannon	1.43	0.69
Índice de Diversidad Máxima	1.61	0.69
Equitatividad	0.89	1.00

### Pastos.

- El estrato de los pastos se registraron dos especies en CUS y una especie en SAR, presentando 4 individuos en CUS y 1 individuo en SAR.
- Son clasificaciones de diversidad baja para este tipo de ecosistemas.

Tabla VI. 20 . Valores de importancia calculado para la flora registrada en el interior del SAR y en la superficie de proyecto en los pastos.

Nombre común	Nombre científico	Individuos		Índice de Valor de Importancia		Índice de Shannon	
		SAR	CUS	SAR	CUS	SAR	CUS
Arrocillo	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	0	3	0.00	232.35	0.000	0.216
Pasto quicullo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	1	0	300.00	0.00	0.000	0.000
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	0	1	0.00	67.65	0.000	0.347

Parámetro	SAR	CUS
S (Número de especies en la comunidad)	1	2
Índice de Shannon	0.00	0.56
Índice de Diversidad Máxima	0.00	0.69
Equitatividad	0.00	0.81

### b) Fauna silvestre.

De acuerdo a la información con base en los trabajo de campo, una vez realizado el análisis comparativo entre la fauna silvestre reportada para el SAR y aquella registrada en la superficie pretendida de afectación (ver siguiente tabla), se señala que el número de especies registradas en el muestreo del SAR (donde se registraron 53 aves, seis mamíferos y 15 reptiles) es mayor que el realizado en la superficie de cambio de uso de suelo (en el cual fueron registrados 44 aves, cuatro mamíferos y 10 reptiles), razón por la cual se concluye que las poblaciones de fauna registradas en la superficie sujeta a remoción se encuentran cien por ciento representadas en la superficie del SAR, ya que las 58 especies registradas en la superficie de cambio de uso de suelo se encuentran integradas en el listado de 74 especies registradas en el SAR, con un número de 58 especies comunes entre ambos muestreos.



Tabla VI. 21 . Fauna silvestre registrada en los transectos establecidos en el SAR (fuera del predio) y al interior de la superficie solicitada de cambio de uso de suelo.

Núm.	Nombre científico	Grupo	NOM-059-SEMARNAT-2010	SAR	CUS
1	<i>Abronia lythrochila</i>	Reptiles	Amenazada	X	No registrada
2	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Reptiles	Sujeta a protección especial	X	No registrada
3	<i>Anolis anisolepis</i>	Reptiles	Sujeta a protección especial	X	X
4	<i>Anolis sericeus</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
5	<i>Anolis unilobatus</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
6	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Reptiles	No Incluida	X	No registrada
7	<i>Aspidoscelis motaguae</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
8	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Reptiles	Sujeta a protección especial	X	X
9	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Reptiles	No Incluida	X	No registrada
10	<i>Leptodeira annulata</i>	Reptiles	Sujeta a protección especial	X	X
11	<i>Masticophis mentovarius</i>	Reptiles	No Incluida	X	No registrada
12	<i>Sceloporus carinatus</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
13	<i>Sceloporus taeniocnemis</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
14	<i>Sceloporus variabilis</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
15	<i>Thamnophis fulvus</i>	Reptiles	No Incluida	X	X
16	<i>Didelphis marsupialis</i>	Mamíferos	No Incluida	X	X
17	<i>Nasua narica</i>	Mamíferos	No incluida	X	X
18	<i>Pecari tajacu</i>	Mamíferos	No incluida	X	No registrada
19	<i>Procyon lotor</i>	Mamíferos	No Incluida	X	No registrada
20	<i>Sciurus aureogaster</i>	Mamíferos	No Incluida	X	X
21	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Mamíferos	No Incluida	X	X
22	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Aves	No Incluida	X	X
23	<i>Amazona albifrons</i>	Aves	Sujeta a Protección Especial	X	No registrada
24	<i>Archilochus colubris</i>	Aves	No Incluida	X	X
25	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Aves	No Incluida	X	X
26	<i>Aspatha gularis</i>	Aves	En Peligro de Extinción	X	X
27	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Aves	No Incluida	X	X
28	<i>Bubulcus ibis</i>	Aves	No Incluida	X	X
29	<i>Buteo brachyurus</i>	Aves	No Incluida	X	X
30	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aves	Sujeta a Protección Especial	X	X
31	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Aves	No Incluida	X	X
32	<i>Cardellina pusilla</i>	Aves	No Incluida	X	X
33	<i>Cathartes aura</i>	Aves	No Incluida	X	X
34	<i>Catharus guttatus</i>	Aves	No Incluida	X	X

**JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

Núm.	Nombre científico	Grupo	NOM-059-SEMARNAT-2010	SAR	CUS
35	Catherpes mexicanus	Aves	No Incluida	X	X
36	Chordeiles minor	Aves	No Incluida	X	No registrada
37	Colinus virginianus	Aves	No Incluida	X	No registrada
38	Columbina inca	Aves	No Incluida	X	X
39	Columbina talpacoti	Aves	No Incluida	X	X
40	Coragyps atratus	Aves	No Incluida	X	X
41	Crotophaga sulcirostris	Aves	No Incluida	X	X
42	Cyanocitta stelleri	Aves	No Incluida	X	X
43	Empidonax flaviventris	Aves	No Incluida	X	X
44	Eugenes fulgens	Aves	No Incluida	X	No registrada
45	Eupsittula canicularis	Aves	Sujeta a Protección Especial	X	No registrada
46	Falco rufigularis	Aves	No Incluida	X	X
47	Geothlypis trichas	Aves	No Incluida	X	X
48	Haemorhous mexicanus	Aves	No Incluida	X	X
49	Herpetotheres cachinnans	Aves	No Incluida	X	X
50	Hirundo rustica	Aves	No Incluida	X	X
51	Icterus wagleri	Aves	No Incluida	X	X
52	Lepidocolaptes affinis	Aves	No Incluida	X	No registrada
53	Leptotila verreauxi	Aves	No Incluida	X	X
54	Melanerpes aurifrons	Aves	No Incluida	X	X
55	Melanerpes formicivorus	Aves	No Incluida	X	X
56	Mimus gilvus	Aves	No Incluida	X	X
57	Myioborus miniatus	Aves	No Incluida	X	X
58	Oreothlypis superciliosa	Aves	No Incluida	X	X
59	Passerina caerulea	Aves	No Incluida	X	X
60	Psaltriparus minimus	Aves	No Incluida	X	X
61	Psittacara holochlorus	Aves	Amenazada	X	No registrada
62	Pteroglossus torquatus	Aves	Sujeta a Protección Especial	X	No registrada
63	Pyrocephalus rubinus	Aves	No Incluida	X	X
64	Quiscalus mexicanus	Aves	No Incluida	X	X
65	Sayornis nigricans	Aves	No Incluida	X	X
66	Seiurus aurocapilla	Aves	No Incluida	X	No registrada
67	Setophaga townsendi	Aves	No Incluida	X	X
68	Sporophila torqueola	Aves	No Incluida	X	X
69	Stelgidopteryx serripennis	Aves	No Incluida	X	X
70	Troglodytes aedon	Aves	No Incluida	X	X

Núm.	Nombre científico	Grupo	NOM-059-SEMARNAT-2010	SAR	CUS
71	Turdus rufitorques	Aves	Amenazada	X	X
72	Tyrannus melancholicus	Aves	No Incluida	X	X
73	Zenaida asiatica	Aves	No Incluida	X	X
74	Zonotrichia capensis	Aves	No Incluida	X	X

Sobre este respecto, el grupo de las aves presenta los mayores valores de diversidad en el SAR (3.65), pudiendo ser interpretado como diverso (ver siguiente tabla). Los mamíferos presentan diversidad media (1.72) y los reptiles (2.59) pueden ser clasificados como diversidad media.

Tabla VI. 22. Valores de diversidad de Shannon-Wiener para la fauna silvestre registrada en el SAR y en la superficie de cambio de uso de suelo.

	Reptiles	Mamíferos	Aves
Superficie de CUS	2.17 (Medio)	1.28 (Bajo)	3.49 (Diverso)
SAR	2.59 (Medio)	1.72 (Medio)	3.65 (Diverso)

Por otra parte, para el caso de la superficie de cambio de uso de suelo, el grupo de las aves exhibe también los valores más altos de diversidad (3.49), interpretándose como diverso, los mamíferos (1.28) como de diversidad baja y los reptiles (2.17) clasificándose como diversidad media.

### Acciones y conceptos que aseguran el mantenimiento de la biodiversidad.

- La superficie forestal por afectar (10.9257 ha) representa solamente el 0.123% de los tipos de vegetación cuantificados para el SAR (8,828.26 ha).
- Las especies que proporcionan la estructura de la vegetación por afectar, y el tipo de vegetación susceptible de afectación en sí cuenta con una amplia distribución, la cual va más allá de los límites propios del SAR.
- Se pondrán en marcha un programa de rescate de la vegetación forestal para para especies arbóreas y especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Astronium graveolens (Pr)*, *Harpayce Formosa*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Bursera excelsa* y *Gyrocarpus mocinoi*.
- Para el resto de la flora vascular se afectarán individuos en términos de “diversidad alfa” o diversidad local, sin que ello represente efectos negativos en sus poblaciones, y mucho menos, en las especies como tales en la escala regional, por lo que se conservará la diversidad “gama” del tipo de vegetación por afectar.

- No obstante que los resultados obtenidos en los transectos de campo mostraron que la fauna silvestre registrada en la superficie de proyecto se encuentra totalmente representada en los resultados obtenidos para el SAR, se pondrá en marcha un programa de manejo de fauna silvestre, con el objetivo de proteger la fauna registrada en la superficie de cambio de uso de suelo, mediante el desarrollo de acciones de ahuyentamiento, y en su caso, acciones de rescate y reubicación.
- Se pondrá en marcha de un programa de difusión y educación ambiental, en el cual serán tratados los temas relacionados con la protección, cuidado y respeto de las especies de fauna silvestre, con énfasis en aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que fueron registradas en el SAR y en la superficie de cambio de uso de suelo.

### VI.1.2.2 Justificación de por qué no se provocará la erosión de los suelos.

#### a) Susceptibilidad de los suelos a la erosión.

Los tipos de suelo que se presentan en la superficie de proyecto corresponden a Regosol, Leptosol y Luvisol para el cual se presenta a continuación una descripción de sus principales características.

#### **Regosol**

Del griego *reghos*: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros y que son empleados para el cultivo de coco y sandía con buenos rendimientos. En Jalisco y otros estados del centro se cultivan granos con resultados de moderados a bajos. Para uso forestal y pecuario tienen rendimientos variables. El símbolo cartográfico para su representación es (R).

#### **Leptosol**

El término leptosol deriva del vocablo griego "leptos" que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido. El material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10% de tierra fina. Aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevadas pendientes. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas. El desarrollo del perfil es de tipo AR o AC, muy rara vez aparece un incipiente horizonte B. En materiales fuertemente calcáreos y muy alterados puede presentar un horizonte mólico con signos de gran actividad biológica. Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos. Lo mejor es mantenerlos bajo bosque.

### **Luvisol**

Dellatín *luvi*, *luo*: lavar. Literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas como los Altos de Chiapas y el extremo sur de la Sierra Madre Occidental, en los estados de Durango y Nayarit, aunque en algunas ocasiones también puede encontrarse en climas más secos como los Altos de Jalisco o los Valles Centrales de Oaxaca. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. En algunos cultivos de café y frutales en zonas tropicales, de aguacate en zonas templadas, donde registran rendimientos muy favorables. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. Los aserraderos más importantes del país se encuentran en zonas de Luvisoles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas está ocupada por Luvisoles. El símbolo para su representación cartográfica es (L).

### **b) Análisis de tierras frágiles.**

En referencia a los componentes ambientales que pudieran estar propensos a la degradación y/o pérdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminación o reducción de la cobertura vegetal (aunque la degradación de tierras suele definirse también

como la disminución temporal o permanente de su productividad a consecuencia del cambio climático, o bien como fenómeno natural), se hace mención que gracias a la tecnología moderna, se pueden evaluar los índices de degradación a través de imágenes de satélite, aunque siempre resulta importante conocer exactamente lo que pasa físicamente sobre el terreno.

En este sentido, la siguiente figura revela la cantidad y calidad de la vegetación en el interior del polígono sujeto a afectación, lo cual nos ofrece una panorámica preliminar de la existencia de tierras frágiles en la superficie donde se incorporará el tercer carril de carretera (áreas desprovistas de vegetación arbustiva), las cuales se encuentran representadas en este caso por aquellos espacios de terreno que presentan los efectos derivados del ejercicio de las actividades antropogénicas, tal como pudo confirmarse de manera visual durante los recorridos realizados para la caracterización de la comunidad vegetal en algunas áreas del SAR, siendo importante manifestar que en el capítulo VII de este DTU se incluirá una serie de medidas para prevenir y mitigar los efectos derivados de la remoción de la vegetación, durante la preparación del sitio y construcción del proyecto.

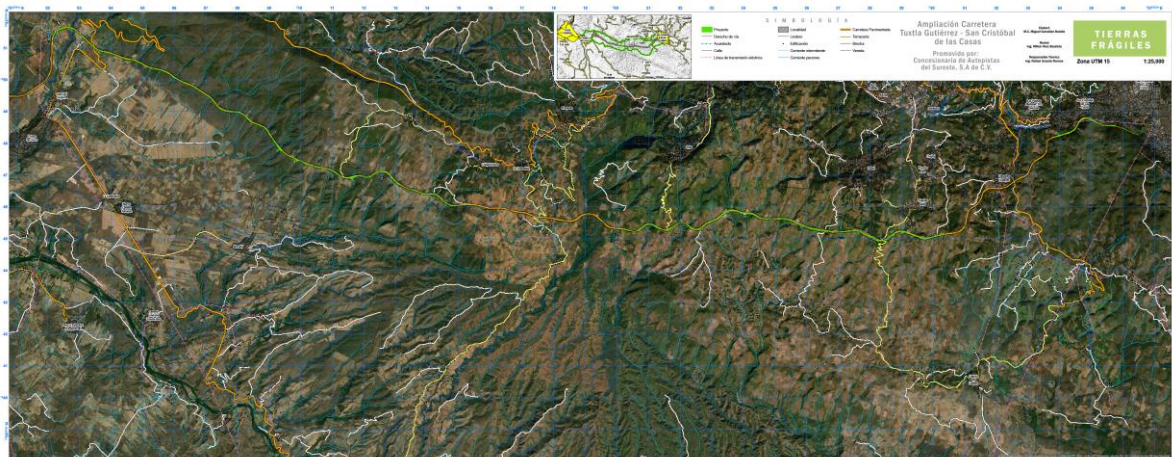


Figura VI. 2. Espaciograma que muestra la cantidad y calidad de vegetación al interior de la superficie sujeta a afectación.

### Degradación de los suelos.

El tipo de degradación de los suelos en las superficies de cambio de uso de suelo es: “Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica” (ver siguiente figura).

## Tipo de degradación de suelos

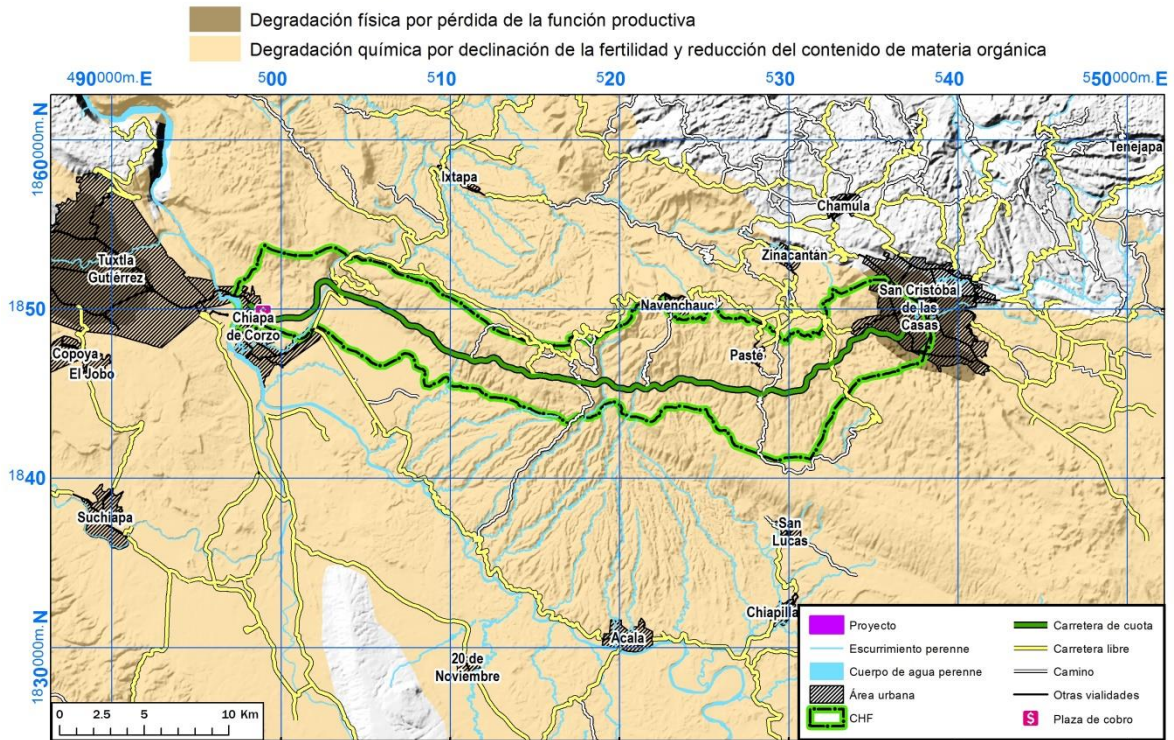


Figura VI. 3. Tipo de degradación de los suelos en el SAR en la cual se encuentra incluida la superficie de afectación del proyecto.

Dicho tipo de degradación son causados por efecto de “Actividades agrícolas / Deforestación y remoción de la vegetación / Sobreexplotación de la vegetación ara uso doméstico” en grado “moderado y ligero” (ver siguientes figuras), mismos que no serán desarrollados por el promovente.

### Causa de degradación de suelos

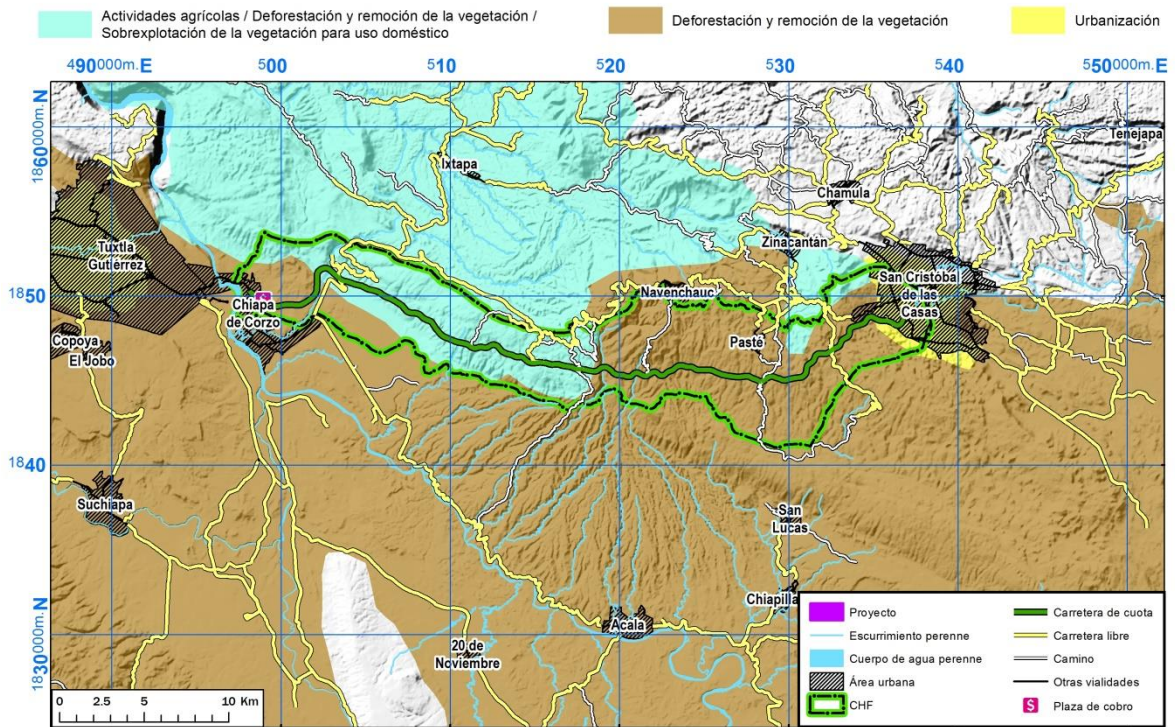


Figura VI. 4. Causa de degradación de los suelos en el SAR en la cual se encuentra incluida la superficie de afectación del proyecto.

### Grado de degradación de suelos

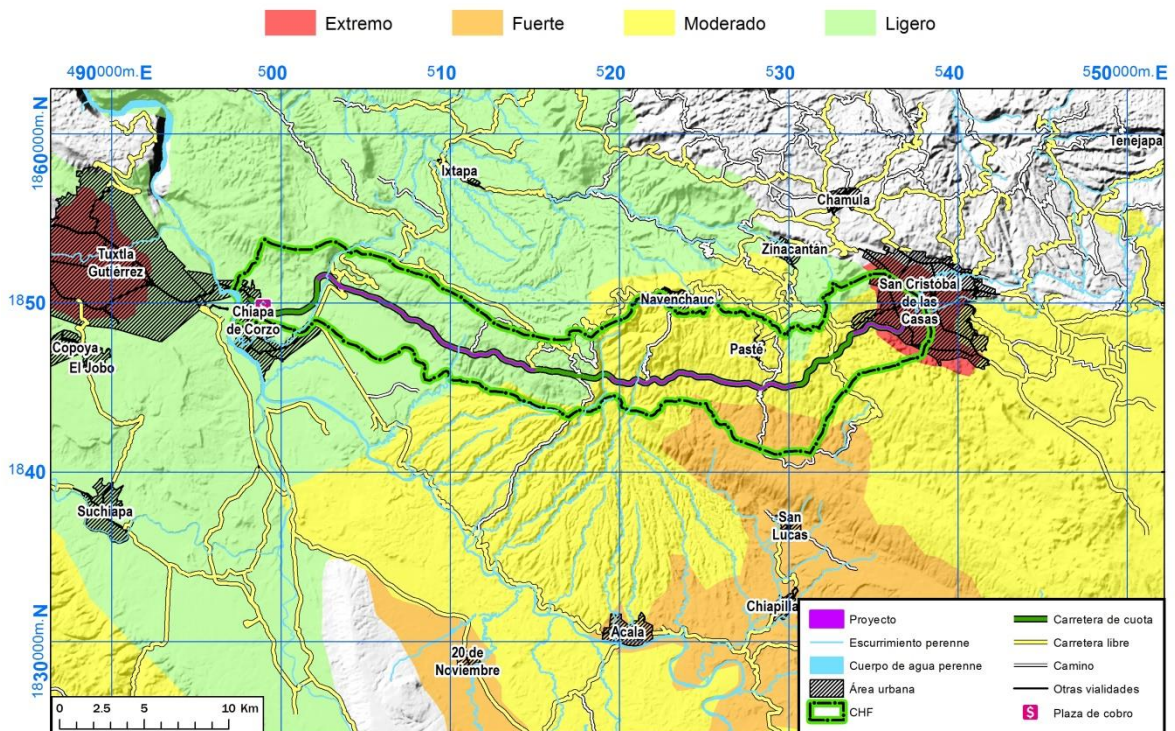


Figura VI. 5. Grado de degradación de los suelos en el SAR en la cual se encuentra incluida la superficie de afectación del proyecto.



## Resultados obtenidos en el modelo de erosión eólica.

### Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo forestal dentro del Tramo 1

#### Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo forestal de manera anual.

La tasa anual de erosión estimada para las condiciones actuales es de 0.031 Ton/Ha/Año, por lo que extrapolando a la 6.7236 ha solicitadas de cambio de uso de suelo en este tramo, tenemos que la tasa de erosión eólica calculada para la superficie sujeta a afectación es de 0.210 Ton/Año bajo las condiciones actuales (superficie cubierta con vegetación forestal), por lo que tomando como referencia la tasa de erosión estimada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación (0.701 Ton/Año), se concluye que el cambio de uso de suelo provocará una pérdida de **0.491** toneladas de suelo por año, motivo por lo cual, a continuación se presenta el análisis real de la erosión que será provocada por efecto del viento considerando de forma anual (ver siguiente tabla).

Tabla VI. 23 . Pérdida real de suelo por efecto del cambio de uso de suelo de forma anual

Erosión provocada por el CUS (Ton/año)	Erosión provocada por el CUS (Ton/mes)	Erosión durante la vigencia de proyecto (Ton / año)
0.491	0.041	0.491

#### Cálculo de la tasa de erosión hídrica para el Tramo 2 (2.5434 ha).

#### Cálculo de la tasa de erosión eólica para el Tramo 2 bajo las condiciones actuales.

La siguiente tabla muestra la tasa de erosión en el área sujeta a CUSTF

Tabla VI. 24 . Tasa de erosión calculada para la superficie de cambio de uso de suelo bajo las condiciones actuales (con vegetación) utilizando los valores promedio resultantes para cada coeficiente en los mapas generados en el Sistema de Información Geográfica.

Factor	Tasa de Erosión (Ton/ha/año)	Fuente
PREC	1,350.0	Sistema de Información Geográfica (SMN)
PECRE	224.18	$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019$
IAVE	-10.90	$IAVE = 160.8252 - 0.766 (PECRE)$
CATEX	1.50	Sistema de Información Geográfica (Media)

Factor	Tasa de Erosión (Ton/ha/año)	Fuente
CAUSO	0.15	Calificación por uso del suelo
Erosión (Ton/ha/año)	-2.452	Ee = IAVE x CATEX x CAUSO
Erosión en CUSTF	-6.236	Ee en CUSTF = Ee x Superficie de CUSTF

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

$$= 0.2408 (1,350) - 0.0000372 (1,350)^2 - 33.1019$$

$$= 0.2408 (1,350) - 0.0000372 (1'822,500) - 33.1019$$

$$= 325.08 - 67.797 - 33.1019$$

$$= \mathbf{224.18}$$

$$\text{IAVIE} = 160.8252 - 0.766 (\text{PECRE})$$

$$= 160.8252 - 0.766 (224.18)$$

$$= 160.8252 - 171.723$$

$$= \mathbf{-10.90}$$

$$\text{Ee} = \text{IAVIE} \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

$$= -10.90 \times 1.50 \times 0.15$$

$$= \mathbf{-2.452 \text{ ton/ha/año}}$$

$$\text{Ee en CUS} = \text{Ee} \times \text{Superficie de CUS}$$

$$= -2.452 \times 2.5434$$

$$= \mathbf{-6.2636 \text{ Ton/año.}}$$

**Tasa de erosión eólica bajo las condiciones futuras, una vez llevada a cabo la remoción de la vegetación (suelo desnudo).**

A continuación se realiza el cálculo correspondiente de la tasa de erosión bajo la condición de llevarse a cabo la remoción de la vegetación y por consiguiente la condición de suelo desnudo (ver siguiente tabla), para lo cual, en función de la calificación otorgada por uso de suelo (CAUSO), se consideró que la superficie sujeta a afectación tendría un valor de 0.50 para este factor.

Tabla VI. 25 . Tasa de erosión calculada para la superficie de cambio de uso de suelo bajo la condición de haber sido removida la vegetación utilizando los valores promedio resultantes para cada coeficiente en los mapas generados en el Sistema de Información Geográfica.

Factor	Tasa de Erosión (Ton/ha/año)	Fuente
PREC	1,350.0	Sistema de Información Geográfica (SMN)
PECRE	224.18	PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC) <sup>2</sup> - 33.1019
IAVE	-10.90	IAVIE = 160.8252 - 0.766 (PECRE)
CATEX	1.50	Sistema de Información Geográfica (Media)
CAUSO	0.50	Calificación por uso del suelo
Erosión (Ton/ha/año)	-8.173	Ee = IAVE x CATEX x CAUSO
Erosión en CUS	-20.788	Ee en CUS = Ee x superficie de CUS

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

$$= 0.2408 (1,350) - 0.0000372 (1,350)^2 - 33.1019$$

$$= 0.2408 (1,350) - 0.0000372 (1'822,500) - 33.1019$$

$$= 325.08 - 67.797 - 33.1019$$

$$= \mathbf{224.18}$$

$$\text{IAVIE} = 160.8252 - 0.766 (\text{PECRE})$$

$$= 160.8252 - 0.766 (224.18)$$

$$= 160.8252 - 171.723$$

$$= \mathbf{- 10.90}$$

$$\text{Ee} = \text{IAVIE} \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

$$= - 10.90 \times 1.50 \times 0.5$$

$$= \mathbf{-8.173 \text{ ton/ha/año}}$$

$$\text{Ee en CUS} = \text{Ee} \times \text{Superficie de CUS}$$

$$= -8.173 \times 2.5434$$

$$= \mathbf{-20.788 \text{ Ton/año.}}$$

Como se puede observar en los cálculos realizador, para estimar la perdida de suelo por efecto del viento dentro del Tramo 2, los valores que arroja dicho calculo son valores negativos, esto

debido a que el factor de la precipitación media anual (PREC) es alta (1,350 mm/año), lo cual tiene por consecuencia, que el suelo presente en esta zona, se encuentre la mayor parte del tiempo húmeda y por lo tanto las partículas de suelo son más pesadas, evitando con esto el arrastre de dichas partículas por efectos del viento. Concluyendo que la erosión dentro de este tramo es nula.

**Calculo de la tasa de erosión hídrica para el Tramo 3 (1.6587 ha).**

**Calculo de la tasa de erosión eólica para el Tramo 3 bajo las condiciones actuales.**

*Tabla VI. 26 . Tasa de erosión calculada para la superficie de cambio de uso de suelo bajo la condiciones actuales (con vegetación) utilizando los valores promedio resultantes para cada coeficiente en los mapas generados en el Sistema de Información Geográfica.*

Factor	Tasa de Erosión (Ton/ha/año)	Fuente
PREC	1,350.0	Sistema de Información Geográfica (SMN)
PECRE	224.18	$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019$
IAVE	-10.90	$IAVIE = 160.8252 - 0.766 (PECRE)$
CATEX	1.50	Sistema de Información Geográfica (Media)
CAUSO	0.15	Calificación por uso del suelo
<b>Erosión (Ton/ha/año)</b>	-2.452	$Ee = IAVE \times CATEX \times CAUSO$
<b>Erosión en CUSTF</b>	-4.067	$Ee \text{ en CUSTF} = Ee \times \text{Superficie de CUSTF}$

**PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)<sup>2</sup> - 33.1019**

= 0.2408 (1,350) - 0.0000372 (1,350)<sup>2</sup> - 33.1019

= 0.2408 (1,350) - 0.0000372 (1'822,500) - 33.1019

= 325.08 - 67.797 - 33.1019

**= 224.18**

**IAVIE = 160.8252 - 0.766 (PECRE)**

= 160.8252 - 0.766 (224.18)

= 160.8252 - 171.723

**= - 10.90**

**Ee = IAVIE x CATEX x CAUSO**

= - 10.90 x 1.50 x 0.15

**= -2.452 ton/ha/año**

**Ee en CUS = Ee x Superficie de CUS**

$$= -2.452 \times 1.6587$$

$$= -4.067 \text{ Ton/año.}$$

**Tasa de erosión eólica bajo las condiciones futuras, una vez llevada a cabo la remoción de la vegetación (suelo desnudo).**

A continuación se realiza el cálculo correspondiente de la tasa de erosión bajo la condición de llevarse a cabo la remoción de la vegetación y por consiguiente la condición de suelo desnudo (ver siguiente tabla), para lo cual, en función de la calificación otorgada por uso de suelo (CAUSO), se consideró que la superficie sujeta a afectación tendría un valor de 0.50 para este factor.

*Tabla VI. 27 . Tasa de erosión calculada para la superficie de cambio de uso de suelo bajo la condición de haber sido removida la vegetación utilizando los valores promedio resultantes para cada coeficiente en los mapas generados en el Sistema de Información Geográfica.*

Factor	Tasa de Erosión (Ton/ha/año)	Fuente
PREC	1,350.0	Sistema de Información Geográfica (SMN)
PECRE	224.18	PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC) <sup>2</sup> - 33.1019
IAVE	-10.90	IAVIE = 160.8252 - 0.766 (PECRE)
CATEX	1.50	Sistema de Información Geográfica (Media)
CAUSO	0.50	Calificación por uso del suelo
<b>Erosión (Ton/ha/año)</b>	-8.173	Ee = IAVE x CATEX x CAUSO
<b>Erosión en CUS</b>	-13.557	Ee en CUS = Ee x superficie de CUS

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

$$= 0.2408 (1,350) - 0.0000372 (1,350)^2 - 33.1019$$

$$= 0.2408 (1,350) - 0.0000372 (1'822,500) - 33.1019$$

$$= 325.08 - 67.797 - 33.1019$$

$$= \mathbf{224.18}$$

$$\text{IAVIE} = 160.8252 - 0.766 (\text{PECRE})$$

$$= 160.8252 - 0.766 (224.18)$$

$$= 160.8252 - 171.723$$

$$= \mathbf{- 10.90}$$

$$Ee = IAVIE \times CATEX \times CAUSO$$

$$=- 10.90 \times 1.50 \times 0.5$$

$$= -8.173 \text{ ton/ha/año}$$

$$Ee \text{ en CUS} = Ee \times \text{Superficie de CUS}$$

$$= -8.173 \times 1.6587$$

$$= -13.557 \text{ Ton/año.}$$

Como se puede observar en los cálculos realizador, para estimar la perdida de suelo por efecto del viento dentro del Tramo 3, los valores que arroja dicho calculo son valores negativos, esto debido a que el factor de la precipitación media anual (PREC) es alta (1,350 mm/año), lo cual tiene por consecuencia, que el suelo presente en esta zona, se encuentre la mayor parte del tiempo húmeda y por lo tanto las partículas de suelo son más pesadas, evitando con esto el arrastre de dichas partículas por efectos del viento. Concluyendo que la erosión dentro de este Tramo 3 es nula.

De acuerdo a la SEMARNAT (2003), tasas mayores a 5 ton/ha/año son las que significan degradación de suelo por efecto de la erosión eólica, las tasas menores a 5 ton/ha/año son consideradas como nulas. En base al resultado obtenido en las fórmulas anteriores, se presenta un valor de erosión eólica nulo (0.031 ton/ha/año) para el área del proyecto,

#### **Resultados obtenidos en el modelo de erosión hídrica.**

Para el cálculo de la pérdida de suelo que será provocada por efecto de la lluvia en la superficie que se encuentra sujeta a afectación se utilizó un modelo de erosión hídrica, el cual emplea parámetros propuestos por la SEDUE para generar los mapas respectivos en el cálculo de la erosión, requiriéndose de la preparación de seis mapas intermedios (Período de crecimiento, índice de agresividad de la lluvia, coeficiente de erodabilidad, calificación de textura y fase física, calificación de la topografía y calificación por uso del suelo).

### **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo forestal dentro del Tramo 1**

#### **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).**

La tasa anual de erosión estimada para las condiciones actuales es de 170.99 Ton/Ha, por lo que extrapolando a las 6.7236 ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que la erosión que se presenta hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de 1,149.69 Ton/Año. Por otra parte, en relación a la tasa de erosión estimada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con una tasa anual de 683.97 Ton/Ha/año, por lo que extrapolando a las 6.7236 ha sujetas a afectación, la tasa de erosión corresponderá al orden de 4,598.74 Ton/Año, por lo que se concluye que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **3,449.06 Ton/Año** (toneladas de suelo por año), la cual resulta de restar las 1,149.69 Ton/Año que fueron estimadas bajo las condiciones actuales a las 4,598.74 Ton/Año calculadas una vez realizada la remoción de la vegetación.

### **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales dentro del Tramo 2.**

#### **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).**

La tasa anual de erosión estimada para las condiciones actuales es de 149.49 Ton/Ha, por lo que extrapolando a las 2.5434 ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que la erosión que se presenta hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de 380.21 Ton/Año. Por otra parte, en relación a la tasa de erosión estimada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con una tasa anual de 957.95 Ton/Ha/año, por lo que extrapolando a las 2.5434 ha sujetas a afectación, la tasa de erosión corresponderá al orden de 1,520.83 Ton/Año, por lo que se concluye que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **1,140.62Ton/Año** (toneladas de suelo por año), la cual resulta de restar las 380.21 Ton/Año que fueron estimadas bajo las condiciones actuales a las 1,520.83 Ton/Año calculadas una vez realizada la remoción de la vegetación.

### **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales dentro del Tramo 3.**

#### **Pérdida de suelo por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).**

La tasa anual de erosión estimada para las condiciones actuales es de 193.53 Ton/Ha, por lo que extrapolando a las 1.6587 ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que la erosión que se presenta hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de 321.01 Ton/Año. Por otra parte, en relación a la tasa de erosión estimada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con una tasa anual de 774.13 Ton/Ha/año, por lo que extrapolando a las 1.6587 ha sujetas a afectación, la tasa de erosión corresponderá al orden de 1,284.05 Ton/Año, por lo que se concluye que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **963.04 Ton/Año** (toneladas de suelo por año), la cual resulta de restar las 321.01 Ton/Año que fueron estimadas bajo las condiciones actuales a las 1,284.05 Ton/Año calculadas una vez realizada la remoción de la vegetación.

### **Perdida de suelo por el elemento agua, dentro de toda la superficie de CUS.**

En la siguiente tabla se muestra, la perdida de suelo, por efecto de la erosión hídrica, en la totalidad de la superficie sujeta a evaluación.

*Tabla VI. 28 . Perdida de suelo estimada para los tres tramos en que se desarrollara el proyecto .*

CUSTF	Superficie (ha)	Perdida de suelo (ton/año)
Tramo 1	6.7236	3,449.06
Tramo 2	2.5434	1,140.62
Tramo 3	1.6587	963.04
Total	10.9257	5,552.72

### **Medidas de mitigación adicional para la pérdida de suelo por efecto del viento.**

#### **Integración de material producto del desmonte y despalme a la superficie destinada a áreas verdes dentro de la superficie del proyecto.**

Para este proyecto no es necesario, la implementación de medidas de mitigación para evitar la pérdida de suelo por efecto del viento, ya que de acuerdo al programa de preparación del sitio y construcción de obra, inmediatamente después del desmonte y despalme se llevaran a cabo los trabajos de limpieza, relleno, nivelado y compactación del suelo, después de estas actividades se realizaran los trabajos de relleno, colocación de bases y sub bases y por último la colocación de la carpeta asfáltica. Con dichos trabajos, se formará una capa impermeable



la cual evitara que el suelo, ubicado por debajo de esta capa sufra cualquier tipo de erosión en el área del proyecto. La capa a la cual se hace referencia es la que se formara con el relleno de material debidamente compactada y la colocación de la carpeta asfáltica.

Los trabajos de retiro de top soil se realizarán simultáneamente a los trabajos de desmonte, colocando este suelo superficial junto al material vegetal, esta con la finalidad de ser revueltos ambos materiales de manera homogénea, para así ser utilizados en las áreas aledañas al DDV, El material producto del desmonte y despalle ayudará significativamente como fertilizante orgánico en dichas áreas, contribuyendo a la pronta adaptación de las plantas herbáceas con las que se revegetará de manera natural el DDV.

El volumen de la materia orgánica retirado del área es de aproximadamente **43,702.4 m<sup>3</sup>** ya que este material será retirado hasta una profundidad de **0.4 m**, a partir de este punto se dará inicio a la nivelación, compactación y relleno del sitio, formando así la capa impermeable antes mencionada. Cabe mencionar que para la estimación del volumen retirado producto del despalle, se contempló la superficie sujeta a cambio de uso de suelo la cual es de 10.925 ha. (109,256 m<sup>2</sup>).

Es importante mencionar que el material resultante del retiro de la cubierta vegetal, como del suelo orgánico, será resguardo y cubierto por lonas impermeables evitando de esta manera cualquier arrastre de partículas de suelo, por efectos del viento. El material se colocará en un lugar estratégico para que no interfiera con las actividades propias de la preparación del sitio.

Los altos índices de humedad presentes en el suelo, debido a que la mayor parte del año se presenta precipitaciones, provocan que el suelo el cual es de composición arenoso y calcárea (granos de fino a medio), adquiera mayor peso que estando en condiciones “secas”, de esta manera se minimiza el arrastre de suelo por efecto del viento.

#### **Eficiencia de la media de mitigación propuesta.**

Un vez integrado el material de desmonte y despalle al suelo natural tal y como se indica en el apartado anterior y considerando los escenarios de la siguiente manera: Escenario 1, para las condiciones actuales, es decir el área del proyecto presenta vegetación; Escenario 2, para las condiciones futuras, simulando que el área del proyecto se llevaran a cabo los trabajos de desmonte y despalle; Escenario 3, esta condición del suelo se refiera una vez implementadas las medidas de mitigación propuestas ( ver siguiente tabla)

Tabla VI. 29 . Se presenta la superficie de CUSTF, bajo los tres escenarios a los cuales será expuesta dicha superficie.

	CUSTF (Ha)	Escenario 1 (Con vegetación) ton/año	Escenario 2 (Sin vegetación) ton/año	Perdida de suelo. Ton/año	Escenario 3 (Con medidas de mitigación) ton/año
Tramo 1	6.7236	1149.69	4598.74	3449.05	3449.05
Tramo 2	2.5434	380.21	1520.83	1140.62	1140.62
Tramo 3	1.6587	321.01	1,284.05	963.04	963.04
Total	10.9257	1850.91	7403.62	5552.71	5552.71

Tal como se menciona en el punto anterior, todo el material producto del desmonte y despalme será integrado nuevamente al suelo natural y la superficie sujeta de CUSTF no permanecerá descubierta, debido a los trabajos relacionados con la etapa constructiva del proyecto.

#### Acciones y conceptos que aseguran la protección de los suelos.

- Recuperación del suelo orgánico en la superficie sujeta a afectación para su posterior utilización en el desarrollo de las medidas de mitigación.
- Para mitigar la pérdida de suelo que se presenta durante las labores de preparación de sitio, serán aplicados supresores de polvo (mitigación de erosión eólica).

En virtud de lo anteriormente expuesto, se hace mención que el desarrollo del proyecto contempla acciones específicas para no provocar fenómenos de erosión por la acción de la lluvia y/o de las actividades inherentes al cambio de uso de suelo, por lo que, con base en dichos razonamientos, la preparación del sitio y construcción del proyecto no provocará un aumento de la tasa de erosión de los suelos.

#### **VI.1.2.3 Justificación de por qué no se provocará deterioro de la calidad del agua ni la disminución de su captación.**

Para el cálculo de la tasa de infiltración se utilizó el Método RAS, el cual es un método científico - teórico para elaborar el mapa de la recarga de agua subterránea, que sirve como una herramienta para tomar decisiones en la protección y el manejo sostenible del recurso hídrico. Dicho método calcula el agua que se infiltra en el subsuelo basado en los principios de Schosinky y Losilla (2000), requiriendo de un coeficiente para calcular la infiltración, el cual se multiplica por un coeficiente climático, para lo cual se realiza un balance climático (BC).

## Tramo 1

### **Pérdida de captación de agua por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).**

La tasa de infiltración estimada para las condiciones actuales es de 1,893.45 m<sup>3</sup>/ha/Año, por lo que extrapolando a las 6.7236 ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que el volumen de captación hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de 12,730.79 m<sup>3</sup>/Año. Por otra parte, en relación a la tasa de infiltración calculada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con un volumen de captación de 1,454.13 m<sup>3</sup>/ha/Año, por lo que extrapolando a las 6.7236 ha sujetas a afectación, la captación corresponderá al orden de 9,777.01 m<sup>3</sup>/Año, concluyéndose que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **2,953.78 m<sup>3</sup>/Año**, la cual resulta de restar los 9,777.01 m<sup>3</sup>/Año que fueron estimados bajo las condiciones futuras a los 12,730.79 m<sup>3</sup>/Año que fueron calculados antes de ser realizada la remoción de la vegetación.

## Tramo 2

### **Pérdida de captación de agua por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).**

La tasa de infiltración estimada para las condiciones actuales es de 2,766.76 m<sup>3</sup>/ha/Año, por lo que extrapolando a las 2.5434 ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que el volumen de captación hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de 7,036.98 m<sup>3</sup>/Año. Por otra parte, en relación a la tasa de infiltración calculada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con un volumen de captación de 2,130.72 m<sup>3</sup>/ha/Año, por lo que extrapolando a las 2.5434 ha sujetas a afectación, la captación corresponderá al orden de 5,419.28 m<sup>3</sup>/Año, concluyéndose que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **1,617.70 m<sup>3</sup>/Año**, la cual resulta de restar los 5,419.28 m<sup>3</sup>/Año que fueron estimados bajo las condiciones futuras a los 7,036.72 m<sup>3</sup>/Año que fueron calculados antes de ser realizada la remoción de la vegetación.

## Tramo 3

### **Pérdida de captación de agua por efecto del cambio de uso de suelo forestal (anual).**

La tasa de infiltración estimada para las condiciones actuales es de 2,932.28 m<sup>3</sup>/ha/Año, por lo que extrapolando a las 1.6587 ha solicitadas de cambio de uso de suelo, tenemos que el volumen de captación hoy en día en la superficie sujeta a afectación es de 4,863.77 m<sup>3</sup>/Año. Por otra parte, en relación a la tasa de infiltración calculada después de haber sido efectuada la remoción de la vegetación, se hace mención que la superficie de cambio de uso de suelo contará con un volumen de captación de 2,208.26 m<sup>3</sup>/ha/Año, por lo que extrapolando a las 1.6587 ha sujetas a afectación, la captación corresponderá al orden de 3,662.84 m<sup>3</sup>/Año, concluyéndose que el cambio de uso de suelo propuesto originará una pérdida de **1,200.93 m<sup>3</sup>/Año**, la cual resulta de restar los 3,662.84 m<sup>3</sup>/Año que fueron estimados bajo las condiciones futuras a los 4,863.77 m<sup>3</sup>/Año que fueron calculados antes de ser realizada la remoción de la vegetación.

**Pérdida real de captación de agua por efecto del cambio de uso de suelo forestal durante la construcción de proyecto en la totalidad de superficie del CUS (10.9257 ha), esto de forma anual**

En la siguiente tabla se muestra la pérdida real de captación de agua en la superficie de afectación (10.9257 ha), dividida en las dos condiciones a las que será sometido el suelo durante la construcción del proyecto.

Tabla VI. 30 . Pérdida real de captación de agua en la superficie de cambio de uso de suelo.

Condición a la que será sometido el suelo	Superficie Ha	Disminución de la captación(m <sup>3</sup> /año)	Disminución de la captación (m <sup>3</sup> /mes)	Disminución de la captación durante un periodo de un año (m <sup>3</sup> / 12 meses)
Desmonte y despalde Tramo 1	6.7236	2,953.78	246.15	2,953.78
Desmonte y despalde Tramo 2	2.5434	1,617.70	134.81	1,617.70
Desmonte y despalde Tramo 3	1.6587	1,200.93	100.08	1,200.93
Total	10.9257	5,772.41	481.04	5,772.41

De acuerdo a los cálculos desarrollados en los puntos anteriores, la pérdida real de captación de agua en la superficie total del CUS será del orden de **5,772.41 m<sup>3</sup>/12 meses**.

**Medida de mitigación para la tasa estimada de perdida de infiltración.**

Para mitigar la pérdida de infiltración se incorporará el suelo y el material triturado producto del desmonte y despalme en el DDV y áreas aledañas para proporcionar un medio donde se puedan establecer las herbáceas de manera natural, lo que ayudará a la infiltración. Se deberá considerar que, **por seguridad**, ni en el DDV ni en el cuerpo de la carretera, deberá haber encharcamientos por lo que la revegetación natural de herbáceas es la medida que ayudará a la infiltración, además de que el proyecto considera la ampliación de las obras de drenaje lo que también ayudará a la infiltración.

Acciones y conceptos que aseguran el mantenimiento de la calidad y captación del agua de lluvia.

- Se establecerá un programa de mantenimiento preventivo/correctivo para la maquinaria y/o equipos que serán utilizados durante las fases de preparación del sitio y construcción, con la finalidad de evitar fugas de combustibles y/o lubricantes que puedan contaminar el agua originada por la precipitación pluvial.
- Se instrumentará un programa de manejo de residuos (incluyendo sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos).
- Manejo y disposición adecuada de las aguas residuales generadas en letrinas portátiles que serán establecidas de manera temporal durante las labores de preparación del sitio y construcción.
- La revegetación natural ayudará a mitigar la pérdida de infiltración ya que por seguridad no deberá haber encharcamientos en el DDV ni en el cuerpo de la carretera.

En virtud de lo anteriormente expuesto, se hace mención que el desarrollo del proyecto contempla acciones específicas para no provocar afectaciones en la calidad del agua por las actividades inherentes al cambio de uso de suelo propuesto, por lo que, con base en dichos razonamientos, se justifica también que la preparación del sitio y construcción del proyecto no provocará una disminución en la capacidad de infiltración

### VI.1.3. JUSTIFICACIÓN ECÓNOMICA Y SOCIAL

**Económica:** La construcción de una carretera es siempre de gran beneficio a las comunidades ya que sirven como vía de comunicación, permitiendo un intercambio social, cultural y sobre todo económico entre las mismas; por lo que de acuerdo a la naturaleza del proyecto y la incorporación de un tercer carril en tres tramos, traerá consigo el beneficio de reducción de costos de operación vehicular, facilitar el traslado de personas y bienes que transiten por esta vía y transitar con seguridad.

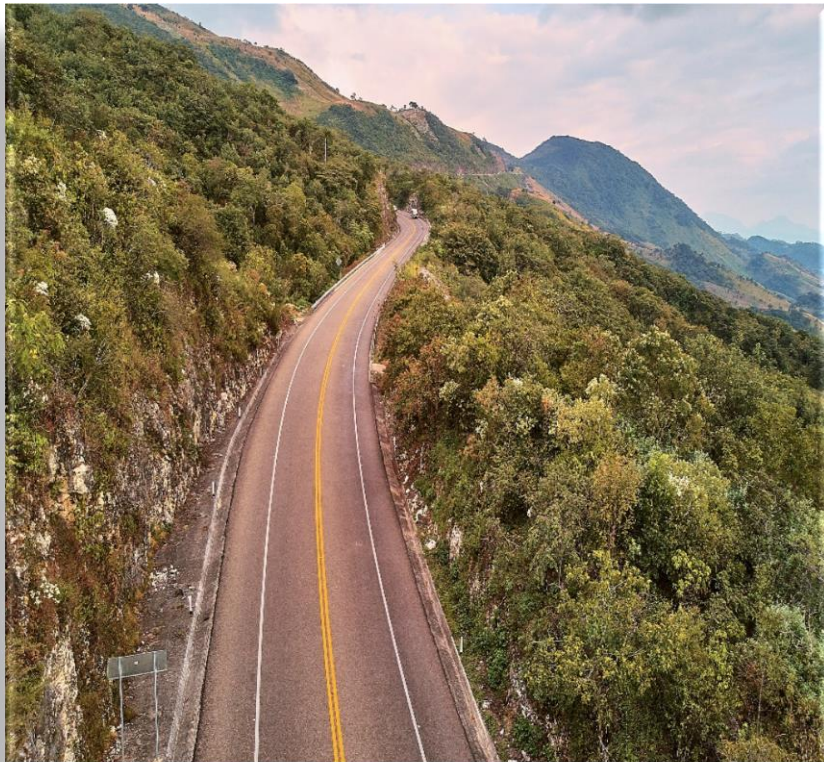
**Social:** La carretera existente trae beneficio a las comunidades que conecta, ya que reduce tiempos de conexión entre un poblado y otro, pero debido al aumento del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) estos tiempos de traslado han incrementado debido a las

características de la carretera; por tal motivo se ve la necesidad de incorporar un tercer carril en los tramos propuestos.

Al aumentar el número de carriles de circulación, se obtiene un mejor nivel de servicio para los usuarios, disminuyendo los tiempos de recorrido e incrementando el nivel de seguridad, de igual manera se disminuyen los costos de operación, dando como resultado que los niveles de contaminación ambiental disminuyan. Al mismo tiempo la comunidad se verá beneficiada por el trabajo temporal que el proyecto produzca.

# CAPÍTULO VII

***ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y  
MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.  
ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA  
AMBIENTAL REGIONAL .***





## I. Contenido

<b>VII. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales acumulativos y residuales, del Sistema Ambiental Regional. ....</b>	<b>4</b>
<b>VII.1. Introducción .....</b>	<b>4</b>
<b>VII.2. Descripción de las medidas de prevención y mitigación.....</b>	<b>4</b>
<b>VII.3. Plan de Manejo Ambiental .....</b>	<b>7</b>
VII.3.1. Programa de Manejo de Residuos .....	7
VII.3.2. Programa de Conservación del Suelo y Agua.....	23
VII.3.3. Programa de Manejo de Fauna.....	33
VII.3.4. Programa de Manejo de Flora .....	50
VII.3.5. Medidas de protección de la Calidad del Aire .....	61
VII.3.6. Capacitación ambiental .....	67
<b>VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo 68</b>	
VII.4.1. Consideración previa .....	68
VII.4.2. Desarrollo.....	68
VII.4.3. Costo total estimado de las actividades de restauración por el cambio de uso de suelo propuesto.....	77

## II. Figuras

Figura VII-1. Ejemplo de contenedores y etiquetado.....	11
Figura VII-2. Ejemplo de costal para facilitar la recolección de residuos en frentes de trabajo móviles. ....	11
Figura VII-3. Ejemplo de contenedor o tolva para residuos de manejo especial. ....	13
Figura VII-4. Ejemplo de fosa de lavado de residuos de concreto.....	14
Figura VII-5. Ejemplo de fosa de lavado de residuos de concreto.....	14
Figura VII-6. Ejemplo de área delimitada para el almacenamiento temporal de residuos de manejo especial. ....	15
Figura VII-7. Ejemplo de estabilización de talud por malla de triple torsión.....	27
Figura VII-9. Ejemplo de dispositivo ultrasónico (Fuente: Elaboración propia).....	37
Figura VII-10. Sirena para envío de señales (Marca Ecoblast). ....	38
Figura VII-11. Método de captura de reptiles con el lazo Thompson.....	39
Figura VII-12. Ejemplo de manipulación de una serpiente para inmovilizarla.....	40
Figura VII-13. Método de baya de desvío y trampa tipo cilindro (Heyer et al. 2001). 41	
Figura VII-14. Trampas “Sherman” y “Tomahawk” para la captura de mamíferos....	42
Figura VII-15. Ubicación de áreas propuestas <b>preliminarmente</b> para la reubicación de fauna. ....	46
Figura VII-16. Ejemplo de ficha técnica de colecta de semillas. ....	54
Figura VII-17. Ejemplo de procedimiento de extracción de plántulas por el método de banqueo. ....	55
Figura VII-18. Ubicación de yemas en esquejes. ....	55
Figura VII-19. Técnica de cepa común para la plantación de individuos rescatados. ....	58
Figura VII-20. Ejemplo de equipo con emisiones emitidas en el escape. ....	66
Figura VII-21. Ejemplo de maquinaria con emisiones emitidas en el escape. ....	66

### III. Tablas

Tabla VII-1. Atención a los impactos ambientales a través de medidas de prevención y mitigación. ....	5
<b>Tabla VII-2. Residuos que podrían ser generados durante las diferentes etapas del proyecto.</b> .....	7
Tabla VII-3. Residuos Sólidos Urbanos que podrían generarse en el proyecto. ....	10
Tabla VII-4. Clasificación de Residuos Sólidos Urbanos.....	10
Tabla VII-5. Residuos de manejo especial que podrían generarse en el proyecto...	12
Tabla VII-6. Residuos peligrosos que podrían ser generados durante el desarrollo del proyecto y su caracterización de peligrosidad.....	17
Tabla VII-7. Clasificación de residuos peligrosos que podrán ser generados en el proyecto.....	17
Tabla VII-8. Ejemplo de bitácora para el registro de residuos peligrosos.....	19
Tabla VII-9. Listado preliminar de especies de herbáceas que serán empleadas para las actividades de revegetación. ....	28
Tabla VII-10. Listado de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el área del proyecto. ....	34
Tabla VII-11. Condiciones y tiempo de traslado de los individuos rescatados. ....	43
Tabla VII-12. Ejemplo de formato para la bitácora de identificación de fauna.....	49
Tabla VII-13. Ejemplo de bitácora de rescate y reubicación de fauna para el proyecto.....	49
Tabla VII-14. Listado preliminar de especies susceptibles a rescate y reubicación.	54
Tabla VII-15. Coordenadas del polígono <b>preliminar</b> de reubicación de flora.....	58
Tabla VII-16. Ficha de mantenimiento post-plantación.....	60
Tabla VII-17. Bitácora de seguimiento post-plantación. ....	60
Tabla VII-18. Costo previsto para la evaluación preliminar del área.....	69
Tabla VII-19. Valoración total de plántulas estimadas que serían utilizadas en la restauración.....	70
Tabla VII-20. Valoración de reptiles.....	71
Tabla VII-21. Valoración de mamíferos. ....	71
Tabla VII-22. Valoración de las aves. ....	72
Tabla VII-23. Resumen de valoración de fauna por clase. ....	73
Tabla VII-24. Costos estimados para obras de restauración de suelos en la Selva Baja Caducifolia. ....	74
Tabla VII-25. REjemplo de costos estimados para obras de restauración de suelos de <b>Bosque Pino-Encino y Bosque Encino-Pino</b> .....	74
Tabla VII-26. Concentrado de costos estimados <b>en cada tipo de vegetación</b> para obras de restauración de suelos. ....	74
Tabla VII-27. Costos requeridos para la fase de plantación. ....	76
Tabla VII-28. Ejemplo de costos requeridos para la fase de replantación. ....	77
Tabla VII-29. Costos requeridos para la asistencia técnica durante la restauración.	77
Tabla VII-30. Estimación de los costos de las actividades de restauración para la superficie de cambio de uso de suelo. ....	77

## VII. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales acumulativos y residuales, del Sistema Ambiental Regional.

### VII.1. Introducción

En la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de junio de 2018, los recursos forestales son:

*La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales*

En este sentido, los recursos forestales existentes en la superficie solicitada para el presente proyecto son la vegetación de Selva Baja Caducifolia, Bosque Pino-Encino y Bosque Encino-Pino, que prestan servicios ambientales al igual que los suelos que la sustentan.

Por lo anterior y considerando que el desarrollo del proyecto conlleva una serie de impactos ambientales (ver Capítulo V del presente DTU), en el presente Capítulo se describen las medidas de prevención, mitigación y compensación que los atenderán, para evitar el deterioro al ambiente y prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales.

### VII.2. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

Con base en el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) se deberán incluir en la Manifestación de Impacto Ambiental, en este caso el DTU, las medidas que permitirán evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente que tenga un proyecto. En cumplimiento a lo anterior, se desarrolla a continuación el **Plan de Manejo Ambiental (PMA)**, documento que organiza, en Programas Ambientales, las medidas ambientales que se implementarán en las diferentes etapas del proyecto.

Las medidas ambientales incluidas en los *Programas Ambientales* son propuestas considerando su factibilidad desde un punto de vista técnico, ambiental y económico, y que a su vez cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas. A continuación se resumen los *Programas Ambientales* con las medidas específicas que contienen y se desarrollarán en el **PMA** del proyecto:

Tabla VII-1. Atención a los impactos ambientales a través de medidas de prevención y mitigación.

Componente	Factor	Impacto	Causa	Medida Ambiental	Programa Ambiental de implementación y seguimiento
Suelo	Cantidad	Pérdida de la capa orgánica de suelo	Por la remoción de cobertura vegetal, despalle y movimiento de tierras.	Recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo.	Programa de Conservación del Suelo y Agua.
				Revegetación.	
	Calidad	Alteración en la calidad del suelo	Por la remoción de cobertura vegetal; cortes, excavaciones, compactación y tendido de carpeta asfáltica.	Identificación, separación, almacenamiento temporal, valorización y disposición final adecuada de residuos.	Programa de Manejo de Residuos
				Instalación y mantenimiento de sanitarios portátiles.	Programa de Conservación del Suelo y Agua.
			Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo, trasvase de combustibles con bombas, mangueras y embudos para evitar fugas y derrames de hidrocarburos. Áreas provistas de materiales impermeables para prevenir contaminación del suelo.	Programa de Conservación del Suelo	
Hidrología subterránea	Cantidad	Disminución de la infiltración	Por la remoción de cobertura vegetal y tendido de carpeta asfáltica.	Incorporación de suelo orgánico para promover la revegetación natural de herbáceas.	Programa de Conservación del Suelo y Agua.
Atmósfera	Calidad atmosférica	Contaminación atmosférica	Por la emisión de gases y polvos producto del uso de maquinaria, equipo, vehículos de carga, movimiento de tierras y tendido de carpeta asfáltica.	Programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo, incluyendo la planta de asfalto.	Medidas de protección de la Calidad del Aire
				Transporte de materiales en camiones con cajas cubiertas con lona y el material humedecido.	
				Riegos con agua tratada de frentes de trabajo y caminos.	
				Sistema de captación de partículas en la planta de asfalto.	

Componente	Factor	Impacto	Causa	Medida Ambiental	Programa Ambiental de implementación y seguimiento
	Confort sonoro	Alteración al confort sonoro	Por el aumento de decibeles que provocan ruido derivado del uso de maquinaria, equipo y vehículos de carga.	Programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo, incluyendo la planta de asfalto.	Medidas de protección de la Calidad del Aire
Flora	Cantidad	Pérdida de cobertura vegetal	Por la remoción de cobertura vegetal.	Rescate, resguardo y reubicación de flora.	Programa de Conservación del Suelo Programa de Manejo de Flora
				Acondicionamiento de suelo para propiciar la revegetación natural de herbáceas.	
Fauna	Distribución	Desplazamiento de fauna	Por la remoción de cobertura vegetal.	Ahuyentamiento, rescate, reubicación de fauna y monitoreo de frentes activos. Previamente se identificará la fauna susceptible al programa.	Programa de Manejo de Fauna
Paisaje natural	Calidad visual	Modificación del paisaje natural	Por la remoción de cobertura vegetal.	Impacto residual	

### VII.3. Plan de Manejo Ambiental

#### VII.3.1. Programa de Manejo de Residuos

##### VII.3.1.1 Introducción

Durante el desarrollo del proyecto se implementarán las medidas necesarias para prevenir la contaminación de los componentes suelo y agua por la generación y disposición inadecuada de los residuos de las etapas de preparación y construcción del proyecto, tomando como referencia que los residuos se definen en la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)* como aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y pueden ser susceptibles de ser valorizados o requieren sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la misma ley.

En este sentido, se propone el **Programa de Manejo de Residuos**, el cual involucra los métodos de manejo como recolección, separación, valorización, transporte y disposición final para evitar que los residuos caigan en cuerpos en agua superficiales y se dispongan sobre el suelo.

Contemplándose que los residuos que se generarán son residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, al poseer diferentes características y requerimientos legales para su manejo, el programa incluye tres metodologías:

- **Manejo de Residuos Sólidos Urbanos**
- **Manejo de Residuos de Manejo Especial**
- **Manejo de Residuos Peligrosos**

En la siguiente tabla se presentan, de manera preliminar, los residuos que se podrían generar en las diferentes actividades del proyecto, los cuales estarán sujetos al presente programa:

*Tabla VII-2. Residuos que podrían ser generados durante las diferentes etapas del proyecto.*

Clasificación de residuos	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
Residuos Sólidos Urbanos	Residuos orgánicos e inorgánicos generados por la presencia de trabajadores.	Residuos orgánicos e inorgánicos generados por la presencia de trabajadores.	Residuos orgánicos e inorgánicos recolectados en los trabajos de limpieza del derecho de vía, así

Clasificación de residuos	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
			como por la presencia de trabajadores.
Residuos de Manejo Especial	Residuos de desmonte.	Residuos de asfalto que se generan cuando al colocarse la carpeta asfáltica no cumple con especificaciones técnicas por lo que se tiene que retirar.	Residuos de asfalto que se generan durante las obras de conservación como renivelación, sobrecarpetas, bacheo, etc.
		Residuos de concreto por demolición de estructuras pre-existentes y fabricación de trabes de concreto	
		Residuos metálicos (varilla y rebabas) que se generen en el patio de habilitado de acero, en el armado de zapatas y columnas, y demolición de estructuras pre-existentes.	
		Residuos de madera de la cimbra para el armado de zapatas y columnas.	
Residuos Peligrosos	Estopas, trapos, cartón, EPP, plásticos, sogas y/o guantes impregnados de hidrocarburos provenientes del funcionamiento y mantenimiento de maquinaria y equipo, y almacenamiento de sustancias peligrosas.		
	Tierra y/o aserrín impregnado de hidrocarburos provenientes del funcionamiento de maquinaria y equipo, y almacenamiento de sustancias peligrosas.		

### VII.3.1.2 Objetivo general

Implementar acciones específicas de manejo de residuos para prevenir la contaminación de los componentes agua y suelo, y con ello contrarrestar los efectos negativos sobre sus propiedades físicoquímicas durante el desarrollo del proyecto.

### VII.3.1.3 Objetivos particulares

- Establecer las acciones a implementar para cada tipo de residuo conforme a la legislación y normatividad vigente.
- Evitar la dispersión de residuos en los frentes de trabajo, así como en toda el área del proyecto al implementar la recolección y clasificación de residuos.
- Valorizar los residuos durante su almacenamiento temporal en el área del proyecto, para disminuir la disposición de residuos en rellenos sanitarios o bancos de tiro.

- Disponer los residuos en centros de reciclaje, recuperación y/o relleno sanitario autorizados.

#### VII.3.1.4 Metas

- Disponer en centros de reciclaje y/o recuperación al menos el 50% de los residuos valorizables que se generen en las diferentes etapas del proyecto.

#### VII.3.1.5 Responsable del desarrollo

Durante todas las etapas, los trabajadores serán responsables de realizar la recolección y clasificación de los residuos que generen en sus respectivas actividades. En las etapas de **preparación** y **construcción**, el **responsable técnico ambiental** será la persona encargada de supervisar que en los frentes de trabajo no se encuentren residuos dispersos y de coordinar las actividades de recolección interna, almacenamiento temporal, valorización y disposición final. Mientras tanto en la etapa de **operación** y **mantenimiento**, el **responsable de mantenimiento** será el encargado de la implementación del presente programa.

De forma adicional, las **empresas externas** que realicen el transporte y disposición final de residuos serán las responsables de cumplir con las autorizaciones vigentes para realizar dichas actividades.

#### VII.3.1.6 Medidas específicas

Para el cumplimiento de los objetivos y metas del **Programa de Manejo de Residuos** se implementarán **cuatro medidas específicas**, las cuales se enlistan a continuación:

- Identificación y separación de residuos.
- Almacenamiento temporal de residuos.
- Valorización de residuos.
- Recolección externa y disposición final de residuos

La implementación de las medidas específicas se realizará conforme a la metodología descrita en el siguiente apartado.



### VII.3.1.7 Metodología

#### Manejo de Residuos Sólidos Urbanos

La metodología que se describe a continuación aborda el manejo de aquellos residuos que, de acuerdo a las definiciones de la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*, se consideran **residuos sólidos urbanos**. De manera preliminar los **residuos sólidos urbanos** que se prevén generar durante el desarrollo del proyecto son los siguientes:

Tabla VII-3. Residuos Sólidos Urbanos que podrían generarse en el proyecto.

Tipo de residuo	Clasificación	Residuos
Residuos Sólidos Urbanos	Orgánicos	Residuos de comida tales como restos de frutas, verduras, carnes, salsas y semillas.
	Inorgánicos valorizables	Papel, cartón, latas, papel, aluminio y envases de plástico.
	Inorgánicos no valorizables.	Vidrio, papel sanitario, toallas femeninas y unicef.

Los **residuos sólidos urbanos** anteriores se **identificarán y separarán** adecuadamente desde las fuentes de generación en los contenedores identificados y dispuestos en los frentes de trabajo de acuerdo a la siguiente propuesta de clasificación y etiquetado:

Tabla VII-4. Clasificación de Residuos Sólidos Urbanos

Clasificación	Residuos	Contenedor
Orgánicos	Residuos de comida tales como restos de frutas, verduras, carnes, salsas y semillas.	<b>Ubicación:</b> En las zonas donde esté autorizado comer y comedores. <b>Características:</b> Contenedor metálico de 200 l de color verde, con tapa y bolsa.
Inorgánicos valorizables	Papel, cartón, latas, aluminio y envases de plástico.	<b>Ubicación:</b> En todos los encadenamientos de trabajo y comedores. <b>Características:</b> Contenedor metálico de 200 l de color azul, con tapa y bolsa.
Inorgánicos no valorizables.	Vidrio, papel sanitario, toallas femeninas, Unicef y RSU proveniente del procedimiento de tratamiento de aguas residuales.	<b>Ubicación:</b> En todos los encadenamientos de trabajo, sanitarios y comedores. <b>Características:</b> Contenedores metálicos de 200 l de color gris, con tapa y bolsa.



Figura VII-1. Ejemplo de contenedores y etiquetado.

Si por algún motivo, los frentes de trabajo se encuentran en desplazamiento constante a lo largo del proyecto, se sustituirán los contenedores por costales para facilitar que durante el avance del proyecto los propios trabajadores continúen realizando la separación adecuada de los **residuos sólidos urbanos**, y con ello evitar la disposición de residuos sobre el suelo y/o cuerpos de agua.



Figura VII-2. Ejemplo de costal para facilitar la recolección de residuos en frentes de trabajo móviles.

Posteriormente, cada vez que los contenedores, o los costales, se encuentren con residuos en un 70% de su volumen, se procederá a su recolección interna y **almacenamiento temporal** en el **Almacén Temporal de Residuos Sólidos Urbanos** que será habilitado en sitios donde las empresas externas tengan fácil acceso.

En este sentido, el **Almacén Temporal de Residuos Sólidos Urbanos** contará con las condiciones para que los residuos se encuentren en condiciones higiénicas y seguras, cumpliendo con las siguientes características, de manera no limitativa:

- Suelo impermeable
- Protección del sol y la lluvia
- Ventilado
- Alejados de escurrimientos y cauces

Una vez en los almacenes temporales, el personal que ingresa los residuos deberá realizar el registro de los residuos que deposita cumpliendo la clasificación de residuos orgánicos, valorizables y no valorizables, por lo que se generará una **Bitácora de generación y almacenamiento de residuos sólidos urbanos**. De forma paralela, se **valorizarán los residuos** a través de la separación de los residuos de cartón, latas, papel, aluminio y envases de plástico, para solicitar que empresas externas de recolección los deposite en centros de recuperación o reciclaje.

Los residuos que no fueran valorizados serán recolectados por una empresa externa con autorizaciones vigentes para la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos urbanos. Las instalaciones más comunes para depositar los residuos y evitar afectaciones al medio ambiente son los rellenos sanitarios.

#### Manejo de Residuos de Manejo Especial

La metodología que se describe a continuación aborda el manejo de aquellos residuos que, de acuerdo a las definiciones de la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*, se consideran **residuos de manejo especial**. De manera preliminar los **residuos de manejo especial** que se prevén generar son los siguientes:

Tabla VII-5. Residuos de manejo especial que podrían generarse en el proyecto.

Tipo de residuo	Clasificación	Origen
Residuo de Manejo Especial	Concreto	Residuos de concreto provenientes de la demolición de cimentación existente, del colado de columnas, zapatas y cabezales, y de la fabricación de traveses de concreto.
	Asfalto	Residuos de asfalto proveniente de la preparación de la emulsión asfáltica catiónica en la planta de asfalto, asfalto que no cumpla con los parámetros de calidad y asfalto proveniente de los trabajos de demolición.
	Metales	Varilla proveniente del armado de columnas y zapatas, residuos de acero de refuerzo y rebaba.
	Madera	Fragmentos de madera de la construcción de cimbras.
	Desmante	Residuos provenientes de la remoción de vegetación.

Los **residuos de manejo especial** anteriores se **identificarán y separarán** adecuadamente desde las fuentes de generación, y se almacenarán de la siguiente forma:

- **Concreto:** Los residuos de **concreto sólido** serán colocados en contenedores o tolvas de hasta 30 m<sup>3</sup> que se ubicarán en áreas debidamente delimitadas y señalizadas, sin que afecten las corrientes superficiales y vegetación existente. En caso de que el volumen de los residuos de concreto sólido fuera mayor al 75% de la capacidad de los contenedores o tolvas, se optará por su transporte directo a los bancos de tiro autorizados.



*Figura VII-3. Ejemplo de contenedor o tolva para residuos de manejo especial.*

En el caso del **concreto sin solidificar**, que será principalmente producido durante las actividades de colado, **no podrá ser vertido en el suelo, corrientes superficiales o vegetación existente**, por lo que para su recolección será habilitada una fosa de lavado, donde se resguardará el residuo hasta que se solidifique y se triture para que sea manejado como el **concreto sólido**; en su caso, se informará a la autoridad dentro del PMA. Solo como referencia, en las siguientes figuras se ejemplifica una fosa de lavado para residuos de concreto sin solidificar:



Figura VII-4. Ejemplo de fosa de lavado de residuos de concreto.



Figura VII-5. Ejemplo de fosa de lavado de residuos de concreto.

- **Asfalto:** Los residuos de **asfalto** serán colocados en contenedores o tolvas de hasta 30 m<sup>3</sup> que se ubicarán en áreas debidamente delimitadas y señalizadas, sin que afecten las corrientes superficiales y vegetación existente. En caso de que el volumen de la generación diaria de residuos de asfalto fuera mayor al 75% de la capacidad de los contenedores o tolvas, se optará por su transporte directo a un área temporal donde será almacenado hasta su reciclaje en la planta asfaltadora del proyecto.

Por otra parte, durante la conformación de la carpeta asfáltica, los sobrantes de la mezcla asfáltica se recogerán y, en camiones de volteo, retornarán a la planta donde se realizará su reciclado.

- **Metales y Madera:** Los residuos de *madera* y *metales* serán resguardados, por separado, en áreas debidamente delimitadas y señalizadas en los frentes de trabajo durante las actividades constructivas. Al finalizar la jornada, el personal trasladará los residuos de madera y metales a los almacenes temporales de residuos de manejo especial.



Figura VII-6. Ejemplo de área delimitada para el almacenamiento temporal de residuos de manejo especial.

Los almacenes temporales de residuos de madera y metal serán contenedores o tolvas de hasta 30 m<sup>3</sup> que se ubicarán en áreas debidamente delimitadas y señalizadas, sin que afecten las corrientes superficiales y vegetación existente. En caso de que el volumen de generación diaria de residuos de concreto sólido fuera mayor al 75% de la capacidad de los contenedores o tolvas, se optará por su transporte directo a sitios de disposición final autorizado.

Es importante mencionar, que se buscará que los residuos de madera y metales sean valorizados por empresas externas, por lo que como primera opción para su disposición externa serán centros de recuperación o reciclaje.

- **Desmante.** En los frentes de trabajo donde se realicen las actividades de desmante, se acumularán de manera temporal los residuos de vegetación, siendo debidamente colocados en un área delimitada y señalizada que no interrumpa el flujo del agua superficial. Posteriormente, estos residuos serán debidamente triturados para ser depositados en áreas donde se realicen actividades de mejoramiento del suelo y derecho de vía para promover la revegetación.

Eventualmente, en caso de que propietarios de zonas aledañas lo soliciten, se les a donará la madera. Es importante aclarar, que **el volumen de madera que se obtenga no será comercializado; sin embargo, en el caso de que se requiera su traslado o comercialización, será notificado a las autoridades competentes para proceder con los trámites necesarios para su transporte y poder acreditar su legal procedencia.**

Independientemente del tipo de residuo de manejo especial, el **responsable técnico ambiental** revisará que las condiciones de almacenamiento de los residuos se encuentren en condiciones higiénicas y seguras, verificando que los residuos no estén en contacto directo con el suelo, se ubiquen alejados de escurrimientos y cauces, y que sus áreas de resguardo estén debidamente delimitadas y señalizadas.

De igual manera, el **responsable técnico ambiental** realizará un registro de los residuos que se generarán de acuerdo a la clasificación de concreto, asfalto, madera y metal, por lo que se tendrá el registro en una **Bitácora de generación y almacenamiento de residuos de manejo especial.**

La separación adecuada de los **residuos de manejo especial** es esencial para poder realizar su recuperación para procesos industriales dentro o fuera del proyecto. Por ejemplo, los residuos de asfalto serán valorizables a través de su reciclaje en la planta de asfaltera del propio proyecto; mientras que la madera y el metal podrán ser entregados a una empresa externa con autorización para su aprovechamiento. Aquellos residuos que no puedan ser valorizables, serán depositados en sitios de disposición final autorizados.

Por último, será indispensable que el **responsable técnico ambiental** solicite a las empresas externa, o de forma interna, una boleta o comprobante que indique la cantidad en kg o m<sup>3</sup> de residuos que estas siendo colectados para su valorización o disposición final.

#### Manejo de Residuos Peligrosos

Por la operación de maquinaria y equipo, que utiliza hidrocarburos para su funcionamiento, se podrían llegar a generar residuos peligrosos los cuales, sin un manejo adecuado, podrían contaminar el suelo y cuerpos de agua del área del proyecto; por lo anterior, para evitar el manejo inadecuado de los residuos peligrosos se propone para las etapas de preparación y construcción establecer los lineamientos bajo los cuales se recolectarán, almacenarán y dispondrán los residuos peligrosos, los cuales serán

definidos de acuerdo a la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* y serán identificados a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005; Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Para el proyecto se identifica de manera preliminar la generación de los siguientes residuos peligrosos:

Tabla VII-6. Residuos peligrosos que podrían ser generados durante el desarrollo del proyecto y su caracterización de peligrosidad.

Residuos peligrosos	Características de peligrosidad					
	C	R	E	T	I	B
Tierra y/o aserrín impregnada con hidrocarburos.				x	x	
Estopas, trapos, cartón, EPP, plásticos, sogas y/o guantes impregnados de hidrocarburo.				x	x	

\*C= corrosivo, R= reactivo, E= explosivo, T= tóxico, I= inflamable y B= biológico infeccioso.

Los **residuos peligrosos** anteriores se **identificarán y separarán** adecuadamente desde las fuentes de generación en los contenedores identificados y dispuestos en los frentes de trabajo de acuerdo a la siguiente propuesta de clasificación y etiquetado:

Tabla VII-7. Clasificación de residuos peligrosos que podrán ser generados en el proyecto.

Tipo de Residuo	Fuente Generadora	Contenedor
Estopas, telas y envases impregnados con residuos peligrosos	Mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos, y trasvasé de sustancias.	Los envases, estopas y telas con residuos peligrosos serán almacenados en contenedores metálicos <b>rojos</b> de 200 l con tapa móvil y clasificados conforme a su compatibilidad.
Suelo impregnado de residuos peligrosos	Mantenimiento de maquinaria, equipos y vehículos, y trasvasé de sustancias.	El suelo que por alguna causa se encuentre impregnado de sustancias químicas peligrosas y/o residuos peligrosos serán almacenados en contenedores <b>amarillos</b> de 200 l con tapa móvil y clasificados conforme a la compatibilidad del residuo que generó el suelo impregnado.

El etiquetado de los contenedores para los residuos peligrosos cumplirán con la legislación ambiental y de seguridad vigente, por lo que el etiquetado tendrá como mínimo: nombre del residuo, nombre del generador, fecha de ingreso al almacén, actividad generadora, características (CRETIB), tipo de equipo de seguridad requerido para su manejo, compatibilidad, símbolo de sustancias peligrosas para el medio ambiente



y rombo de seguridad. Las etiquetas estarán colocadas en la superficie y a un costado de los contenedores, y serán de material que evite que tengan afectaciones por las condiciones climáticas.

Al finalizar cada jornada, el personal de cada frente de trabajo deberá recoger los contenedores con residuos peligrosos para que sean ingresados en el **Almacén Temporal de Residuos Peligrosos**.

El **Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP)** será un espacio exclusivo, donde durante el desarrollo del proyecto se resguardarán temporalmente los residuos peligrosos, previo a su entrega a empresas autorizadas para traslado y disposición final. El **ATRP** cumplirá con las condiciones mínimas establecidas por el reglamento de la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*, en materia de residuos peligrosos, por lo que contará con las siguientes características:

- Estar separados de las áreas de servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas, así como del almacén temporal de residuos no peligrosos, en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, como son muros, fosas de retención y canaletas, así como con pisos con pendiente que permitan conducir los derrames de residuos líquidos hacia las canaletas y fosa de contención.
- Equipados con sistemas de extinción de incendios (extintores) y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados.
- Señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles, considerando los lineamientos de las normas oficiales mexicanas que apliquen.
- Pisos lisos de material impermeable y sin conexiones con drenajes o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan hacia el exterior del almacén temporal de residuos.

- Paredes construidas con materiales no inflamables y cubiertos y protegidos de la intemperie.

Para el ingreso de los residuos al **ATRP**, el **responsable técnico ambiental** asegurará que el personal entregue los contenedores perfectamente envasados y etiquetados con el rombo de grado de riesgo a la salud, para su registro y control en una bitácora (nombre del material, peso total y fuente de origen). La generación y almacenamiento de residuos peligrosos se registrará en una **bitácora**, como la que se ejemplifica a continuación:

Tabla VII-8. Ejemplo de bitácora para el registro de residuos peligrosos.

Nombre de responsable:				Fecha de registro en el Almacén temporal		Nombre de la empresa recolectora, tratamiento y/o disposición final
Característica de peligrosidad (CRETIB)	Nombre del residuo	Área generadora	Peso en Kg	Entrada	Salida	

Dentro del **ATRP**, para disminuir los riesgos de derrames, los contenedores estarán colocados sobre tarimas de madera o recipientes contenedores de plástico, y solo se podrán estibar dos contenedores por línea de almacenamiento. Aunado a lo anterior, deberán estar ubicados dentro del almacén debidamente etiquetados y de acuerdo a la compatibilidad de los residuos peligrosos establecido en la NOM-054-SEMARNAT-1993; Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.

El almacenamiento máximo de los residuos peligrosos será de seis meses a partir de su generación, y se deberá realizar la recolección externa cuando se cumpla el periodo anterior o cuando el almacén se encuentre saturado; esto es que la **recolección externa de los residuos peligrosos** para su disposición final se llevará a cabo en un tiempo máximo de almacenamiento de seis meses o bien cuando el **ATRP** se encuentre al 70% de su capacidad.

El **responsable técnico ambiental** solicitará los servicios de empresas debidamente acreditadas para recolectar, transportar y realizar la disposición final de residuos peligrosos, en conformidad a lo establecido en la *Ley General para la Prevención y Gestión*

*Integral de los Residuos*, aunado a que se considerará como primera opción aquellas empresas que dispongan los residuos en sitios de coprocesamiento, reutilización y/o reciclaje de acuerdo a cada tipo de residuo peligroso a disponer.

### VII.3.1.8 Seguimiento

La evaluación de desempeño ambiental de la implementación del **Programa de Manejo de Residuos** se fundamenta en la medición de *indicadores ambientales*, los cuales son parámetros que permitirán evaluar de manera cuantitativa los datos de implementación del programa y sus tendencias para predecir el cumplimiento de los objetivos y metas propuestos.

De manera mensual el **responsable técnico ambiental** generará un informe de los *indicadores ambientales* para todos los residuos sujetos al **Programa de Manejo de Residuos**, los cuales serán:

**Indicadores de realización** (midan la aplicación de la medida):

- Cantidad (m<sup>3</sup>, litros o kg) de cada tipo de residuo generado, de acuerdo a la clasificación establecida.
- Cantidad (m<sup>3</sup>, litros o kg) de cada tipo de residuo valorizado, de acuerdo a la clasificación establecida y el tipo de valorización.
- Cantidad (m<sup>3</sup>, litros o kg) de cada tipo de residuo dispuesto en relleno sanitario, de acuerdo a la clasificación establecida.
- Cantidad (m<sup>3</sup>, litros o kg) de cada tipo de residuo dispuesto en bancos de tiro, de acuerdo a la clasificación establecida.

**Indicadores de eficiencia** (midan los efectos de la aplicación de la medida en el cumplimiento de objetivos y metas):

- Porcentaje de cada tipo de residuo generado, de acuerdo a la clasificación establecida, que es valorizado.
- Porcentaje del total de los residuos generados que son valorizados.

El **responsable técnico ambiental** generará **documentación** que acredite la implementación de las medidas específicas de acuerdo a las metodologías acordadas. La documentación o puntos de seguimiento para el **Programa de Manejo de Residuos** serán los siguientes:

- Bitácora de generación y disposición de residuos sólidos urbanos.
- Bitácora de generación y disposición de residuos de manejo especial.
- Bitácora de generación y disposición de residuos peligrosos.
- Comprobantes y/o manifiestos de recolección externa de residuos para valorización y/o disposición final.
- Bitácora de valorización interna de residuos; por ejemplo, del asfalto que es recuperado y reutilizado en la planta asfaltadora.
- Copia de autorizaciones de proveedores externos para la recolección, transporte, valorización (reciclaje, recuperación, coprocesamiento, etc.) y disposición final de residuos.
- Evidencia fotográfica de la implementación de todas las medidas.

#### VII.3.1.9 Umbrales y medidas de urgente aplicación

Los umbrales en los programas ambientales son los parámetros establecidos para determinar que los resultados de los indicadores señalan que se requiere reforzar la implementación de las medidas específicas para el cumplimiento de los objetivos y metas comprometidos; o bien, también son aquellas acciones que se identifican en los frentes de trabajo que indican que no se atienden los impactos ambientales negativos identificados.

Para ambos casos, se requiere la aplicación de medidas de urgente aplicación para redireccionar la implementación de las medidas para cumplir los objetivos y metas, o para mitigar el impacto que provoca la situación de emergencia.

En el caso del **Programa de Manejo de Residuos** se determinan los siguientes umbrales y medidas de urgente aplicación:

**UMBRALES DE ALERTA:**

- Disposición del 25-30% de los residuos en rellenos sanitarios o bancos de tiro.
- Residuos dispersos en los frentes de trabajo.
- Almacenes temporales de residuos con almacenamiento por arriba del 80% de su capacidad.
- Residuo sin separación de acuerdo a la clasificación establecida.

**UMBRALES INADMISIBLES:**

- Disposición de más del 30% de los residuos en rellenos sanitarios o bancos de tiro.
- Almacenes temporales de residuos saturados o con residuos fuera de ellos.
- Almacenamiento de residuos peligrosos después de seis meses de su ingreso al almacén.
- Residuos sólidos urbanos y de manejo especial impregnados de residuos peligrosos.
- Residuos en áreas con vegetación.
- Suelo o agua contaminado con residuos peligrosos.

**MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN:**

- Incremento de disposición de residuos en centros de reciclaje o recuperación.
- Recolección y clasificación de residuos.
- Capacitación ambiental al personal.
- Disposición inmediata de residuos con empresas externas e incremento en la frecuencia de servicio.
- Residuos sólidos urbanos o de manejo especial impregnados con residuos peligrosos, serán manejados como residuos peligrosos.

- Implementación de acciones de atención a derrames sobre suelo o agua, y en caso de superarse los límites máximos permisibles, implementar los protocolos de remediación requeridos.

## VII.3.2. Programa de Conservación del Suelo y Agua

### VII.3.2.1 Introducción

Al identificarse, en el Capítulo V del presente documento, que durante las etapas de preparación y construcción se tendrán actividades que generan afectaciones al agua y suelo de forma simultánea, se implementará durante el desarrollo del proyecto el **Programa de Conservación del Suelo y Agua** que conjunta los mecanismos de implementación y seguimiento de medidas orientadas a prevenir afectaciones a las propiedades físicas y químicas del suelo y agua del área del proyecto, y su área de influencia.

Es importante mencionar que algunas de las medidas son de carácter constructivo por lo que se describen a mayor detalle en el Capítulo II del presente documento, y que para protección a la calidad del suelo e hidrología superficial se implementará de manera simultánea el **Programa de Manejo de Residuos**.

### VII.3.2.2 Objetivo general

Prevenir afectaciones a las propiedades físicas, químicas y biológicas de los componentes suelo y agua mediante la implementación de medidas ambientales y constructivas que den cumplimiento a la legislación y normatividad ambiental vigente.

### VII.3.2.3 Objetivos particulares

- Recuperar la capa orgánica del suelo para su reincorporación en áreas determinadas donde se requiera favorecer el restablecimiento natural de la cobertura vegetal.
- Mitigar los procesos erosivos estimados por el desarrollo del proyecto a través de la reincorporación de materia orgánica producto de la remoción de la cobertura vegetal.
- Estabilizar terraplenes y taludes a través de medidas estructurales y revegetación.

- Favorecer la infiltración dentro del sistema ambiental regional a través del mejoramiento para la revegetación.
- Evitar la contaminación del suelo por un inadecuado manejo de hidrocarburos y aguas residuales.

#### VII.3.2.4 Metas

- Reincorporar en áreas determinadas el 70% del suelo recuperado al primer año de operación del proyecto.
- Reincorporar en áreas determinadas el 80% del material vegetal generado de las actividades de desmonte y despilme previo al inicio de operación del proyecto.
- Obtener una ganancia de infiltración de agua al mejorar el suelo y propiciar la revegetación, así como por la ampliación de las obras de drenaje.
- Maquinaria y equipo por lo menos con un mantenimiento preventivo anual.

#### VII.3.2.5 Responsable del desarrollo

En las etapas de **preparación** y **construcción**, el **responsable técnico ambiental** será la persona encargada de supervisar que el **Programa de Conservación del Suelo y Agua** sea implementado de manera adecuada, y dar el seguimiento a la eficiencia del mismo. El **responsable técnico ambiental** a su vez se coordinará con el **responsable de obra** para la construcción de las zanjas trincheras.

De forma adicional, las **empresas externas** que realicen el transporte y disposición final de aguas residuales, serán las responsables de cumplir con las autorizaciones vigentes para realizar dichas actividades.

#### VII.3.2.6 Medidas específicas

Para el cumplimiento de los objetivos y metas del **Programa de Conservación del Suelo y Agua** se implementarán las siguientes medidas específicas:

- Recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo.
- Reincorporación de materia vegetal al suelo.
- Instalación y mantenimiento de sanitarios portátiles.

- Prevención y manejo de fugas y derrames de hidrocarburos.
- Revegetación y colocación de malla de triple torsión para estabilización de taludes y terraplenes.

La implementación de las medidas específicas se realizará conforme a la metodología descrita en el siguiente apartado.

### VII.3.2.7 Metodología

#### Recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo

Durante las actividades de desmonte y despalme se utilizará una retroexcavadora para la recuperación de la capa orgánica del suelo para favorecer el establecimiento de cobertura vegetal y/o conformación en:

- La estabilización de terraplenes
- Áreas de obras temporales,
- Áreas para las actividades de revegetación y reubicación de las especies susceptibles de rescate.
- Relleno de bancos de préstamo.

Para lo anterior, se recuperarán los 25 centímetros más superficiales del perfil del suelo, dicha profundidad puede variar y estará sujeta a las condiciones específicas del suelo que se vayan identificando durante las actividades constructivas. Posteriormente, la capa orgánica del suelo se almacenará en condiciones que eviten su contaminación y erosión. El sitio temporal que resguardará el suelo hasta su sitio final poseerá como mínimo las siguientes características:

- Ubicarse en un sitio geotécnicamente estable.
- No ocupar zonas de vegetación arbórea ni arbustiva.
- No ocupar cauces de arroyos o cuerpos de agua.
- Presentar la menor pendiente posible.
- Delimitado y señalizado para evitar su contaminación.
- Ubicarse dentro del derecho de vía.



Al suelo almacenado se le realizarán riegos constantes y se le colocará encima parte del material vegetal producto del despalme para evitar su erosión eólica; por otra parte, para evitar la erosión pluvial se propone utilizar en el perímetro del suelo acamellonado costales de arena para contención durante la temporada de lluvias.

Un factor importante para que la recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo sea exitosa, es que se evite su contacto con residuos, hidrocarburos u otros productos químicos. El **Programa de Manejo de Residuos** así como la medida de **prevención y manejo de fugas y derrames** evitará cualquier tipo de contaminación, y de forma adicional **quedará estrictamente prohibido el uso de productos químicos para las actividades de desmonte y/o deshierbe.**

#### Reincorporación de material vegetal al suelo

Como se mencionó en capítulos anteriores, el área donde se ubica el proyecto presenta una erosión eólica casi nula, y la erosión hídrica será baja ya que una vez removida la cobertura vegetal se iniciarán inmediatamente los trabajos de limpieza, relleno, nivelación y compactación del suelo. No obstante, se ha considerado implementar como medida de mitigación la reincorporación de los residuos vegetales producto de las actividades de desmonte en el área aledaña, sobre el mismo DDV y en las áreas de reubicación de flora.

La reincorporación del material vegetal mejorará el suelo, favorecerá el establecimiento de los individuos rescatados y reubicados, favoreciendo además la cobertura de herbáceas que se establezca de manera natural, y por lo tanto, a la retención paulatina del suelo. Para obtener dicho resultado, es esencial que el material vegetal sea triturado previo a su reincorporación, por lo cual durante las actividades de desmonte el personal acumulará los residuos vegetales en un área debidamente delimitada y señalizada, y con poca posibilidad de que se humedezca dado que para ser triturada, de manera mecánica, el material deberá estar totalmente seco.

#### Delimitación del área de trabajo y accesos

Con la finalidad de que las actividades de desmonte y despalme se restrinjan a la superficie autorizada a lo largo del trazo del proyecto, previo a cualquier actividad un equipo de topografía realizará la delimitación del proyecto y accesos con estacas. De igual manera, quedará prohibido la construcción de brechas de acceso fuera de los accesos

habilitados por lo que el transporte de materiales y el movimiento de maquinaria y equipo se realizarán en los caminos existentes o dentro de los límites establecidos de derecho de vía.

#### Sanitarios portátiles

Para evitar que los desechos sanitarios que se generen por la presencia de trabajadores, se depositen sobre el suelo o en cuerpos de agua, en los frentes de trabajo se colocarán sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 10 trabajadores. La instalación y limpieza de los sanitarios, la cual se realizará en un máximo de cada dos días, estará a cargo de una empresa externa que estará acreditada para el manejo y disposición final de aguas residuales.

#### Estabilización de terraplenes y taludes

Los cambios que serán efectuados por el movimiento de suelo, cortes, terraplenes y taludes podrían dar lugar a que existan áreas relativamente susceptibles a deslizamientos; considerando lo anterior, y como medidas precautorias se instalará malla triple torsión y se llevarán a cabo actividades de revegetación.

La malla triple torsión es una malla de acero galvanizado que al estar entrelazados forma un tejido que permite soportar una carga de más de 4000 kg/m cuando se ancla y refuerza con cables sobre una superficie. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de la malla triple torsión en taludes.



*Figura VII-7. Ejemplo de estabilización de talud por malla de triple torsión.*

Por otra parte, otro elemento importante para la conservación del suelo y evitar los deslizamientos pronunciados es la presencia de vegetación dado que el porcentaje de cobertura vegetal está directamente relacionado con la disminución de la escorrentía superficial que da lugar a la erosión.

Contemplado lo anterior, y que se considera que la vegetación de poca altura protege de manera más eficiente al suelo, se considera mejorar el suelo para la revegetación de manera natural y revegetación del derecho de vía y terraplenes por medio de la técnica de hidrosiembra la cual consiste en la colocación de semillas, agua, fertilizantes, hormonas y fibras de manera mecánica sobre el suelo. Para el proyecto, se propone semillas de las plantas identificadas en el estrato herbáceo en los estudios de campo del área del proyecto que no sean consideradas especies invasoras o malezas.

En la siguiente tabla se enlistan las especies **preliminares** que serán utilizadas para la revegetación del derecho de vía y terraplenes:

Tabla VII-9. Listado preliminar de especies de herbáceas que serán empleadas para las actividades de revegetación.

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Cabezona	<i>Smilax maculatus</i>	No listado
Chamizo	<i>Viguiera dentata</i>	No listado
Chapiz	<i>Syngonium podophyllum</i>	No listado
Colmillo de puerco	<i>Dioscorea spiculiflora</i>	No listado
Culantrillo	<i>Adiantum tenerum</i>	No listado
Lechero	<i>Euphorbia heterophylla</i>	No listado
Otate	<i>Lasiacis divaricata</i>	No listado
Salvia	<i>Salvia coccinea</i>	No listado
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	No listado

### Prevención y manejo de fugas y derrames de hidrocarburos

El uso de maquinaria y equipo en las actividades de preparación y construcción podría provocar la contaminación del suelo al utilizar hidrocarburos por lo que se implementarán una serie de acciones que tienen como finalidad prevenir y manejar de forma adecuada las fugas y derrames de hidrocarburos que suscitarán de manera eventual. Las acciones que se contemplan son:

- Mantenimientos preventivos de la maquinaria y equipo previo a su ingreso y operación en el área del proyecto.
- Mantenimientos correctivos de la maquinaria y equipo, en caso de que no se puedan retirar del sitio, dentro del derecho de vía en un área adecuada con charolas, cubetas, material absorbente, kit de atención para derrames y contenedores para residuos peligrosos con la finalidad de evitar que los hidrocarburos y residuos peligrosos entren en contacto directo con el suelo.
- Para el suministro de combustible a maquinaria y equipo se utilizará embudos, mangueras y bombas manuales para evitar que durante el transvase o manipulación se generen fugas o derrames.
- En caso de almacenamiento eventual de bidones para el suministro de combustible, estos estarán asignados a un lugar específico alejados de suelo natural y cuerpos de agua, sobre tarimas plásticas que permitan la retención de fugas o derrames accidentales.

Finalmente, si se llegará a presentar un derrame de hidrocarburo considerable (mayor a 1 m<sup>3</sup>) se procederá a su atención inmediata con un kit para derrames que tendrá como función principal contener el derrame e iniciar la recolección de la sustancia y el suelo impregnado. Si el derrame fuera sobre suelo natural, se aplicará la legislación y normatividad ambiental vigente que aplique. Para derrames menores, se procederá a la recolección del material o suelo impregnado, y se realizará su manejo como residuo peligroso.

### VII.3.2.8 Seguimiento

La evaluación desempeño ambiental de la implementación del **Programa de Conservación del Suelo y Agua** se fundamenta en la medición de **indicadores ambientales**, los cuales son parámetros que permitirán evaluar de manera cuantitativa los datos de implementación del programa y sus tendencias para predecir el cumplimiento de los objetivos y metas propuestos.

De manera mensual el **responsable técnico ambiental** generará un informe de los **indicadores ambientales** para todas las medidas del **Programa de Conservación del Suelo y Agua**, los cuales serán:

**Indicadores de realización** (miden la aplicación de la medida):

- Cantidad (m<sup>3</sup> o kg) de capa orgánica recuperada y reincorporada.
- Cantidad (m<sup>3</sup> o kg) de material vegetal triturado reincorporado.
- Número de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.
- Superficie (m<sup>2</sup> o ha) de terraplenes o taludes que se han estabilizado por malla de triple torsión.
- Número de máquinas y equipo con mantenimiento preventivo.

**Indicadores de eficiencia** (miden los efectos de la aplicación de la medida en el cumplimiento de objetivos y metas):

- Porcentaje de la capa orgánica del suelo recuperado que fue reincorporado.
- Porcentaje del material vegetal generado que fue reincorporado.
- Número de sanitarios portátiles / Número de trabajadores.
- Porcentaje de la superficie total de terraplenes o taludes que cuenta con estabilización.
- Número de máquinas y equipo con mantenimiento preventivo / Número de máquinas y equipo operando en el área del proyecto.
- m<sup>3</sup> de suelo contaminado por hidrocarburos.

A su vez se, el **responsable técnico ambiental** generará **documentación** que acredite la implementación de las medidas específicas de acuerdo a las metodologías acordadas. La documentación o puntos de seguimiento para el **Programa de Conservación del Suelo y Agua** serán:

- Bitácora de recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo.

- Bitácora de reincorporación de material vegetal.
- Bitácora de limpieza de sanitarios.
- Comprobantes, facturas o manifiestos que proporcione el proveedor externo de mantenimiento de sanitarios portátiles para verificar los servicios.
- Copia de las autorizaciones del proveedor externo de mantenimiento de sanitarios portátiles para el manejo y/o descarga de aguas residuales.
- Coordenadas y mapa de ubicación de frentes con estabilización de terraplenes y taludes.
- Evidencia fotográfica de la implementación de todas las medidas.
- Bitácora de generación y manejo de residuos peligrosos.
- Bitácora de mantenimiento de maquinaria.

#### VII.3.2.9 Umbrales y medidas de urgente aplicación

Los umbrales en los programas ambientales son los parámetros establecidos para determinar que los resultados de los indicadores señalan que se requiere reforzar la implementación de las medidas específicas para el cumplimiento de los objetivos y metas comprometidos; o bien, también son aquellas acciones que se identifican en los frentes de trabajo que indican que no se atiende los impactos ambientales negativos identificados.

Para ambos casos, se requiere la aplicación de medidas de urgente aplicación para redireccionar la implementación de las medidas para cumplir los objetivos y metas, o para mitigar el impacto que provoca la situación de emergencia.

En el caso del **Programa de Conservación del Suelo y Agua** se determinan los siguientes umbrales y medidas de urgente aplicación:

##### **UMBRALES DE ALERTA:**

- Disposición del 15-20% del material vegetal sin trituración.
- Disposición sin reincorporación del 25-30% de la capa orgánica recuperada.

- Inicio de operación del proyecto sin estabilización de terraplenes y taludes.
- Frentes de trabajo y accesos sin delimitación.
- Operación de maquinaria y equipo sin cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo.
- Proporción de un sanitario por cada 11-15 trabajadores.

**UMBRALES INADMISIBLES:**

- Disposición de más del 30% de la capa orgánica recuperada fuera de las áreas destinadas a reincorporación.
- Disposición de más del 20% del material vegetal sin trituración fuera de las áreas destinadas para reincorporación.
- Operación del proyecto sin estabilización de terraplenes y taludes.
- Fallas de talud y terraplenes: colapsos, derrumbes, deslaves, etc.
- Afectaciones a áreas fuera de la superficie autorizada.
- Operación de maquinaria y equipo con derrames y fugas de hidrocarburos.
- Mantenimiento correctivo y preventivo sobre suelo natural provocando contaminación.
- Sanitarios sin limpieza por más de un periodo de 4 días.

**MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN:**

- Trituración adecuada inmediata del material vegetal.
- Recolección del suelo y material vegetal dispuesto en áreas no adecuadas para su reubicación en las áreas de recuperación.
- Mantenimiento y obras de estabilización de taludes y terraplenes.

- Restablecer las características bióticas y abióticas de las áreas afectadas fuera de la superficie autorizada.
- Suspensión inmediata de maquinaria que cuente con derrames y fugas, y se retirará de los frentes de trabajo para su mantenimiento correctivo. No podrá reincorporarse hasta que ya no presentes incidentes.
- Recolección y manejo adecuado del suelo natural contaminado por mantenimientos correctivos y preventivos inadecuados.
- Clausura de sanitarios que no estén limpios y solicitud inmediata de servicio de limpieza; en caso de que no cumpla el proveedor externo, se suspenderá su contrato y se buscarán nuevos proveedores.

### VII.3.3. Programa de Manejo de Fauna

#### VII.3.3.1 Introducción

Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán afectaciones a la fauna que se distribuye a lo largo del proyecto, por lo que para mitigar dichas afectaciones se propone el **Programa de Manejo de Fauna**, cuyo objetivo principal es el rescate y reubicación de fauna que pudiera encontrarse en el área del proyecto que sea de lento desplazamiento (reptiles, crías de aves y mamíferos pequeños y medianos), actividades de ahuyentamiento y monitoreo de fauna reubicada, con especial énfasis en aquella que se encuentre listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-59-SEMARNAT-2010, endémica o de interés ecológico y para la población.

En la siguiente tabla se enlistan las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el área del proyecto, y las cuales serán primordiales en la implementación del **Programa de Manejo de Fauna**; no obstante, se reitera que el programa será implementado tanto para las especies que se listen o no en la Norma Oficial Mexicana referida.



Tabla VII-10. Listado de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el área del proyecto.

Clase	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Reptiles	<i>Anolis anisolepis</i>	Abaniquillo adornado de Chiapas	Sujeta a protección especial
Reptiles	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana de cola espinosa del noreste	Sujeta a protección especial
Reptiles	<i>Leptodeira annulata</i>	Culebra ojo de gato bandada	Sujeta a protección especial
Aves	<i>Aspatha gularis</i>	Momoto garganta azul	En Peligro de Extinción
Aves	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Sujeta a Protección Especial

### VII.3.3.2 Objetivo general

Mitigar las afectaciones que se puedan derivar de las actividades de preparación y construcción del proyecto al establecer la metodología para ejecutar acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies de fauna que se pudieran encontrar dentro del área del proyecto.

### VII.3.3.3 Objetivos particulares

- Identificar la fauna susceptible a rescate y reubicación por medio de registros directos e indirectos.
- Ahuyentar a la fauna del área del proyecto para disminuir la cantidad de individuos que pudieran ser afectados por las actividades del proyecto.
- Rescatar y reubicar a los individuos en zonas previamente seleccionadas de acuerdo a los criterios técnicos y biológicos que permitan proporcionar condiciones idóneas para su sobrevivencia.
- Monitorear los frentes de trabajo durante las actividades de preparación y construcción para que en caso de avistamiento de fauna se implemente la metodología de ahuyentamiento, rescate y reubicación.

### VII.3.3.4 Metas

- Sobrevivencia del 85% de los individuos rescatados previo a las actividades de reubicación.

### VII.3.3.5 Responsable del desarrollo

En las etapas de **preparación** y **construcción**, el **responsable técnico ambiental** será la persona encargada de supervisar que el **Programa de Manejo de Fauna** sea

implementado de manera adecuada, y dar el seguimiento a la eficiencia del mismo, por lo conformará un equipo de personas que serán capacitadas para la implementación de la metodología de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.

De forma adicional, el **responsable técnico ambiental** se coordinará con el **responsable de obra** para la liberación de los frentes de trabajo donde se realice el ahuyentamiento y rescate de fauna, y el monitoreo de los frentes de trabajo que se encuentren activos para atender cualquier avistamiento de fauna y evitar su afectación por la presencia de personal, maquinaria y equipo.

#### VII.3.3.6 Medidas específicas

Para el cumplimiento de los objetivos y metas del **Programa de Manejo de Fauna** se implementarán las siguientes medidas específicas, previo al inicio de las actividades de preparación y construcción:

- Recorridos en áreas autorizadas para la identificación, por registros directo o indirectos, de fauna susceptible a rescate y reubicación.
- Ahuyentamiento de fauna de fácil desplazamiento.
- Rescate de fauna de lento desplazamiento o fosorial que pudiera encontrarse dentro del área del proyecto.
- Reubicación de fauna rescatada en áreas con características abióticas y bióticas similares a los sitios de rescate.

Durante las etapas de preparación y construcción, se implementará la medida de monitoreo de frentes activos para atender avistamientos de fauna. La implementación de esta medida y las anteriores se realizará conforme a la metodología descrita en el siguiente apartado.

#### VII.3.3.7 Metodología

##### Identificación de fauna susceptible a rescate y reubicación

La metodología para identificar la de fauna silvestre puede ser de medios indirectos (huellas, excretas, cadáveres, indicios auditivos etc.) o manera directa (observación);

independientemente, se realizará un registro de los hallazgos en una bitácora y se tomará evidencia fotográfica que tendrá como función generar un listado de las especies que se pueden avistar en el área de proyecto y sirva como capacitación para el personal durante las actividades de ahuyentamiento y rescate.

#### *Registro por métodos indirectos.*

Se realizará a través de recorridos tanto diurnos como nocturnos. Durante los recorridos se registrarán diversos tipos de evidencia de la presencia de fauna, tales como huellas, restos óseos, cadáveres, refugios, pieles, mudas, plumas y excretas. Se caminará lentamente, haciendo paradas cada 50 m para observar con mayor atención el lugar. Las caminatas diurnas se realizarán de 6:00 a 10:00 horas, mientras que las caminatas nocturnas pueden ser realizadas de las 19:00 a las 23:00 horas.

Igualmente, se podrán utilizar estaciones olfativas, las cuales consisten en la colocación de trampas de arena con carnadas y esencias atrayentes de carnívoros y omnívoros, para el registro de especies por medio de sus huellas. Asimismo, se aprovecharán las zonas con sustratos óptimos para el registro de huellas, tales como las orillas de los escurrimientos, etc.

#### *Registro por métodos directos.*

Para identificar directamente la fauna presente en el área de proyecto, se procederá al registro de especies con ayuda de cámaras digitales, y de igual manera se realizarán las siguientes acciones por cada grupo:

**Reptiles.** El registro de los reptiles se realizará mediante transectos al azar, recorridos diurnos y muestreos durante la noche con el fin de detectar a los reptiles de actividad nocturna. Con la técnica de transecto se camina lentamente a través del área elegida, revisando troncos de árboles huecos y hendiduras, tocones, bajo troncos caídos o piedras, entre la hojarasca, plantas epífitas, grietas, charcas temporales y/o permanentes, que constituyen los microhábitats potenciales de los reptiles.

**Mamíferos.** El registro de mamíferos se realizará por medio de observaciones directas. Los mamíferos serán caracterizados mediante metodologías propias a sus hábitos de vida.

**Aves.** Se realizará la búsqueda mediante observaciones directas para documentar la presencia de especies. Para los avistamientos de aves se utilizarán binoculares con aumento de 10 x 50, tanto en la tarde como en la mañana.

#### Ahuyentamiento de fauna de fácil desplazamiento

El ahuyentamiento o amedrentamiento es la técnica que tiene como finalidad propiciar el desplazamiento de los individuos de fauna silvestre a áreas adyacentes a las áreas de interés (Hawthorne, 1987), que en nuestro caso sería el área del proyecto. Existen diversas técnicas de ahuyentamiento, de las cuales para el proyecto se implementarán las siguientes:

**Ultrasonidos:** Son dispositivos que emiten un estímulo sonoro de frecuencia determinada que normalmente está por arriba del rango detectado por los humanos y tiene como finalidad que la fauna capte la emisión y se alejen del sitio por la incomodidad que puede producir dicha frecuencia. Los rangos de frecuencia van de 200Hz a 7500Hz, siendo reportado que las frecuencias que son más efectivas para el ahuyentamiento de aves son: 200, 300, 340, 610, 650 y 890 Hz; en cuanto a su cobertura, si el equipo se programa para funcionamiento con sonidos audibles alcanza una cobertura hasta de 2 ha, mientras que en modo de ultrasonidos alcanza una cobertura de 350 m<sup>2</sup>.



Figura VII-8. Ejemplo de dispositivo ultrasónico (Fuente: Elaboración propia).

**Ruido:** Es un método de ahuyentamiento que alejan a la fauna del sitio de interés por la emisión de un ruido fuerte inesperado o sonidos específicos que asustan a la fauna. Comúnmente se implementa a través de la generación de ruidos intensos por sirenas de diferentes frecuencias, en distintas áreas y horas del día; en el proyecto el estímulo que se implementará será el ruido de una bocina de aire comprimido que se hará sonar

momentáneamente en un extremo del frente de trabajo delimitado y después de 15 segundos se volverá a utilizar. A los dos minutos de haberse generado el segundo ruido, los supervisores de campo repetirán la técnica anterior y de manera consecutiva lo ejecutarán a lo largo del terreno. Dicha medida se implementará una semana antes de iniciar las actividades de preparación y construcción, y se repetirá cada semana hasta terminar el periodo de preparación.



Figura VII-9. Sirena para envío de señales (Marca Ecoblast).

Se recomiendan las técnicas anteriores ya que al implementarlas efectivamente pueden evitar afectaciones en la fauna que se llegue a distribuir en áreas donde se lleven a cabo las actividades de desarrollo del proyecto, sin emplear métodos letales y utilizando herramientas que tienen como principal objetivo ahuyentar la fauna por la generación de sonidos que pueden llegar a ser desagradables para la fauna que pudiera encontrarse en el área del proyecto, incluyendo a las aves registradas en el área del proyecto.

#### Rescate de fauna de lento desplazamiento o fosorial dentro del área del proyecto

La ejecución de la medida se llevará de acuerdo a las características de los grupos registrados en el área del proyecto: reptiles y mamíferos de lento desplazamiento. Para las aves y mamíferos de hábitos cursoriales se implementará el ahuyentamiento o también denominado amedrentamiento, tal y como se describió en el apartado anterior.

En el caso de especies de lento desplazamiento se emplearán técnicas de rescate que incluyen para reptiles la captura manual y con ganchos herpetológicos, captura con trampas tipo “Sherman” y “Tomahawk” para mamíferos de pequeña y mediana talla. Los individuos rescatados serán reubicados inmediatamente en áreas aledañas.

La metodología que se empleará el rescate se desarrolla a continuación:

## Reptiles

Para la captura de reptiles, pueden atraparse manualmente al buscarlos en su ambiente, por ejemplo, debajo de rocas o troncos y otros objetos en los que pueden esconder. Es recomendable usar guantes de cuero al buscar reptiles o revisar trampas. Especialmente cuando hay riesgo de encontrar serpientes venenosas.

Los ganchos o bastones herpetológicos son de gran ayuda para la captura de reptiles ya que, al remover hojas, piedras, troncos, ramas, etc., se puede evitar una mordedura además de no maltratar a los organismos por capturar. Las lagartijas también se pueden por medio de ligas de hule gruesas, lanzándolas al estirarlas con un dedo y orientadas hacia el individuo, de manera que al golpearlo produzcan una inmovilización temporal que permite atraparlo, o bien con un lazo en la punta de una vara. El largo de ésta varía de acuerdo con la especie de lagartija, aunque en general va de 1.8 a 2 m de largo (vara herpetológica).

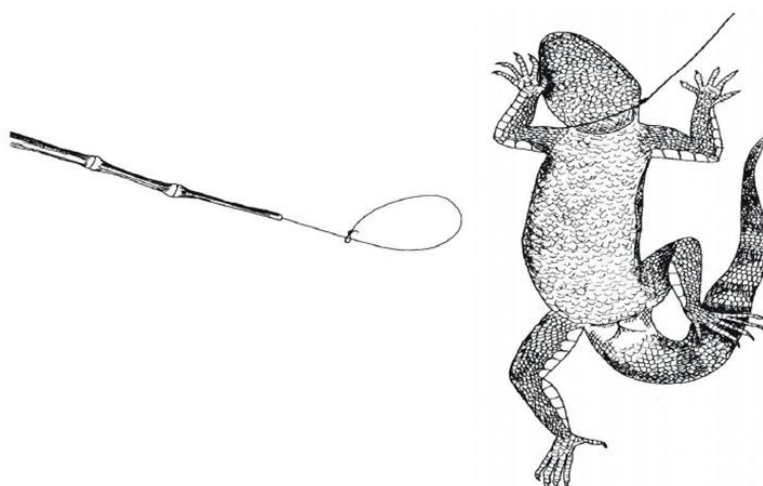


Figura VII-10. Método de captura de reptiles con el lazo Thompson.

Para el rescate de serpientes se emplearán pinzas y ganchos controladores para su manipulación. Para el traslado es recomendable utilizar un costal, esto para que el reptil se tranquilice y se pueda trasladar de forma segura al sitio de reubicación asignado.

La captura de serpientes requiere de un procedimiento que consiste en inmovilizar la cabeza. Primero se sujeta la cabeza con un bastón herpetológico contra el suelo en un lugar firme y se toma la parte posterior de la cabeza con los dedos pulgar y medio, al mismo tiempo colocando el dedo índice en la parte superior, con la otra mano se sujeta el cuerpo (ver figura), posteriormente se deposita en una bolsa de tela, introduciendo

primero la parte posterior, el saco debe torcerse, doblarse y amarrarse en un extremo. Es conveniente transportar la bolsa alejada del cuerpo, no es recomendable que un solo colector lleve una serpiente venenosa, ya que podría necesitar ayuda en caso de mordedura.



*Figura VII-11. Ejemplo de manipulación de una serpiente para inmovilizarla.*

Por otra parte, se implementarán las trampas terrestres con barrera de desvío, las cuales han sido ampliamente utilizadas en inventarios de la herpetofauna, debido a su efectividad en la captura de reptiles que difícilmente se pueden capturar por otros métodos. Se han probado diferentes materiales con la finalidad de facilitar su instalación y disminuir costos. Como su nombre lo indica, este tipo de trampa consiste en construir una barrera física que impide el libre tránsito de los animales que deambulan en un área dada, los que pueden ser atrapados al entrar en trampas de foso y/o trampas de cilindro o de embudo colocadas junto a la barrera.

El material de la barrera puede ser lona de plástico o lámina de aluminio o galvanizada enterrado en el suelo 10 cm, y con al menos 50 cm sobre el suelo para atrapar a los organismos que entran y salen del área. Las trampas de foso son cubetas o botes de 5 a 20 litros de capacidad que se instalan junto a la barrera enterrados a ras de suelo y separados entre 5 a 10 m dependiendo de la longitud de la barrera. Cada trampa de foso requiere de orificios de drenaje en el fondo y de una cubierta de madera o plástico levantada de suelo unos 5 cm. La revisión de las trampas se realiza visitando cada una diariamente o en días alternados.

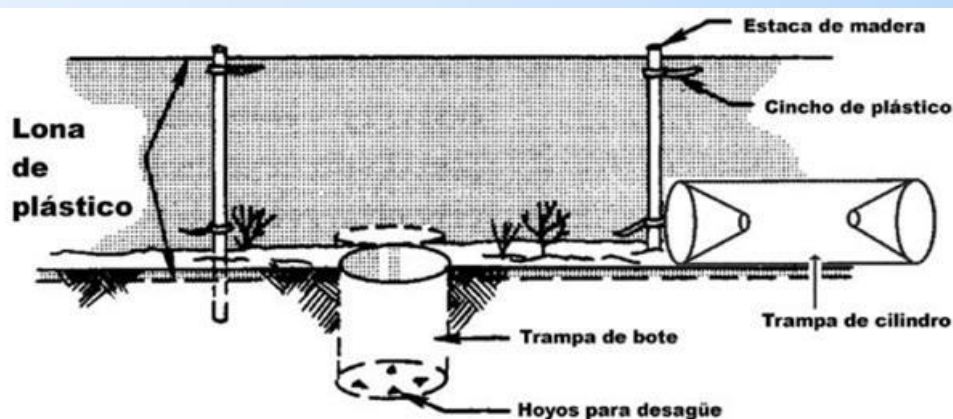


Figura VII-12. Método de baya de desvío y trampa tipo cilindro (Heyer et al. 2001).

Para el transporte de serpientes se usarán costales de tela de yute y otros reptiles que así lo ameriten, se usarán contenedores de plástico, con hoyos para respiración. Además, los contenedores serán humedecidos constantemente para evitar la deshidratación de los especímenes.

#### *Mamíferos medianos y pequeños*

El rescate de mamíferos se realizará después de que el personal ambiental recorra el frente de trabajo para identificar con cinta reflejante los refugios y madrigueras donde puedan habitar los mamíferos, lo anterior se realizará a través de trampas Sherman y Tomahawk. Los pequeños mamíferos serán capturados con trampas de cajas Sherman, mientras que para los mamíferos más grandes se emplearán trampas Tomahawk de diferentes tamaños, plegables o fijas, con una o dos puertas abatibles.

- **Trampas Sherman:** son trampas en forma rectangular, plegadizas y de aluminio que poseen en el centro de su base una lámina que activa un sistema de resorte que cierra la entrada de la trampa, de manera que el ejemplar queda en el interior al entrar por un cebo que se le colocará. El cebo será una avena, crema de maní y extracto de vainilla.
- **Trampas Tomahawk:** son rectangulares, de reja de alambre y plegadizas; su sistema es parecido al de las trampas Sherman ya que en su interior tienen un sistema de resorte que cerrará la entrada a la trampa cuando el ejemplar entre al ser atraído por un cebo de sardina o bien de la mezcla de avena, crema de maní y extracto de vainilla.



Una vez que se hayan identificados los sitios potenciales y verificado que el mecanismo de las trampas se encuentra en óptimas condiciones, el personal ambiental procederá a ir al sitio a colocar las trampas. Las trampas Sherman se colocarán en hileras separadas cada 5 m para transectos de 40 trampas; se recomiendan 200 trampas por ha. El avance de la brigada de rescate deberá ser de 1.0 ha por día.



Figura VII-13. Trampas “Sherman” y “Tomahawk” para la captura de mamíferos.

Las trampas se encontrarán abiertas durante todo el día, por lo que se revisarán de manera continua durante el transcurso del día, y en el horario nocturno se procederá a colocar las trampas unas horas antes de la puesta de sol y al día siguiente se revisarán.

Los mamíferos capturados con trampas Sherman serán retirados de la trampa de manera manual hacia bolsas de tela, mientras que los mamíferos capturados en las trampas Tomahawk no serán retirados de las trampas, sino que serán transportados en estas mismas, adicionando temporalmente una tela oscura sobre ellas para disminuir el estrés de captura de los ejemplares.

#### Traslado de fauna rescatada a las áreas de reubicación

Durante el procedimiento de captura o rescate, el personal ambiental realizará un diagnóstico de los individuos, buscando la seguridad tanto del personal como del individuo a reubicar, por esto el diagnóstico se puede hacer a simple vista verificando primeramente los siguientes puntos:

- *Deshidratación.*- Es manifestada principalmente en la piel mostrándose con pliegues en lugares donde debería ser lisa, notándose con poca elasticidad, los ojos hundidos dentro de la cavidad y los labios y mucosas resacos.

- *Desnutrición.*- En muchos casos es fácil notar la desnutrición en un individuo cuando presenta una masa muscular escasa, lo que ocasiona que los huesos como las costillas, columna vertebral, y huesos pélvicos se marquen en la piel, en el caso de anfibios la piel se torna opaca y reseca.
- *Lesiones físicas.*- Se consideraran 3 tipos de lesiones físicas que se pueden detectar a simple vista:
  - *Fracturas.*- El animal se arrastra o camina de forma anormal, evita usar alguna extremidad, o bien presenta una protuberancia o hundimiento en sus partes óseas, y en el peor de los casos el hueso se encuentra expuesto.
  - *Golpes.*- Se presentan en forma de inflamaciones musculares, raspones, sangre o hematomas en el área lesionada.
  - *Heridas abiertas.*- Son muy fáciles de detectar, se observan laceraciones que pueden o no presentar sangrado pero es posible ver el tejido muscular, tendones huesos u órganos internos.

Estos aspectos son de suma importancia pues son la base para tomar la decisión de liberar el individuo o, en su caso, turnarlo con un veterinario para su pronta atención y recuperación, pues si se libera un individuo lesionado o en malas condiciones puede llegar a contraer enfermedades, ser depredados, resultar aún más lesionado o incluso provocaríamos su muerte.

Finalmente, una vez que el personal haya verificado el óptimo estado de los individuos serán trasladados a los sitios de reubicación, considerando las condiciones físicas empleadas para la retención de los individuos de los distintos grupos, y el tiempo transcurrido desde la captura hasta la liberación de los ejemplares (ver siguiente tabla).

Tabla VII-11. Condiciones y tiempo de traslado de los individuos rescatados.

Grupo	Condiciones	Tiempo de traslado
Reptiles	Recipiente de plástico perforado o bolsas de género (solo para especies venenosas) una por ejemplar *	Máximo 10 horas
Mamíferos pequeños	En la misma trampa de captura o en jaulas, con alimento (agua/fruta durante mantención)	Antes del atardecer

Fuente: Bustamante *et al.* 2009

### Reubicación de fauna rescatada

Con el objetivo de asegurar éxito en la relocalización se requiere una adecuada preparación y capacitación de los encargados, una planificación de todas las etapas, el reporte de resultados y el uso de indicadores (Germano & Bishop, 2009). La liberación de animales relocalizados requiere tener en consideración los siguientes aspectos:

- Liberar pocos individuos en cada lugar (logra un espaciamiento adecuado de los organismos y evita las agresiones entre individuos de la misma especie), para no superar la capacidad de carga del sitio.
- Liberar individuos adultos separados de infantiles y juveniles.
- Liberar una proporción de machos y hembras acorde con la estructura de la especie (territorial, polígama, etc.).
- No liberar depredadores cerca de presas (ej. liberar culebras e iguanas lejos de otras lagartijas, liberar yacas lejos de lagartijas y roedores juveniles).
- Evaluar la condición sanitaria de los individuos.
- Registrar marcas o cicatrices de los especímenes para favorecer su posterior identificación.

No realizar la relocalización si el animal presenta problemas evidentes de salud o está muy estresado (ejemplo: grandes concentraciones de ácaros o parásitos).

Para la liberación, existen dos estrategias: rápida (*hard release*) y lenta o suave (*soft release*). En la liberación rápida los animales se liberan inmediatamente a su nuevo ambiente, tratando que encuentren refugio rápidamente. En la liberación lenta se les proporciona alimento, refugio y se les mantiene en un lugar cerrado (usualmente con malla de alambre) por algunos días hasta que se han aclimatado al nuevo hábitat (Bright y Morris 1994). Este tipo de liberación puede reducir los movimientos de dispersión y mortalidad post-liberación (Massei *et al.* 2010). **No obstante a lo anterior, se contempla la liberación de los individuos el mismo día de su captura.**

## Áreas de reubicación

A continuación, se describen los criterios técnicos aplicados para la selección del área que se encuentra destinada para la liberación y reubicación de las especies de fauna silvestre:

- **Cercanía y fácil acceso:** La principal medida de manejo para reducir el estrés, lesiones e inclusive la muerte de los ejemplares capturados, es reubicarlos inmediatamente después de su captura, es por ello que las áreas donde se llevarán a cabo las reubicaciones deben estar cerca y accesibles.
- **Equivalencia ambiental:** Las áreas deben tener características ambientales similares, en cuanto a las especies presentes (animales y vegetales), orografía, altitud media sobre el nivel del mar, tipo de vegetación y suelos, ya que liberar una especie en un ecosistema al cual no pertenece puede resultar en su muerte, o bien causar desequilibrios en el ecosistema receptor.
- **Uso de suelo y vegetación:** La cobertura vegetal es un factor determinante en la sobrevivencia de la fauna, ya que una cobertura vegetal aceptable proporciona refugio, protección y alimento a los animales, a diferencia de los sitios con cobertura vegetal pobre, donde los animales tienen menos alimento y pueden quedar expuestos ante el clima o sus depredadores. Por esta razón, a fin de poder demostrar que los sitios que se encuentran destinados para realizar las acciones de reubicación y ahuyentamiento son los menos perturbado, se hace mención que fueron seleccionados como sitios de reubicación aquellas áreas que se encuentran cubiertas por la misma vegetación solicitada para cambio de uso de suelo, las cuales pueden presentar conectividad con otros sitios de hábitat similares en los alrededores de la superficie que se encuentra sujeta a afectación.
- **Similitud de especies:** Debe hacerse una evaluación previa de las áreas para verificar que ahí se encuentren las mismas especies. No solo debe estar presente la misma especie, sino que también lo deben estar su alimento, sus presas y sus depredadores. Este criterio garantiza además que no se introduzca una variedad o una enfermedad a un sitio donde antes no lo había.
- **Baja intervención humana:** Se deben preferir áreas que tengan poca intervención humana para incrementar sus probabilidades de sobrevivencia. Esto se hace más importante cuando se trata de especies venenosas como algunas

serpientes. Para este criterio se pueden utilizar los criterios de densidad de población y de caminos.

- **Estado de conservación:** En general, se buscan áreas que tengan el mayor grado de conservación posible con poca perturbación por asentamientos humanos, ganadería, cacería y/o contaminación.

Con base en los criterios antes mencionados, se propone de manera **preliminar** que la reubicación se realice en **10 polígonos** adyacentes el área del proyecto ya que dichas áreas reúnen las características adecuadas para la reubicación de las especies que han sido registradas en el contexto local, aunque es importante señalar que la reubicación también puede ser realizada en su caso, en alguna Unidad de Manejo para la Conservación de la vida Silvestre que se llegara a encontrar ubicada al interior de la delimitación geográfica del Sistema Ambiental Regional, y para la cual se pudiera conseguir la autorización correspondiente.

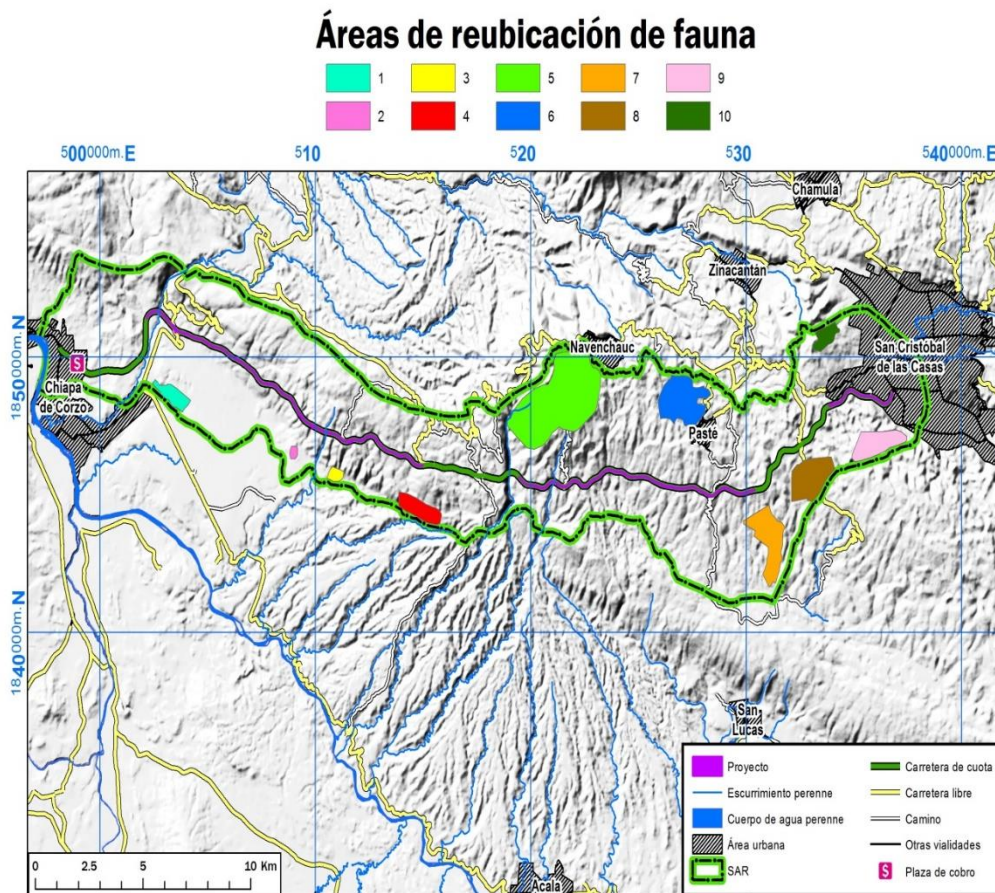


Figura VII-14. Ubicación de áreas propuestas **preliminarmente** para la reubicación de fauna.

### Monitoreo de frentes activos para atender avistamientos de fauna

Una vez se tenga el ingreso de maquinaria e inicie el desmonte y despalme, en los frentes de trabajo se realizará la vigilancia de las actividades por personal ambiental, ya que en caso de que exista fauna refugiada, se procederá a detener la actividad e implementar la técnica manual de captura y/o ahuyentamiento de fauna. De igual manera, se capacitará al personal para que en caso de tener avistamientos de fauna en las áreas de trabajo se implemente un protocolo de rescate y reubicación.

Cabe señalar que esta medida será eventual ya que se espera que con las actividades de rescate se reubique el total de vertebrados terrestres existentes.

#### VII.3.3.8 Seguimiento

La evaluación desempeño ambiental de la implementación del **Programa de Manejo de Fauna** se fundamenta en la medición de *indicadores ambientales*, los cuales son parámetros que permitirán evaluar de manera cuantitativa los datos de implementación del programa y sus tendencias para predecir el cumplimiento de los objetivos y metas propuestos.

De manera mensual el **responsable técnico ambiental** generará un informe de los *indicadores ambientales* para todas las medidas del **Programa de Manejo de Fauna**, los cuales serán:

**Indicadores de realización** (miden la aplicación de la medida):

- No. de especies y registros de cada grupo de animal por registros indirectos.
- No. de especies y registros de cada grupo de animal por registros directos.
- No. de especies y registros de cada grupo de animal rescatado.
- No. de especies y registros de cada grupo de animal rescatado y enlistado en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- No. de especies y registros de cada grupo de animal reubicado.
- No. de especies y registros de cada grupo de animal reubicado y enlistado en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Tiempo de ahuyentamiento (minutos u horas).

**Indicadores de eficiencia** (miden los efectos de la aplicación de la medida en el cumplimiento de objetivos y metas):

- Eficiencia del ahuyentado de fauna =  $\Sigma Ai - \Sigma Af$

Dónde:

$Ai$  = número total de animales ahuyentados al inicio de las brigadas.

$Af$  = es el número total de animales ahuyentados al final de las brigadas.

- Índice de supervivencia  $\Phi_t = ti/tf$

Dónde:

$\Phi_t$  = Probabilidad de supervivencia para el muestreo  $tf$  el muestreo  $ti$

$tf$  = Tamaño de la población rescatada (Especies rescatadas).

$ti$  = Tamaño de la población liberada (Especies reubicadas).

Esta fórmula puede representarse en porcentajes de la siguiente forma:

$$\phi_t = (100) \frac{\hat{M}l}{\hat{M}l_r}$$

Para contar con evidencia tangible de la ejecución y desempeño de medias ambientales, el **responsable técnico ambiental** elaborará la siguiente documentación:

- **Bitácora de registro de las especies ahuyentadas**, en un formato que contenga como información mínima, la localidad, coordenadas geográficas, etapa de la obra, fecha y hora del suceso, nombre científico y común de la especie, características del hábitat y registro fotográfico de la actividad.
- **Bitácora de identificación de fauna**, donde se registre información mínima, la localidad, coordenadas geográficas, etapa de la obra, fecha y hora del suceso, nombre científico y común de la especie, tipo de registro (directo o indirecto, especificando el tipo), características del hábitat y registro fotográfico de la actividad, del registro directo o indirecto. En la siguiente tabla se muestra un ejemplo:

Tabla VII-12. Ejemplo de formato para la bitácora de identificación de fauna.

Bitácora de identificación de fauna		HOJA:
		FOLIO
		FECHA:
<b>NOMBRE DE LA OBRA:</b>		
<b>UBICACIÓN: Información requerida: No. Transecto, tipo de vegetación</b>		
Especie	OBSERVACIONES	

- **Bitácora de rescate y reubicación**, la cual permitirá contabilizar el número de individuos rescatados y reubicados por especie, sitios del área del proyecto donde se han realizado rescates y características del hábitat para la selección de los sitios de liberación. El formato de la bitácora será como el siguiente:

Tabla VII-13. Ejemplo de bitácora de rescate y reubicación de fauna para el proyecto.

Bitácora de rescate y reubicación							
ID	Fecha	Nombre científico	Nombre común	Coordenadas de rescate	Hábitat de rescate	Coordenadas de reubicación	Hábitat de reubicación

### VII.3.3.9 Umbrales y medidas de urgente aplicación

Los umbrales en los programas ambientales son los parámetros establecidos para determinar que los resultados de los indicadores señalan que se requiere reforzar la implementación de las medidas específicas para el cumplimiento de los objetivos y metas comprometidos; o bien, también son aquellas acciones que se identifican en los frentes de trabajo que indican que no se atiende los impactos ambientales negativos identificados.

Para ambos casos, se requiere la aplicación de medidas de urgente aplicación para redireccionar la implementación de las medidas para cumplir los objetivos y metas, o para mitigar el impacto que provoca la situación de emergencia.



En el caso del **Programa de Manejo de Fauna** se determinan los siguientes umbrales y medidas de urgente aplicación:

***UMBRALES DE ALERTA:***

- Sobrevivencia del 75-70% de los individuos rescatados durante las actividades de reubicación.
- Presencia de fauna en los frentes de trabajo.

***UMBRALES INADMISIBLES:***

- Sobrevivencia de menos del 70% de los individuos rescatados durante las actividades de reubicación.
- Atropellamiento de fauna en los frentes de trabajo.

***MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN***

- Mejora de protocolos de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
- Atención por un medio veterinario especializado a la fauna silvestre que presente lesiones considerables que pongan en riesgo su sobrevivencia.
- Disposición de fauna silvestre en centros autorizados para su atención en caso de que requieran liberación tardía.

## **VII.3.4. Programa de Manejo de Flora**

### **VII.3.4.1 Introducción**

Las actividades de desmonte y despalme traen como consecuencia afectación hacia el componente de la vegetación, por tal motivo se implementará un **Programa de Manejo de Flora orientado a la protección de ejemplares de flora que sean susceptibles a rescate y reubicación, y el mejoramiento de suelo para propiciar la revegetación natural y la revegetación de taludes y DDV**, siempre que no represente un daño a la carretera o pueda propiciar accidentes viales.

Es importante mencionar que de conformidad con los **artículos 139 y 140 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**, se realizará el pago ante el Fondo Forestal Mexicano que *será el instrumento para promover la restauración de los recursos forestales y sus recursos asociados*, por lo que el monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales por excepción, será destinado a actividades que determine el Fondo Forestal Mexicano

*Artículo 139. El Fondo Forestal Mexicano será el instrumento para promover la conservación, incremento, aprovechamiento sustentable y restauración de los recursos forestales y sus recursos asociados, facilitando el acceso a los servicios financieros en el mercado, impulsando proyectos que contribuyan a la integración y competitividad de la cadena productiva y desarrollando los mecanismos de cobro y pago de bienes y servicios ambientales. Para garantizar un manejo más eficiente de los recursos del Fondo, se podrán utilizar los servicios de la banca privada.*

*Artículo 140. "...*

*Los recursos que el Fondo Forestal Mexicano obtenga por el cobro de bienes y servicios ambientales se entregarán directamente a los proveedores de dichos servicios y una parte se destinará a cubrir los costos de esta operación. Los recursos obtenidos por concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento podrán también ser utilizados para la protección de los recursos forestales.*

#### **VII.3.4.2 Objetivo general**

Mitigar la pérdida de cobertura vegetal por el desarrollo del proyecto, a través de actividades de rescate y reubicación de flora, así como propiciando una revegetación con herbáceas.

#### **VII.3.4.3 Objetivos particulares**

- Identificar por medio de recorridos los individuos susceptibles a rescate, considerando su biología y estado actual (juveniles, sin enfermedades y plagas, etc.)

- Rescate y reubicación de los individuos susceptible de afectación por el desarrollo del proyecto.
- Resguardar temporalmente a los individuos para proporcionarles las condiciones necesarias para su sobrevivencia.
- Monitorear post-plantación a los individuos que sean reubicados.
- Propiciar la revegetación en el DDV y taludes.

#### I.1.1.1. Metas

- Lograr un porcentaje mayor del 85% de sobrevivencia del total de los individuos rescatados y reubicados, durante los primeros tres años de haberse iniciado la implementación del programa.
- Lograr un porcentaje mayor del 85% de cobertura de herbáceas durante los primeros tres años de haberse iniciado la implementación del programa.

#### I.1.1.2. Responsables del desarrollo

El responsable de la ejecución del programa será el **responsable técnico ambiental** especializado en el manejo de flora, contratado para realizar las actividades incluidas en el **Programa de Manejo de Flora** durante las primeras etapas del proyecto como son la preparación del sitio y construcción del proyecto, y deberá contar con apoyo técnico para dar continuidad a las medias específicas.

De igual manera, se contará con un **responsable forestal** quién además de estar encargado de las actividades de remoción de vegetación, participará con el **responsable técnico ambiental** del seguimiento a la cobertura de herbáceas y a la sobrevivencia de los individuos reubicados.

#### VII.3.4.4 Medidas específicas

Para el cumplimiento de los objetivos y metas del **Programa de Manejo de Flora** se implementarán las siguientes medidas específicas, previo al inicio de las actividades de preparación y construcción:

- Identificación y rescate de individuos susceptibles de ello.

- Resguardo temporal de individuos rescatados.
- Reubicación de individuos rescatados.
- Monitoreo post-plantación.
- Mejoramiento de suelo para propiciar la revegetación natural de herbáceas, revegetación del DDV y taludes propios para ello.
- Monitoreo de cobertura de herbáceas.

Las medidas específicas anteriores se implementarán de acuerdo a la metodología que se describe en el siguiente apartado.

#### VII.3.4.5 Metodología

##### Identificación y rescate de individuos susceptibles

Una vez obtenida la autorización para iniciar las actividades de desmonte y despalme, una cuadrilla ambiental de campo procederá a realizar recorridos en las áreas autorizadas para la identificación y señalización de individuos a rescatar con la colocación de un pequeño listón o cinta reflejante, dentro de las áreas de intervención directa. De acuerdo al listado de especies registradas en el área del proyecto, se proponen preliminarmente **5 especies** para las actividades de rescate y reubicación.

Las **5 especies** se consideraron a raíz de los muestreos efectuados en el área del proyecto, donde se documentó una especie bajo estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 *Astronium graveolens* (A), y algunos ejemplares juveniles que, aún y cuando no se encuentran protegidos por la norma oficial, pueden incluirse como especies susceptibles de rescate y reubicación en este programa, tomando como criterio de selección que pertenecen a especies con valores bajos en el índice de valor de importancia en el área del proyecto.

En la siguiente tabla se muestra el listado **preliminar** de las especies seleccionadas para rescate y reubicación:

Tabla VII-14. Listado preliminar de especies susceptibles a rescate y reubicación.

Nombre científico	Criterio
<i>Astronium graveolens</i>	Incluida en la NOM-059-SEMARMAT-2010
<i>Harpalyce formosa</i>	IVI bajo en área de estudio
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	IVI bajo en área de estudio
<i>Bursera excelsa</i>	IVI bajo en área de estudio
<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	IVI bajo en área de estudio

Los individuos, de las especies susceptibles, serán registrados en una bitácora donde se indicará además de sus características y su ubicación georeferenciada, el método por el cual serán rescatados, los cuales serán rescate por cepellón, semilla y esquejes.

Los métodos que permitirán el rescate de las especies propuestas podrá ser a través de los siguientes:

**Rescate por semillas.** Los árboles y/o arbustos semilleros serán monitoreados para la obtención de frutos maduros que permitan obtener semillas viables, que serán colectadas de forma manual al cortar los frutos que se encuentran a la mano mediante el uso de una tijera. Las semillas se seleccionarán de acuerdo a las que tengan mejor tamaño, ya que el tamaño esta correlacionado con una mejor germinación, y se registrará en un formato las condiciones de los árboles y/o semillas de los que fueron colectados. En la siguiente figura se presenta un ejemplo del formato que será empleado para el registro de las características de los árboles y/o arbustos semilleros.

Ficha de recolección de semillas	
<b>Identificación</b>	<b>Habitat</b>
Familia _____	Tipo de vegetación _____
Género _____	Especies asociadas: _____
Especie _____	_____
Subespecie _____	_____
Nombre común _____	m% _____
<b>Datos de localización</b>	<b>Composición del suelo</b>
Nombre del recolector _____	M.O _____
Número de recolección _____	Profundidad _____
Fecha de recolección _____	Textura _____
Paraje/región /Parcelación _____	Composición _____
_____	_____
Latitud _____	_____
Longitud _____	_____
Altitud _____	_____
GPS _____	_____
Exposición _____	_____
<b>Información de colecta</b>	<b>Topografía</b>
Material recolectado: Semilla <input type="checkbox"/> Fruto seco <input type="checkbox"/> Fruto húmedo <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	Ladera _____
Lugar de recolección: Fito <input type="checkbox"/> Arbol <input type="checkbox"/> Ambos <input type="checkbox"/>	Quebrada _____
Colecta botánica: Productividad: Baja <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	Terraza _____
_____	Cajuela _____
_____	Planicie _____
_____	Cima de montaña _____
<b>Información del sitio</b>	<b>Observaciones</b>
Número de árboles colectados _____	_____
Fotografías _____	_____
Número de Fotografías _____	_____

Figura VII-15. Ejemplo de ficha técnica de colecta de semillas.

**Rescate por cepellón.** El banqueo consiste en hacer una zanja alrededor del ejemplar seleccionado con el fin de formar una bola o cepellón (porción de tierra) donde quedarán confinadas las raíces; el tamaño dependerá de la especie y el tipo de suelo, en la bibliografía se reporta que el tamaño debe ser 9 veces el diámetro del tallo y la profundidad dependerá de la extensión de las raíces laterales. Las raíces de cada individuo quedarán envueltas en bolsas de polietileno para posteriormente ser transportadas en carretillas y vehículos al resguardo temporal donde se les brindarán en condiciones óptimas hasta el periodo en que se lleve a cabo su reubicación.



Figura VII-16. Ejemplo de procedimiento de extracción de plántulas por el método de banqueo.

**Rescate por esquejes.** El rescate de esquejes se realizará durante las épocas de sequías cuando las plantas al perder sus hojas acumulan nutrientes en el tallo y por lo tanto se favorece la generación de raíces en los esquejes que se obtengan. Para la colecta de los esquejes se seleccionará una parte del tallo con poco grado de lignificación que posea yemas vegetativas y apicales, de preferencia tres yemas vegetativas y una apical; posteriormente, se cortará el tallo a un tamaño de 30 cm y se humedecerá con agua para ser transportados en bolsas de plástico al sitio de resguardo.

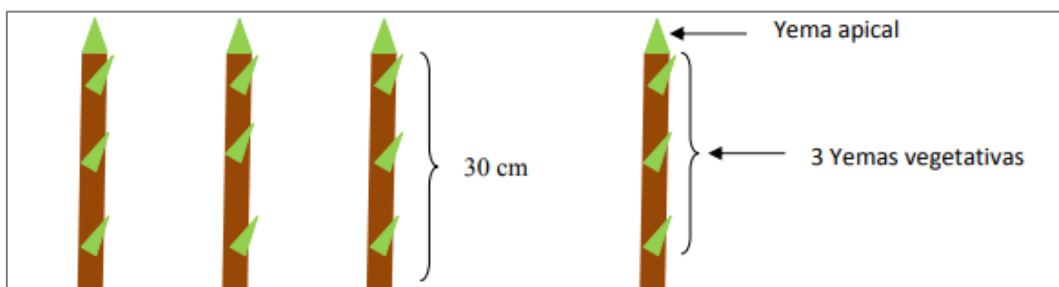


Figura VII-17. Ubicación de yemas en esquejes.

### Resguardo temporal de individuos rescatados

Aquellos organismos que no se puedan reubicar de manera inmediata, por sus características, la técnica de rescate o por la falta de disponibilidad de las áreas de reubicación, serán trasladados a las instalaciones de un resguardo temporal.

El resguardo temporal será un área adecuada con espacios para la germinación de semillas, propagación para las estructuras vegetativas, camas de crecimiento, resguardo de individuos rescatados, cuarentena para individuos enfermos y un almacén para guardar de forma segura el material de trabajo.

Para la ubicación del resguardo temporal se considerarán los siguientes factores:

- Localización y accesibilidad del terreno: se ubicará en un sitio con las condiciones climáticas y suelo del lugar donde se reubicará la especie, con buena disponibilidad de luz solar y una ligera pendiente de no más del 5%.
- Agua: el sitio tendrá accesibilidad al agua o donde se pueda hacer llegar por canales o mangueras.
- Sombra: el vivero se ubicará en un área con pocos árboles para evitar que se generen una sombra que perjudique el crecimiento de las plantas.
- Cercado: para evitar daños de animales sueltos y personas ajenas.

Dentro de las actividades que se realizarán para el resguardo temporal de los individuos rescatados será su mantenimiento en bolsas de polietileno con las que serán transportadas hasta su reubicación, riego de una a dos veces al día dependiendo de la temperatura y humedad en el área del proyecto, fertilización, desmalezado y control de plagas y enfermedades. Por otra parte se realizará la propagación de semillas y esquejes como se describe a continuación:

**Propagación por semillas.** Dependiendo de la especie, las semillas serán sembradas directamente en camas de germinación o bolsas de polietileno con un sustrato preparado de suelo del sitio y composta, o bien recibirán un tratamiento pregerminativo donde se pondrán las semillas a hervir o remojar a temperatura ambiente para favorecer la ruptura de la testa y facilitar la germinación.

Las mesas de germinación y bolsas de polietileno se ubicarán dentro del vivero temporal en un sitio que permita se conserve la humedad, se tenga una adecuada radiación solar y la temperatura sea constante, aunado a lo anterior se aplicarán riegos semanales. Una vez que las plántulas emerjan de las bolsas de polietileno o mesas de germinación y posean una altura de unos 10 cm se realizará su trasplante a contenedores más grandes para evitar el daño de sus raíces.

***Propagación por esquejes.*** Una vez que ingresen los esquejes al área de resguardo, personal especializado procederá al enraizamiento de los esquejes para la obtención de plántulas. El enraizamiento se promoverá haciendo un corte de 45º en la base del esqueje y sumergiéndolo a una concentración de 10,000 mg kg<sup>-1</sup> de AIB, el cual se puede adquirir en múltiples tiendas de agroquímicos. Realizado lo anterior, se plantará la estaca en el sustrato preparado con suelo de la zona y para verificar que efectivamente las estacas están enraizando se realizar un muestreo extractivo de los clones, este proceso se deberá realizar aproximada mente a los 60 días después de la plantación; si al pasar un periodo aproximadamente de 90 a 100 días después de la plantación no hay brotes de raíces, las estacas no enraizarán, por lo que se procederá a la recolecta.

Las especies dentro del vivero se distribuirán de acuerdo con sus requerimientos de luz y humedad. Las especies que requieren menos humedad deberán regarse una vez por semana o cuando los dos centímetros superficiales de la mezcla de tierra estén secos. Posteriormente, una vez se cicatricen las raíces, las cactáceas serán colocadas en bolsas de vivero con un sustrato adecuado hasta su reubicación.

Una vez que los individuos tengan una talla adecuada para su establecimiento y reubicación se expondrán totalmente a las condiciones del área del proyecto, en un área delimitada fuera del resguardo para garantizar la resistencia de los individuos, si las plantas fueran directamente establecidas y reubicadas saliendo del resguardo podrían no aclimatarse y morir.

#### Reubicación de individuos rescatados

Verificando que las plantas están sanas después de su exposición externa al área de resguardo se transportarán a los sitios seleccionados para su reubicación. La reubicación se realizará, de preferencia, al inicio de la temporada de lluvias cuando las condiciones



son más favorables para el establecimiento de las plantas y será en sitios con las características similares de clima y tipo de suelo del área de rescate, por lo que **se propone de manera preliminar que la reubicación de los individuos sea en una superficie adyacente al área del proyecto.** En la siguiente tabla se indica las coordenadas de ubicación del polígono **preliminar** de reubicación, sujeto a los acuerdos que se puedan tener con los propietarios.

Tabla VII-15. Coordenadas del polígono preliminar de reubicación de flora.

Vértice	Obra	Tipo de vegetación	X	Y
1	Rescate y reubicación	Selva baja caducifolia	510,992	1,847,214
2	Rescate y reubicación	Selva baja caducifolia	510,982	1,847,310
3	Rescate y reubicación	Selva baja caducifolia	511,017	1,847,309
4	Rescate y reubicación	Selva baja caducifolia	511,053	1,847,243
5	Rescate y reubicación	Selva baja caducifolia	511,026	1,847,203
6	Rescate y reubicación	Selva baja caducifolia	510,992	1,847,214

El procedimiento de plantación que se implementará en el proyecto será por cepa común, de acuerdo al Manual básico de Prácticas de Reforestación de la Comisión Nacional Forestal (2010), que consiste en la apertura de la cepa, colocación de la planta dentro de la cepa y compactación.

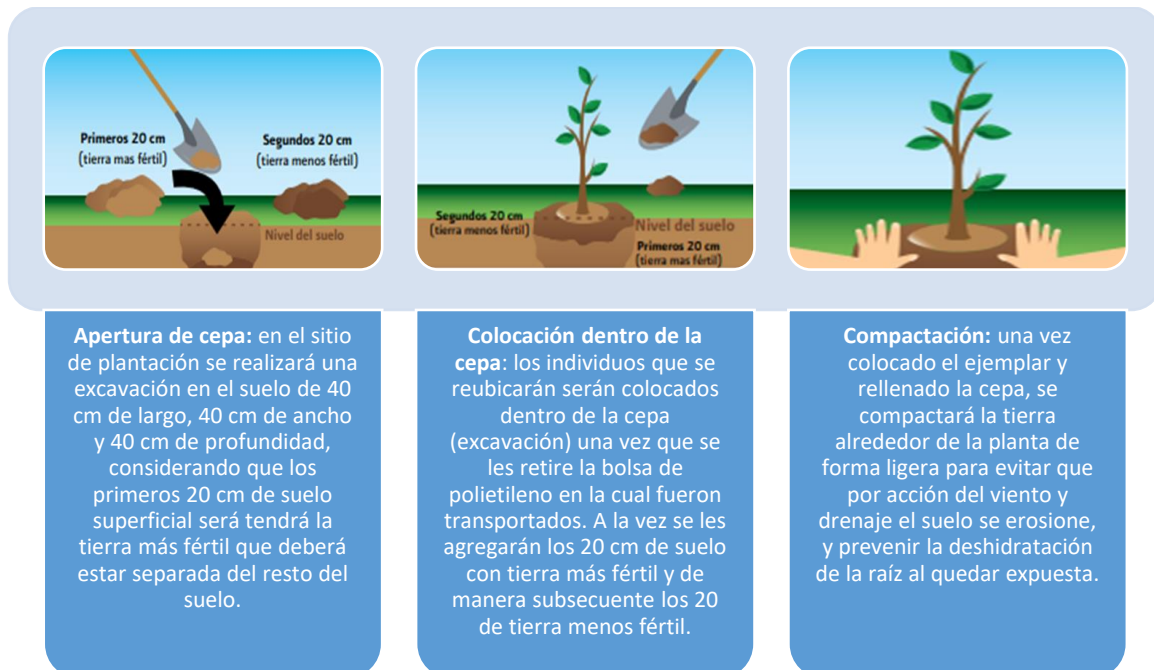


Figura VII-18. Técnica de cepa común para la plantación de individuos rescatados.

Una vez finalizadas las actividades de reubicación, la cuadrilla ambiental registrará en sitio datos generales para el seguimiento del éxito de la actividad.

#### Monitoreo post-plantación

El monitoreo se hará de forma general para las especies reubicadas y tiene como finalidad evaluar a corto y mediano plazo el éxito de la actividad, así como la implementación de acciones correctivas en caso de que se presenten problemas con la sobrevivencia de los individuos reubicados y actividades de mantenimiento.

#### Monitoreo

El monitoreo iniciará a partir de los 20 días de reubicación y se pretende monitorear semanalmente por un periodo de 3 meses, tiempo idóneo para asegurar el éxito de la adaptación de epífitas, en tanto de presentarse indicadores de marchitamiento, se tendrá tiempo para tomar medidas correctivas y poder alcanzar un porcentaje adecuado de sobrevivencia. Posteriormente, durante el segundo y tercer año de establecimiento se hará un monitoreo cuatrimestral.

Para evaluar la supervivencia de los organismos rescatados y reubicados se registrará en una bitácora las actividades que involucra el monitoreo como son:

- Visitas a los puntos de reubicación.
- Con apoyo del plano realizado en la etapa de reubicación, y de geoposicionadores satelitales, se ubicarán los sitios por zona a fin de llevar un control del seguimiento.
- En los sitios, se observará la condición de los individuos. Se registrarán aspectos como presencia, rebrotes del sistema radicular, estado general de la planta, necesidad de hidratación.
- Cuando se detecte necesidad de hidratación, mediante el medio que se considere prudente y viable, se realizará tal acción de manera inmediata, incluyendo su reubicación en áreas más húmedas. El seguimiento se realizará durante al menos tres meses, pues está técnicamente comprobado, que después de este periodo, puede determinarse el éxito o fracaso de las actividades.

Tabla VII-16. Ficha de mantenimiento post-plantación

<b>Fecha:</b>
<b>Hora:</b>
Coordenadas de ubicación en UTM WGS 84:
Especie y nombre común:
Clave de identificación
Mantenimiento aplicado
Fecha de mantenimiento
Observaciones
Responsable del mantenimiento:

Los intervalos de control variarán del 85%, en caso de no lograrse la supervivencia señalada se recomienda el rescate de mayor proporción así como la sustitución de los individuos.

Tabla VII-17. Bitácora de seguimiento post-plantación.

EVALUACIÓN DE LA REUBICACIÓN															
No. de sitio	Especie			Estado físico de las plantas (No. de plantas por sitio)									No. de plantas vivas por especie		
	Sp1	Sp2	Spn	Vivas	Muertas	Vigorosas	Integras	Reposición	Altura promedio	Diámetro promedio	Número de ramas promedio	Sp1	Sp2	Sp3	

### Mantenimiento

Después de la reubicación, se implementarán como mínimo las siguientes acciones para favorecer la sobrevivencia, establecimiento y desarrollo de los individuos durante dos años después de su reubicación:

- Inspecciones periódicas para la detección efectiva de problemas que puedan afectar la sobrevivencia de los individuos reubicados.
- Control de malezas permanentes hasta que los individuos se hayan establecido exitosamente.
- Realización de riegos, en caso de que se presenten siete a ocho meses con un déficit hídrico a partir de terminada la reubicación hasta que las plantas se encuentren

bien establecidas, lo cual significa aplicar uno o dos riegos de cuatro a cinco litros de agua por planta (Prado 1991, citado por Valdebenito y Delard 2000).

- Colocación y mantenimiento de señalización para la prohibición de saqueo de especies, uso de fuego y colocación de residuos.
- Detección temprana de agentes patógenos que puedan afectar una o más partes de los individuos, dando como resultado la reducción del crecimiento o, en casos severos, la muerte.
- Protección contra depredadores, vehículos y personas que tengan intención de realizar extracción de las plantas.

Aunado a lo antes expuesto como medida de compensación se mejorará el suelo para propiciar la revegetación natural, revegetando los taludes y el DDV siempre que no obstaculicen la visibilidad de la carretera.

### **VII.3.5. Medidas de protección de la Calidad del Aire**

#### **VII.3.5.1 Introducción**

Durante las diferentes etapas preparación y construcción, la operación de maquinaria, vehículos y equipo generan impactos ambientales negativos en el componente aire al generar emisiones atmosféricas y ruido; de igual manera, la calidad del aire es alterado por el movimiento de tierras y materiales necesarios para la cimentación y parte de la conformación de la infraestructura. Por lo anterior, para el proyecto se proponen una serie de medidas que mitigarán los impactos que deterioran la calidad del aire por sus componentes, frecuencia y concentración, considerando que al ser acciones puntuales sin una metodología específica, son integradas como medidas y no en un programa.

#### **VII.3.5.2 Objetivo general**

Mitigar el impacto en la calidad del aire por el desarrollo del proyecto por la operación y circulación de maquinaria, vehículos y equipo, y movimiento de tierras y materiales, durante las etapas de preparación y construcción, mediante el control de emisiones de contaminantes, ruidos y dispersión de partículas.

### VII.3.5.3 Objetivos particulares

- Implementar medidas preventivas en maquinaria y equipo para evitar que generen emisiones y ruido por arriba de los límites máximos permisibles.
- Prevenir la dispersión de partículas por las actividades constructivas y la circulación de vehículos y maquinaria en el área del proyecto.

### VII.3.5.4 Responsable del desarrollo

El responsable del desarrollo del programa será el **responsable técnico ambiental**, quien coordinará las actividades incluidas en el presente programa durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, y contará con el apoyo técnico del **Supervisor Ambiental** para la mejora continua en las medidas.

Debido a que algunas de las medidas que se describen en aportados posteriores involucran maquinaria y equipo, se coordinará con el personal responsable de los frentes de trabajo así como de la maquinaria y equipo para implementar las medidas referente a los programas de mantenimiento y control de material particulado, y con el personal de seguridad para las restricciones de velocidad de circulación de los vehículos.

### VII.3.5.5 Medidas específicas

Para el cumplimiento de los objetivos de las **Medidas de protección de la Calidad del Aire** se implementarán **tres medidas específicas**, las cuales se enlistan a continuación y no requieren una metodología para su implementación:

#### Trasporte de materiales

Previo al transporte de material particulado o agregados este deberá ser humedecido dentro de los vehículos los cuales serán posteriormente cubiertos con mallas de contención para partículas finas o lonas debidamente sujetas. Lo anterior evitará que se dispersen partículas y se altere la calidad del aire.

#### Riegos con agua tratada

El movimiento de maquinaria y vehículos, las actividades de demolición, y cortes generan polvos y materiales particulados, por lo que para evitar su dispersión se realizarán riegos con agua tratada que cumpla con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. El agua será transportada a

través de pipas, a partir de las cuales se realizarán riegos periódicos en las áreas donde se tenga identificadas las actividades

#### Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo

Las actividades del proyecto implican el movimiento constante de maquinaria pesada, camiones de carga y personal, lo que generará niveles de ruido altos y variables, así como la emisión de contaminantes que por las condiciones de ubicación del proyecto serán dispersadas; no obstante, como medida de mitigación, se propone la revisión y mantenimiento de maquinaria y equipo, incluyendo la planta de asfalto.

Se acordará con la empresa contratista que la maquinaria y equipo sea revisada previo al inicio de sus actividades en el área del proyecto, abarcando esta revisión las calibraciones necesarias para mantener las emisiones gases y ruido dentro de los límites máximos permisibles. De igual manera, se establecerá y ejecutará un **Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo**, el cual indicará por maquinaria, equipo y la planta de asfalto, la fecha de mantenimiento preventivo y no se presenten problemáticas que puedan sobrepasar los límites de emisiones y ruido. Es importante señalar, que los mantenimientos preventivos estarán permitidos en el área del proyecto siempre y cuando se realicen en un área delimitada con materiales y/o superficies impermeables que permitan prevenir la contaminación del suelo y agua por derrames y/o fugas de hidrocarburos.

Por otra parte, **se prohibirá el uso de cornetas, bocinas y alarmas de los vehículos y maquinaria** que se encuentren dentro del área del proyecto, excepto aquellas relacionadas con aspectos de seguridad.

#### Sistema de Captación de partículas

Dado a los procesos de combustión involucrados en la fabricación de las mezclas asfálticas, es necesario implementar medidas de mitigación que atiendan los contaminantes que se generan. Como se abordó en el apartado anterior, la planta de asfalto del proyecto estará sujeto a un Programa de Mantenimiento Preventivo, pero a su vez también se ha considerado el control de las partículas que se generan durante la circulación del flujo de aire caliente en el tambor mezclador, el cual puede arrastrar áridos finos.

Por lo anterior, la planta de asfalto contará con un sistema de captación de polvo que podrá estar constituido por una serie de filtros, ciclones u otros componentes que tendrán como función capturar el polvo que se generen por ejemplo en el proceso de secado, para volver a incorporarlos al proceso de mezcla.

Las especificaciones del sistema de captación serán manifestadas a la autoridad en los informes anuales de cumplimiento ambiental, en caso de que se autorice el proyecto, dado que dichas características dependen del tipo de planta de asfalto que se vaya a utilizar para el proyecto; de igual manera, para verificar la eficiencia del sistema de captación se realizará una **evaluación anual de emisiones a la planta de asfalto** durante la etapa de preparación y construcción, considerando entre las emisiones las partículas generadas.

#### VII.3.5.6 Seguimiento

La evaluación del desempeño ambiental de la implementación de las **Medidas de protección de la Calidad del Aire** se fundamenta en la medición de **indicadores ambientales**, los cuales son parámetros que permitirán evaluar de manera cuantitativa los datos de implementación del programa y sus tendencias para predecir el cumplimiento de los objetivos propuestos.

De manera mensual el **responsable técnico ambiental** generará un informe de los **indicadores ambientales** para todas las medidas específicas, los cuales serán:

##### **Indicadores de realización**

- Número de mantenimientos preventivos realizados.
- Número de sistemas de captación de partículas.
- (m<sup>3</sup>) de agua de riego.
- Resultados de la evaluación anual de emisiones de la planta de asfalto.

##### **Indicadores de eficiencia**

- (%) de maquinaria y equipo con un mantenimiento preventivo en el proyecto con respecto al total registrados en inventario del proyecto.

- Cumplimiento de la planta de asfalto a la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993, así como las normas que apliquen de fuentes fijas.

Para el seguimiento de la implementación y supervisión de las medidas se proponen la siguiente documentación de verificación:

- Programa de Mantenimiento Preventivo de vehículos y equipo, incluyendo la planta de asfalto.
- Bitácora o comprobantes de mantenimiento preventivo de vehículos y equipos, incluyendo la planta de asfalto.
- Bitácora de riego.
- Evidencia fotográfica de camiones con cajas cubiertas con lona.
- Ficha técnica del Sistema de Captación de partículas.

### VII.3.5.7 Umbrales y medidas de urgente aplicación

Los umbrales en los programas ambientales son los parámetros establecidos para determinar que los resultados de los indicadores señalan que se requiere reforzar la implementación de las medidas específicas para el cumplimiento de los objetivos y metas comprometidos; o bien, también son aquellas acciones que se identifican en los frentes de trabajo que indican que no se atiende los impactos ambientales negativos identificados.

Para ambos casos, se requiere la aplicación de medidas de urgente aplicación para redireccionar la implementación de las medidas para cumplir los objetivos y metas, o para mitigar el impacto que provoca la situación de emergencia.

En el caso de las **Medidas de protección de la Calidad del Aire** se determinan los siguientes umbrales y medidas de urgente aplicación:

#### **UMBRAL DE ALERTA**

- Maquinaria y equipo generando ruido por arriba de los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-080-SERMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.



- Planta de asfalto generando partículas por arriba de los límites máximos permisibles establecidos en las Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993, así como emisiones contaminantes de efecto invernadero.
- Presencia y dispersión de partículas en el área del proyecto.
- Humos visibles en el escape de equipos y maquinaria, como se muestra en los siguientes ejemplos:



Figura VII-19. Ejemplo de equipo con emisiones emitidas en el escape.



Figura VII-20. Ejemplo de maquinaria con emisiones emitidas en el escape.

### **UMBRAL INADMISIBLE**

- Maquinaria y equipo en funcionamiento sin ser necesario.
- Operaciones de maquinaria y equipo, incluyendo la planta de asfalto, sin mantenimiento.
- Falta de visibilidad en los frentes de trabajo y/o entorno a la planta de asfalto

### **MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN**

- Negar la operación de maquinaria y equipo que no cuente con un programa de mantenimiento.
- Maquinaria y equipo que rebasen los límites establecidos serán llevados a mantenimiento correctivo.
- Incremento de riegos en áreas donde se presencia una generación considerable de partículas y polvo.

- Sanción administrativa interna a operadores de camiones de transporte que no cubran el contenido de las cajas con lona.

### VII.3.6. Capacitación ambiental

El personal es un elemento imprescindible para el desarrollo del proyecto y por lo que al estar inmersos en las diferentes actividades es necesario que sean involucrados en la implementación y cumplimiento del **Plan de Manejo Ambiental (PMA)** a través de la realización de buenas prácticas ambientales, contando con el apoyo del **responsable técnico ambiental** y los responsables del proyecto.

Por lo anterior, como forma complementaria a los programas ambientales que componen al **PMA**, se propone realizar una capacitación ambiental que tiene como finalidad sensibilizar al personal sobre la importancia de las buenas prácticas ambientales del proyecto para proteger a los componentes bióticos y abióticos del área del proyecto.

Las actividades de capacitación serán diseñadas de manera **mensual** y considerará capacitaciones y material impreso en el área del proyecto. Las capacitaciones serán de dos tipos:

- **Inducción:** es el tipo de capacitación que se le dará al personal cuando son contratados para el proyecto y aún no inician actividades directamente en el área. En esta capacitación, el **responsable técnico ambiental** brindará información general sobre las características ambientales del área del proyecto, el **Plan de Manejo Ambiental** y las buenas prácticas ambientales que se implementarán durante el desarrollo del proyecto.
- **Reforzamiento:** será una capacitación que se brinde de manera semanal al personal en sus respectivos frentes de trabajo, previo al iniciar la jornada laboral, y tendrá como finalidad que el **responsable técnico ambiental** reafirme las buenas prácticas ambientales que se deben implementar durante el desarrollo de las actividades como es la prevención y control de fugas y derrames de hidrocarburos, identificación y separación de residuos, protección de flora y fauna.

Por su parte el material impreso será con lonas y/o carteles con información ambiental preventiva y prohibitiva, colocados en puntos clave dentro del área del proyecto.

## VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo

### VII.4.1. Consideración previa

En el apartado se presenta la estimación de los costos de restitución del sitio, con base en las existencias y densidades actuales de vegetación y fauna que fueron registradas durante el muestreo en campo en el área del proyecto; por lo que las medidas que se exponen corresponden solamente a un supuesto **en función de lo que costaría llevar al ecosistema propuesto para afectación a una condición similar a la que presentaba antes de la remoción de la cobertura vegetal**, y no guardan relación con los programas propuestos.

De igual manera, se hace la aclaración de que los costos utilizados son los de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para cada uno de los conceptos (Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 31 de julio de 2014), ya que representan la mejor alternativa de suposición para llegar a determinar el costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo propuesto.

### VII.4.2. Desarrollo

La restauración de las áreas forestales va encaminada principalmente a restablecer las condiciones naturales de un sitio, que eviten la pérdida del suelo y mejore la cobertura vegetal, con la consecuente regulación de los escurrimientos superficiales y la función retenedora del agua, por lo que los cálculos aquí expresados se basan en la posibilidad de promover el establecimiento de plántulas que, con las precauciones consideradas recuperarían eventualmente el paisaje original. Los costos relacionados con la pérdida de la diversidad genética, los bienes y servicios que presta el ecosistema, tales como la limpieza del aire, la liberación de oxígeno y la captura de dióxido de carbono, entre otros, no han sido considerados.

En resumen, dada la diversidad de los costos asociados a las prácticas de restauración, a continuación, se enlistan de manera general las principales obras y actividades que influyeron en dicho proceso:

- Evaluación preliminar (selección del sitio).
- Selección de las especies para la revegetación y para rescate y reubicación de individuos de flora.

- Preparación del terreno.
- Replantación.
- Asesoría técnica.

#### VII.4.2.1 Evaluación preliminar (selección del sitio).

La variación en las condiciones de deterioro del ecosistema que se pretende restaurar conlleva a una serie de diferentes prácticas que podrían adoptarse, motivo por el cual resulta indispensable la realización de un dictamen preliminar para determinar la metodología más adecuada para cada sitio. Dicha evaluación incluye la visita por un experto en la materia al área de estudio, quien determina en un Informe técnico la vía de rehabilitación a seguir. Es responsabilidad del evaluador georreferenciar el área exacta a rehabilitar y proponer las especies vegetales a utilizar para la revegetación.

En este sentido, la revegetación se deberá realizar de forma planeada, considerando que la carretera deberá mantener la máxima visibilidad para evitar accidentes viales. La zona donde se realiza la revegetación debe presentar los requerimientos adecuados para facilitar el crecimiento y desarrollo de las especies herbáceas. Así mismo, se debe de disponer de agua para aplicar riesgos eventuales durante los primeros cinco años para lograr un mayor índice de sobrevivencia de la cobertura de herbáceas; la cual debe aplicarse durante la época de seca.

Tabla VII-18. Costo previsto para la evaluación preliminar del área.

Concepto	Costo (\$)
Participación del experto en la materia	30,000.00
Viáticos y materiales	10,000.00
<b>Subtotal</b>	<b>40,000.00</b>

#### VII.4.2.2 Selección de las especies de flora y fauna del área del proyecto

La combinación de las condiciones del suelo, los factores climáticos y los agentes bióticos que prevalecen en el área constituyen los factores del sitio que se consideraron para asegurar exitosamente la restauración; motivo por el cual se opta por la utilización de especies nativas de la región y especies de fauna observadas, las cuales se encuentran bien adaptadas al área de estudio.

Para el caso de la estimación, se utilizaron todas las especies de flora y fauna registradas en el área del proyecto en los diferentes tipos de vegetación; se reitera que el listado corresponden solamente a un supuesto **en función de lo que costaría llevar al ecosistema propuesto para afectación a una condición similar a la que presentaba antes de la remoción de la cobertura vegetal.**

#### VII.4.2.3 Adquisición y características de las especies de herbáceas a utilizar en la revegetación

Se acudirá a viveros autorizados en la región, ya que en estos lugares es factible la adquisición de semillas de herbáceas en cantidad y tipo, contando con las instalaciones requeridas y el personal técnico necesario para su aseguramiento.

Se señala que en el rubro de plántulas adquiridas en vivero, se consideró como regla general aumentar un 15% de la cantidad necesaria, debido a la pérdida de los ejemplares durante el transporte al sitio y su establecimiento en las primeras etapas de desarrollo, cuando se muere el mayor número de ejemplares por el maltrato y estrés al que son sometidos.

Ejemplo de lo que costarían las plántulas del tipo de vegetación presente se muestran en la siguiente tabla.

Es importante mencionar que acorde a lo establecido en la LGDFS el CUSTF del proyecto será compensado mediante el pago al Fondo Forestal, quien lo aplicará para obras y actividades de restauración de suelos, reforestación, protección y mantenimiento entre otros.

Una estimación de lo que tendría que destinar la CONAFOR, del pago que la promovente haga al Fondo Forestal Mexicano, a la compra de plántulas se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VII-19. Valoración total de plántulas estimadas que serían utilizadas en la restauración.

Selva Baja Caducifolia	Bosque Pino-Encino	Bosque Encino-Pino	TOTAL
1,102,873.42	517,544.16	75,835.27	\$ 1'696,252.85

#### VII.4.2.4 Integración de fauna a la restauración del sitio

En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o sustitutos que se comercializan, como se verá posteriormente en la siguiente agrupación de las especies de fauna. Para la valoración de los recursos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existen mercados, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos. Los métodos de medición del valor económico se pueden agrupar de acuerdo con el tipo de mercado que se utiliza para su cálculo: a partir de un mercado real, un mercado sustituto o un mercado simulado.

Tabla VII-20. Valoración de reptiles.

Reptiles					
Especie	Nombre científico	Núm. Individuos muestreados	Ind / especie en 10.9257 ha	Costo	
				Unitario (\$)	Total (\$)
Abaniquillo adornado de chiapas	<i>Anolis anisolepis</i>	3	9	350.00	3,277.71
Abaniquillo sedoso	<i>Anolis sericeus</i>	1	3	80.00	249.73
Anolis de bosque de niebla	<i>Anolis unilobatus</i>	2	6	80.00	499.46
Huico gigante	<i>Aspidoscelis motaguae</i>	2	6	90.00	561.89
Iguana de cola espinosa del noreste	<i>Ctenosaura acanthura</i>	1	3	500.00	1,560.81
Culebra ojo de gato bandada	<i>Leptodeira annulata</i>	1	3	1000.00	3,121.63
Lagartija espinosa chiapaneca	<i>Sceloporus carinatus</i>	1	3	100.00	312.16
Lagartija espinosa esmeralda chiapaneca	<i>Sceloporus taeniocnemis</i>	2	6	90.00	561.89
Lagartija espinosa vientre rosado	<i>Sceloporus variabilis</i>	4	12	80.00	998.92
Culebra listonada amarillenta	<i>Thamnophis fulvus</i>	1	3	150.00	468.24
Total		18	56	--	11,612.46

Tabla VII-21. Valoración de mamíferos.

Mamíferos					
Especie	Nombre científico	Núm. Individuos muestreados	Ind / especie en 10.9257 ha	Costo	
				Unitario (\$)	Total (\$)
Tlacuache sureño	<i>Didelphis marsupialis</i>	2	3	200.00	582.70

Mamíferos					
Especie	Nombre científico	Núm. Individuos muestreados	Ind / especie en 10.9257 ha	Costo	
				Unitario (\$)	Total (\$)
Coatí	<i>Nasua narica</i>	1	1	300.00	437.03
Ardilla vientre rojo	<i>Sciurus aureogaster</i>	3	4	200.00	874.06
Conejo serrano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	1	1	100.00	145.68
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>10</b>	<b>--</b>	<b>2,039.46</b>

Tabla VII-22. Valoración de las aves.

Aves					
Especie	Nombre científico	Núm. Individuos muestreados	Ind / especie en 10.9257 ha	Costo	
				Unitario (\$)	Total (\$)
Tordo sargento	<i>Agelaius phoeniceus</i>	9	13	100.00	1,311.08
Colibrí garganta rubí	<i>Archilochus colubris</i>	1	1	150.00	218.51
Rascador oliváceo	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	2	3	80.00	233.08
Momoto garganta azul	<i>Aspatha gularis</i>	2	3	300.00	874.06
Chipe gorra canela	<i>Basileuterus rufifrons</i>	2	3	90.00	262.22
Garza ganadera	<i>Bubulcus ibis</i>	3	4	100.00	437.03
Aguililla cola corta	<i>Buteo brachyurus</i>	1	1	200.00	291.35
Aguililla negra menor	<i>Buteogallus anthracinus</i>	1	1	800.00	1,165.41
Matraca tropical	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	2	3	80.00	233.08
Chipe corona negra	<i>Cardellina pusilla</i>	2	3	70.00	203.95
Zopilote aura	<i>Cathartes aura</i>	7	10	180.00	1,835.52
Zorzal cola canela	<i>Catharus guttatus</i>	1	1	60.00	87.41
Saltapared barranqueño	<i>Catherpes mexicanus</i>	2	3	80.00	233.08
Tortolita cola larga	<i>Columbina inca</i>	3	4	90.00	393.33
Tortolita canela	<i>Columbina talpacoti</i>	2	3	80.00	233.08
Zopilote común	<i>Coragyps atratus</i>	4	6	150.00	874.06
Garrapatero pijuy	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	2	3	90.00	262.22
Chara copetona	<i>Cyanocitta stelleri</i>	2	3	100.00	291.35
Papamoscas vientre amarillo	<i>Empidonax flaviventris</i>	1	1	90.00	131.11
Halcón murcielaguero	<i>Falco ruficularis</i>	1	1	400.00	582.70
Mascarita común	<i>Geothlypis trichas</i>	3	4	80.00	349.62
Pinzón mexicano	<i>Haemorhous mexicanus</i>	6	9	70.00	611.84
Halcón guaco	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	1	1	300.00	437.03
Golondrina tijereta	<i>Hirundo rustica</i>	12	17	80.00	1,398.49
Calandria de Wagler	<i>Icterus wagleri</i>	2	3	90.00	262.22
Paloma arroyera	<i>Leptotila verreauxi</i>	1	1	80.00	116.54
Carpintero cheje	<i>Melanerpes aurifrons</i>	2	3	110.00	320.49

Aves					
Especie	Nombre científico	Núm. Individuos muestreados	Ind / especie en 10.9257 ha	Costo	
				Unitario (\$)	Total (\$)
Carpintero bellotero	<i>Melanerpes formicivorus</i>	2	3	90.00	262.22
Centzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	3	4	80.00	349.62
Pavito alas negras	<i>Myioborus miniatus</i>	1	1	80.00	116.54
Chipe cejas blancas	<i>Oreothlypis superciliosa</i>	2	3	80.00	233.08
Picogordo azul	<i>Passerina caerulea</i>	1	1	90.00	131.11
Sastrecillo	<i>Psaltriparus minimus</i>	2	3	70.00	203.95
Papamoscas cardenalito	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2	3	100.00	291.35
Zanate mayor	<i>Quiscalus mexicanus</i>	4	6	80.00	466.16
Papamoscas negro	<i>Sayornis nigricans</i>	1	1	80.00	116.54
Chipe de Townsend	<i>Setophaga townsendi</i>	2	3	75.00	218.51
Semillero de collar	<i>Sporophila torqueola</i>	1	1	70.00	101.97
Golondrina alas aserradas	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	11	16	80.00	1,281.95
Saltapared común	<i>Troglodytes aedon</i>	2	3	50.00	145.68
Mirlo cuello canela	<i>Turdus rufitorques</i>	3	4	60.00	262.22
Tirano pirirí	<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	3	70.00	203.95
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	7	10	70.00	713.81
Gorrión chingolo	<i>Zonotrichia capensis</i>	3	4	80.00	349.62
<b>Total</b>		<b>126</b>	<b>184</b>	<b>--</b>	<b>19,098.12</b>

Tabla VII-23. Resumen de valoración de fauna por clase.

Total	Reptiles	Mamíferos	Aves	Costo Total
	11,612.46	2,039.46	19,098.12	<b>\$ 32,750.04</b>

#### VII.4.2.5 Preparación del terreno

Para los ecosistemas de tipo tropical (Selva Baja Caducifolia), las actividades de conservación y restauración se orientan a la disminución de escurrimientos y pérdida de suelo, así como la incorporación de especies que en conjunto promuevan la sucesión ecológica, por lo que ejemplos de obras de restauración (aplicables por el Fondo Forestal Mexicano mediante el pago de compensación por el CUSTF) son las terrazas de muro vivo y terrazas individuales como auxilio, evitando la pérdida de suelo y promoviendo la disminución de escurrimientos en sitios con pendientes, llevando a cabo su respectivo mantenimiento y las actividades de protección.



Como ejemplo de lo que invertiría el Fondo Forestal Mexicano la siguiente tabla muestra los costos estimados para la preparación del terreno (incluyendo obras de restauración y su mantenimiento), considerando costos unitarios y por hectárea para los ecosistemas de tipo tropical, citado en la publicación de la CONAFOR en el Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014 anteriormente referida.

Tabla VII-24. Costos estimados para obras de restauración de suelos en la Selva Baja Caducifolia.

Ecosistema	Obra	Unidad de medida	Costo Unitario (\$)	Cantidad de obra (para las 4.5818 ha)	Total (\$)
Tropical (obras de restauración)	Terrazas de muro vivo	Mts lineales	2.45	5,077 mts	12,438.65
Tropical (obras de restauración)	Terrazas individuales	Pieza	6.41	2,541 piezas	16,287.81
Tropical (obras de restauración)	Mantenimiento (Deshierbe)	Hectárea	4,046.48	6.0945 ha	24,661.27
Tropical (obras de restauración)	Protección (Cercado)	Hectárea	1,309.69	6.0945 ha	7,981.91
Suma					<b>61,369.64</b>

En cuanto a los costos directos requeridos para la preparación del terreno, considerando el costo por hectárea para los ecosistemas de tipo templado frío, citado en la publicación de la CONAFOR en el Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014 anteriormente referida, se tiene ejemplo en la siguiente tabla.

Tabla VII-25. REjemplo de costos estimados para obras de restauración de suelos de **Bosque Pino-Encino** y **Bosque Encino-Pino**.

Obra	Costo Unitario (\$)	Unidad de medida	Superficie (ha)	Total (\$)
Zanja bordo a nivel	14.83	Mts lineales	3,186	47,248.38
Terrazas individuales	6.41	Pieza	4,248	27,229.68
Mantenimiento	2,239.60	Hectárea	4.8272	10,810.99
Protección	1,309.69	Hectárea	4.8272	6,322.14
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 91,611.19</b>

Tabla VII-26. Concentrado de costos estimados en cada tipo de vegetación para obras de restauración de suelos.

Ecosistema	Total (\$)
Tropical (Selva Baja Caducifolia)	61,369.64
Templado frío (Bosque Pino-Encino y Bosque Encino-Pino)	91,611.19
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 152,980.83</b>

#### VII.4.2.6 Diseño de la plantación de individuos rescatados

Un apropiado espaciamiento de la plantación no proporciona únicamente buenas condiciones para desarrollar las labores complementarias, tales como el replanteo en el caso de que se tenga una baja sobrevivencia, riegos eventuales durante la época de secas y el control de plagas y enfermedades, entre otros, sino que optimiza también la capacidad productiva del terreno. Para la estimación, se contempla que el método utilizado para la plantación en las superficies de afectación será de un cuadrado con espaciamiento aproximado de tres por tres metros.

#### VII.4.2.7 Plantación de individuos rescatados

En la estimación se considera que esta actividad será realizada de manera manual, evitando que la planta permanezca fuera del terreno por un periodo prolongado de tiempo para evitar su deshidratación, eliminando de manera previa aquellos individuos que presentaron algún daño durante su transporte. Al momento de la excavación de las cepas se consideran los siguientes principios:

- Excavación de cepas lo suficientemente profundas para dar espacio a las plantas, a fin de que no se doble la raíz.
- Extensión de las raíces en su posición normal.
- Cubrir las cepas con suelo proveniente de la misma zona de restauración.
- Apretar vigorosamente el suelo para prevenir la aparición de bolsas de aire.

El método es el denominado de cepa común, el cual consiste en abrir un agujero en el suelo de 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 40 cm de profundidad con una pala. Posteriormente, con la misma tierra extraída de la cepa formar un colchón de 10 a 15 cm de grosor en la base de esta (de manera que la planta quede asentada en tierra blanda) y se coloque la planta (con cepellón o a raíz desnuda) en posición vertical. Las cepas se rellenan depositando primero la tierra superficial y después la que se extrajo a mayor profundidad, procurando dejar un ligero declive de la orilla de la cepa al individuo (cajeteo); apisonando consecuentemente la tierra para evitar la formación de bolsas de aire que pudieran estar en contacto con la raíz.

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo que de acuerdo a CONAFOR (DOF del 31 de Julio de 2014) costaría una plantación, considerando el costo por hectárea y tipo de ecosistema.

Tabla VII-27. Costos requeridos para la fase de plantación.

Ecosistema	Costo Unitario (\$)	Superficie (ha)	Total (\$)
Tropical	2,618.75	6.0945	\$ 15,959.97
Templado frío	4,697.00	4.8312	\$ 22,692.15
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 38,652.12</b>

#### VII.4.2.8 Época de plantación.

Para la plantación, es recomendable esperar a que se presenten algunas lluvias antes de iniciar la reubicación y plantación de cobertura herbácea e individuos rescatados para que el suelo mantenga la humedad apropiada. De la misma manera, no es recomendable realizar la plantación cuando ya se encuentren bien establecidos los eventos de precipitación pluvial, ya que estos dificultan el desarrollo de la actividad tanto de colocación de la planta como de la apertura de la cepa.

#### VII.4.2.9 Replantación.

En ciertas ocasiones, la plantación no tienen el éxito esperado debido a la influencia de diferentes factores que intervienen en el proceso, tales como el vigor de las plantas, las características físicas del sitio, los cuidados requeridos durante la fase de plantación, la época y/o condiciones atmosféricas, etc.; por lo que se debe de contar con una alternativa si alguno de esos factores se presenta o se constituye como deficiente para lograr los objetivos de la restauración planteada.

Por tal motivo, se considera que si transcurrido un año de la plantación de los individuos rescatados, se estima una sobrevivencia menor al 85%, se recurrirá a la actividad de replanteo para la sustitución de aquellos individuos que no lograrán establecerse en el terreno.

Ello implica un costo que, de acuerdo a la CONAFOR (DOF 31 de julio de 2014) sería el que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VII-28. Ejemplo de costos requeridos para la fase de replantación.

Ecosistema	Costo Unitario (\$)	Superficie (ha)	Total (\$)
Tropical	5,093.98	6.0945	\$ 31,045.26
Templado frío	5,599.00	4.8312	\$ 27,049.88
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 58,095.14</b>

#### VII.4.2.10 Asistencia técnica.

El personal que labore en estas actividades debe recibir asesoría y capacitación sobre las actividades de restauración, por lo que la siguiente tabla es un ejemplo de los costos que implicaría este concepto, considerando un costo unitario de \$1,673.30 por hectárea citado por la CONAFOR en la publicación del Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014.

Tabla VII-29. Costos requeridos para la asistencia técnica durante la restauración.

Ecosistema	Costo Unitario (\$)	Superficie (ha)	Total (\$)
Tropical	1,673.30	6.0945	\$ 10,197.93
Templado frío		4.8312	\$ 8,084.05
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 18,281.98</b>

#### VII.4.3. Costo total estimado de las actividades de restauración por el cambio de uso de suelo propuesto.

La Tabla siguiente resume los conceptos mencionados anteriormente a manera de ejemplo para restauración del área de cambio de uso de suelo (10.9257 ha [**SBC** 6.0945 ha, **BPQ** 4.1440 ha y **BQP** 0.6872 ha]).

Tabla VII-30. Estimación de los costos de las actividades de restauración para la superficie de cambio de uso de suelo.

Concepto	Costo total (\$)	Vigencia 5 años (\$)
Evaluación preliminar.	40,000.00	--
Adquisición de planta.	1'696,252.85	--
Integración de fauna.	32,750.04	--
Preparación del terreno.	152,980.83	--
Plantación.	38,652.12	--
Replantación.	58,095.14	--
Asesoría técnica	18,281.98	91,409.90
<b>Total</b>	<b>\$ 2'037,012.96</b>	<b>\$ 91,409.90</b>

Lo anterior es una referencia, dado que el artículo 98 de la LGDFS indica que

*Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que **realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.***

En tal sentido, se realizará el pago correspondiente que establezca la autoridad para que a través del Fondo Forestal Mexicano se promueva la restauración de los ecosistemas forestales, como lo señalan los Artículos 139 y 140 de la LGDFS:

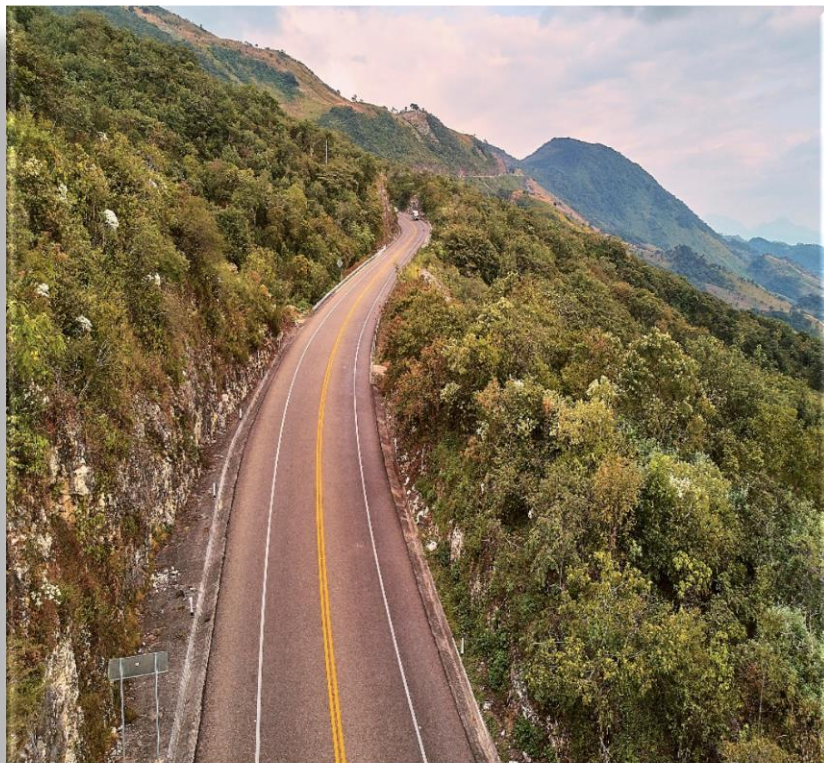
*Artículo 139. **El Fondo Forestal Mexicano será el instrumento para promover la conservación, incremento, aprovechamiento sustentable y restauración de los recursos forestales y sus recursos asociados, facilitando el acceso a los servicios financieros en el mercado, impulsando proyectos que contribuyan a la integración y competitividad de la cadena productiva y desarrollando los mecanismos de cobro y pago de bienes y servicios ambientales. Para garantizar un manejo más eficiente de los recursos del Fondo, se podrán utilizar los servicios de la banca privada.***

*Artículo 140. "...*

*Los recursos que el Fondo Forestal Mexicano obtenga por el cobro de bienes y servicios ambientales se entregarán directamente a los proveedores de dichos servicios y una parte se destinará a cubrir los costos de esta operación. **Los recursos obtenidos por concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento podrán también ser utilizados para la protección de los recursos forestales.***

# CAPÍTULO VIII

## *PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.*



## I. Contenido

<b>VIII. Pronóstico ambiental y, en su caso evaluación de alternativas .....</b>	<b>3</b>
<b>VIII.1. Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>VIII.2. Proyecto y medidas de mitigación .....</b>	<b>5</b>
<b>VIII.3. Escenarios.....</b>	<b>6</b>
VIII.3.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	8
VIII.3.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	10
VIII.3.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación .....	12
<b>VIII.4. Pronostico ambiental.....</b>	<b>14</b>

### Índice de tablas

Tabla VIII. 1. Escenarios de erosión hídrica para los tres tramos.....	18
Tabla VIII. 2. Escenarios de Erosión eólica para los tres tramos. ....	18
Tabla VIII. 3. Escenario de infiltración para los tres tramos.....	19

### Índice de figuras

Fig. VIII. 1. Explicación de los tres escenarios usados para sustentar los cambios que puede ocasionar el desplante del proyecto.....	4
Fig. VIII. 2. Estado actual y esperado del tránsito en la carretera sin la aplicación del proyecto .....	14
Fig. VIII. 3 Proporciones de vegetación presentes en el SAR .....	15
Fig. VIII. 4. Proporción de vegetaciones presentes en el área del proyecto. ....	15
Fig. VIII. 5. Tendencia del paisaje desde la carretera en el escenario sin proyecto y con proyecto .....	16
Fig. VIII. 6. Vista actual y vista esperada una vez implementada la reubicación de individuos rescatados y la revegetación con herbáceas en una de las zonas propuestas para tal fin.....	16
Fig. VIII. 7. Escenario actual de la carretera, y escenarios previstos de la construcción y del funcionamiento final una vez implementado el proyecto.....	17
Fig. VIII. 8. Condiciones actuales de tránsito en la carretera, escenario esperado de la construcción realizando las medidas de mitigación y escenario esperado una vez implementado el proyecto.....	17

## **VIII. Pronóstico ambiental y, en su caso evaluación de alternativas.**

### **VIII.1. Introducción**

En las últimas décadas ha venido creciendo el interés por evaluar los beneficios que genera la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad; sin embargo, se ha puesto en tela de juicio la presión que se ejerce sobre ellos a través del desarrollo económico y la conservación del medio ambiente.

Debido a la relevancia que reviste la planificación de escenarios y la marcada difusión de los mismos en los últimos años como herramienta estratégica para analizar el entorno y, por ende, reducir la incertidumbre, se ha hecho necesaria la realización de pronósticos ambientales dónde se emplea la realización de escenarios, que son posibles proyecciones de alternativas que describen situaciones hipotéticas futuras alertando de posibles efectos que pueden causar afectaciones, teniendo por objetivo examinar la evolución de los conflictos ambientales, a partir de la previsión de las variables naturales, sociales y económicas, por medio de herramientas que permiten estimar el comportamiento futuro de los ecosistemas, simplificando el estudio de los factores que intervienen, por medio de predicciones de los efectos posibles al alterar alguno de ellos, para así poder extrapolar el conocimiento y entendimiento del pasado, presente y futuro, basándonos en relaciones definidas entre variables predictivas y variables de respuesta.

Para la elección de variables relevantes, se deberán identificar aquellas que se consideren de mayor influencia o incidencia dentro del estudio, así como realizar la selección adecuada de los factores que pueden influir en el estudio prospectivo de los escenarios. Estas variables están en función de la naturaleza del proyecto (obras y actividades), así como de la presencia y estado de conservación de los componentes ambientales que estarán sujetos a la influencia del mismo.

Con el fin de prever los cambios que el desarrollo del proyecto puede provocar, se considera al Sistema Ambiental Regional como un conjunto complejo de subsistemas y elementos con los que se pretende describir el escenario esperado para el sitio donde se localizará el proyecto con diferentes condiciones o circunstancias, considerando las medidas de mitigación propuestas o la ausencia de ellas y como se influye en la evolución del entorno. Los pronósticos se fundamentan en los impactos ambientales detectados y en la aplicación de las medidas de mitigación, tomando como punto de partida el análisis



de las condiciones presentes y las tendencias de cambio observadas y las esperadas después de la inserción del proyecto. Los pronósticos ambientales se realizan tomando en cuenta el área del proyecto y el SAR, y describirán tres escenarios principales que son el escenario sin proyecto, el escenario con proyecto pero sin medidas de mitigación y el escenario con proyecto considerando las medidas de prevención y mitigación que se refiere a lo que se explica en la siguiente tabla:

Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sin proyecto</b></li> <li>• Se refiere al estado original y su tendencia.</li> <li>• Considera las condiciones naturales del área y los impactos que ha sufrido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Con proyecto y sin medidas de mitigación</b></li> <li>• Considera la dinámica natural y socioeconómica actual.</li> <li>• Suma las actividades, elementos e impactos que se puedan generar la preparación, construcción y operación del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Con proyecto y con medidas de mtigación</b></li> <li>• Usa la dinámica natural y socioeconómica actual.</li> <li>• Toma en cuenta las actividades, elementos e impactos que puede generar el proyecto.</li> <li>• Incorpora las medidas de mitigación propuestas.</li> </ul>

Fig. VIII. 1. Explicación de los tres escenarios usados para sustentar los cambios que puede ocasionar el desplante del proyecto

Es importante mencionar que la proyección de un escenario es considerada como una metodología mediante la cual se obtiene la descripción provisoria, coherente y exploratoria de un futuro probable. En este punto es necesario tomar como partida el estado del medio ambiente y su evolución, el cual depende de la dinámica propia de los sistemas ambientales y de las influencias que estos reciben, tanto las que son atribuibles a las actividades humanas como las ocasionadas por otros tipos de cambios.

Para poder plantear los escenarios, es necesario realizar una comparación de las condiciones ambientales iniciales del área donde se pretende desarrollar el proyecto, misma que fue descrita en el capítulo IV del presente DTU, con las condiciones que se esperan generar como consecuencia de la implementación del proyecto. Aunado a lo anterior, se deben tener plenamente identificados los impactos ambientales que ocasionará el desarrollo del proyecto en el área en donde se pretende implementar (los cuales se exponen a detalle en el capítulo V del presente DTU), así como considerar los programas y acciones de prevención, mitigación y/o compensación que darán atención a

dichos impactos ambientales (descritos en el capítulo VII de este DTU). Finalmente se debe tener especial cuidado en que los resultados de un escenario posterior de una acción, se considere un escenario coherente y acorde a las implicaciones que puede ocasionar la implementación del proyecto.

### **VIII.2. Proyecto y medidas de mitigación**

Como ya se ha mencionado, el proyecto plantea la incorporación de un tercer carril en tres tramos de la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas, la cual es una carretera de tipo A2 y cuenta con dos carriles (uno para cada sentido) y su longitud total es de 46.5 km. Si bien esta vía ha beneficiado a las localidades de la zona ya que las enlaza con la capital del estado, es la misma causa que la ha convertido en una vía altamente transitada, por lo que este proyecto propone la ampliación de esta vía a un tercer carril en las zonas con mayor conflicto, así como la modernización de rampas de frenado emergente, con la finalidad de que esta siga siendo una alternativa viable para los usuarios y que se mantengan las medidas de seguridad pertinentes.

La ampliación de la carretera se realizará en tres tramos que en total sumarán una longitud de 29.36 km, y un área de 40.324 ha, desarrollándose las obras sobre el derecho de vía que tiene un ancho de 60m. El tramo 1 tendrá una longitud de 14.87 km, el tramo 2 será de 11.02 km ambos desplantados al lado derecho de la vía, mientras que el tramo 3 tendrá una longitud de 3.47 km al lado izquierdo. A estas se le suma un entronque (5.44 ha) y tres rampas que ocuparán en total 1.03 ha (0.41, 0.31 y 0.31 ha respectivamente). Dando un área de ocupación total de 53.268 ha.

Es importante mencionar que la incorporación del tercer carril conlleva necesariamente a la ampliación de cuatro puentes, siete Pasos Inferiores Vehiculares (PIV), la modernización del entronque San Cristóbal y las tres rampas existentes.

Para la construcción del proyecto se prevé como vía de acceso la misma carretera, y se calcula una inversión total de \$900'000,000.00 M.N, contemplándose una vida útil de 65 años, pudiendo alargarse de acuerdo a las medidas de mantenimiento que se implementen.

Dentro de las medidas de mitigación, se proponen cuatro programas y dos medidas. Entre ellos se encuentran:

- **Programa de Manejo de Residuos**, con el cual se tratará de recuperar un porcentaje de los residuos valorizables generados por el proyecto, disponiendo el resto en centros de reciclaje, logrando esto por medio de la identificación, separación, almacenamiento, valorización y disposición final de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.
- **Programa de Conservación de Suelo y Agua**, prevé actividades de recuperación y reincorporación de la capa orgánica del suelo y reincorporación de material vegetal generado por el desmonte y el despalme, delimitación de las áreas de trabajo y accesos, instalación y mantenimiento de sanitarios portátiles, estabilización de taludes, terraplenes y el derecho de vía con revegetación de herbáceas nativas y la prevención y manejo de fugas y derrames hidráulicos.
- **Programa de Manejo de Fauna**, incluirá las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
- **Programa de Manejo de Flora**, con el cual se realizará el rescate de especies con interés ecológico, económico y/o cultural, o que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como la revegetación en taludes y DDV, áreas susceptibles que no implique daño a la carretera o riesgos de accidentes.
- **Medidas de protección de la calidad del aire**, que implementarán riegos con agua tratada en los frentes de trabajo y durante el movimiento de tierras y agregados, además cuidará que se realice el transporte de materiales agregados y suelos en camiones cubiertos con lona en las cajas, y que la maquinaria y equipo cuenten con por lo menos un mantenimiento preventivo anual.
- **Capacitación ambiental** que será integrada por la capacitación del personal e instalación de lonas para promover el desarrollo de las actividades, protegiendo los componentes bióticos y abióticos en el área del proyecto y sus inmediaciones.

### VIII.3. Escenarios

Para la proyección de los escenarios partimos de una línea base, fundamentada en el diagnóstico ambiental formado en el capítulo IV del presente DTU.

En la actualidad, a lo largo de todo el proyecto se encuentra la carretera que une la ciudad capital del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez con uno de los municipios más turísticos del Estado, San Cristóbal de las Casas, contando con un tránsito diario promedio anual

(TDPA) de 11,628 automóviles, y al ser una carretera de dos carriles (ida y vuelta) en momentos de mucho tránsito o accidentes se llegan a crear embotellamientos.

El SAR para este proyecto se ha establecido entre las latitudes que oscilan de los 501 a 750 msnm, hasta los 2,251 a 2,500 msnm, aumentando hacia el noreste de la cuenca donde se presenta la Sierra de Chiapas. Las pendientes van desde planicies (de 0° a 5°), pendientes medias (de 15° a 35°), hasta abruptas (más de 35°). Los suelos que conforman esta zona son de tipo Alisol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Regosol y Vertisol, y de acuerdo con CONAGUA (2015), el proceso de recarga en las serranías ocurre a través de las fallas y fracturas, así como en los piedemontes.

En cuanto a usos de suelo y tipos de vegetación se han reportado Bosque de Pino-Encino (1.62%), Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino (0.63%), Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino (1.46%), Bosque de Encino (0.62%), Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (7.38%), Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino (3.11%), Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino-Pino (15.14%), Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia (3.41%), Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (6.72%), Pastizal Cultivado (6.42%), Pastizal Inducido (3.86%), Cuerpos de agua (0.18%), Agricultura (46.23%) y Urbano construido (3.22%).

Las especies de flora encontradas en el **SAR**, son para la Selva Baja Caducifolia 72 especies, 56 en el Bosque de Pino-Encino y 32 en el Bosque de Encino-Pino. En el total de 160 especies registradas cuatro se encuentran en una categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (dos amenazadas y dos sujetas a protección especial). Por su lado, la fauna se compone por 74 especies, de las cuales 15 son reptiles, seis mamíferos y 53 aves; como especies en riesgo se ubicaron 11 especies según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otro lado, para la superficie del proyecto se encontraron pendientes que van del 5% a más del 60%, incidiendo el proyecto en 58 corrientes superficiales, de las cuales dos son ríos perenes y el resto son corrientes intermitentes, pero estas corrientes fueron consideradas desde inicio de la carretera existente y se mantienen los escurrimientos y flujos de agua. Además en la zona se registraron suelos de tipo Gleysol, Leptosol y Luvisol, relacionados a usos de suelo y vegetación tipo Selva Baja Caducifolia (18.09%), Bosque de

Encino-Pino (2.04%), Bosque de Pino-Encino (12.3) y Sin Vegetación Aparente (67.57%). En cuanto a las pendientes en el proyecto, son mayores al 20% de inclinación, por lo que corresponden a laderas de escurrimiento rápido donde casi toda el agua escurre por lo que en esta zona se dan más procesos hidrológicos de escurrimiento que de infiltración. En cuanto a la diversidad vegetal del área del proyecto, se registraron diversidades de 54 especies para la Selva Baja Caducifolia, 40 para el Bosque de Pino-Encino y 22 en el Bosque de Encino-Pino. De las 116 especies registradas solo dos se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-2010 (una amenazada y la otra en protección especial). Mientras que para la fauna, se registró un total de 58 especies (10 reptiles, cuatro mamíferos y 44 aves), de las cuales cinco están registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La concentración-dispersión de la población en el Estado de Chiapas es un factor relevante en el grado de desarrollo y/o marginación de las localidades, donde las ciudades tienen un papel fundamental en el crecimiento demográfico y económico, mientras que las localidades dispersas viven situaciones de aislamiento y precariedad, en parte causada por la accidentada topografía que dificulta el acceso de los servicios e infraestructura para el desarrollo.

### **VIII.3.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.**

Como ya se mencionó la carretera Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal de las Casas en la actualidad está altamente transitada y constantemente se observan retrasos en la circulación y accidentes, situaciones que aumentan la emisión de gases de efecto invernadero por parte los autos que la transitan. Esta carretera además presenta un alto flujo de turistas, debido a que conecta el aeropuerto más importante del estado con uno de los municipios más turísticos de Chiapas, por lo que en este aspecto se espera que en unos años aumente el número de autos que la transitan, causando un aumento en el tiempo que tomará el desplazamiento de un punto a otro, así como los accidentes y los congestionamientos viales, lo que tendrá como efecto una mayor emisión de gases de efecto invernadero.

Con respecto a los cuerpos de agua, el trazo actual de la carretera incide sobre varios escurrimientos superficiales, sin embargo estos no son afectados ni modificados por dicha construcción, ya que la carretera existente cuenta con obras de drenaje para cada uno de los escurrimientos, mismas que se mantendrán con el proyecto.

Como ya se mencionó en el SAR se tiene suelos de tipo Alisol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Regosol y Vertisol, siendo los tipos Gleysol, Leptosol y Luvisol sobre los que se desarrollará el proyecto. Estos suelos presentan degradación en diversas magnitudes, siendo nulo hacia el Noreste, ligero hacia el Oeste, moderado hacia el Centro y el Este, fuerte en el Centro y Sur y extremo en las áreas donde existen los asentamientos humanos, representados principalmente por Tuxtla Gutiérrez y San Cristóbal de las Casas. Dichas afectaciones se deben en parte por degradación química, declinación de la fertilidad y reducción de la materia orgánica y en menor superficie por degradación física como la pérdida de la función productiva causada por deforestación y remoción de la vegetación, actividades agrícolas y sobre explotación de la vegetación para uso doméstico y urbanización.

Si bien se ha encontrado que el área del proyecto presenta degradación tanto física como química, también se calcularon las tasas de erosión tanto hídrica como eólica para dicha área en las condiciones que se encuentra actualmente. En este aspecto se ha encontrado que existe acción mayor por parte de la erosión hídrica que por la eólica.

Para la erosión hídrica se tienen tasas de 1,149.69 ton/año en el tramo 1 que tiene una superficie de 6.73 ha, para el tramo dos es de 380.21 ton/año en una superficie de 2.54 ha y finalmente para el tramo 3 es de 321.01 ton/año en una superficie de 1.66 ha, dando un total de 1,850.91 ton/año para el área total del proyecto (10.93 ha), lo que equivale a una erosión promedio de 169.408 ton/ha/año, encontrándose dentro de una categoría de erosión hídrica alta.

En cuanto a la erosión eólica es necesario entender que las áreas propuestas para el proyecto se encuentran ubicadas en una zona donde los rangos de precipitación oscilan alrededor de 1,156.3 mm, lo que permite mantener la humedad en el suelo la mayor parte del año, que sumado a la alta densidad de cobertura vegetal característica de selvas húmedas y la composición arenosa del suelo, se evita el arrastre de partículas por efecto del viento. En este caso, se ha calculado que no hay pérdida de suelo por erosión eólica, obteniendo un valor de -10.117 ton/año para las 10.93 ha totales del proyecto, distribuidas en 0.21 ton/año para el tramo 1, -6.26 ton/año para el 2 y -4.067 para el 3. Tomando en cuenta que los valores de erosión menores a 5 ton/año se consideran como valores nulos para la erosión, por lo que para todos los tramos del proyecto se considera que la erosión es casi inexistente, esto causado por la presencia de vegetación que no

permite la incidencia del viento, evitando así que este acarré de partículas, sin embargo debido a la tendencia en el cambio de uso de suelo a terrenos agrícolas y la incidencia de incendios forestales provocados y la deforestación, da indicios que a futuro esta erosión se verá aumentada.

La infiltración para las condiciones actuales se calculan en 24,631.54 m<sup>3</sup>/año para los 10.93 ha totales del proyecto. Igual que con la erosión se calculó la infiltración de cada tramo encontrando que para el tramo 1 se tiene una infiltración de 12,730.79 m<sup>3</sup>/año, para el tramo 2 son 7,036.98 m<sup>3</sup>/año y para el tramo 3 de 4,863.77 m<sup>3</sup>/año.

La zona presenta tendencia hacia cambiar los terrenos forestales por zonas agrícolas y ganaderas, en parte apoyándose en los desmontes y la provocación de incendios forestales, para lograr los cambios de uso de suelo. Se espera que principalmente las zonas aledañas a la carretera, que son las de más fácil acceso cambien su carácter forestal (en los puntos donde todavía se conserva la vegetación) hacia un uso agrícola o de producción de cafetales o zonas de extracción de madera y leña. Llevando consigo pérdida en la diversidad de plantas y animales y cambios en el paisaje natural.

La zona en la que se propone el proyecto corresponde al derecho de vía de la carretera Tuxtla Gutiérrez – San Cristóbal de las Casas. Esta zona se considera como un área deteriorada, primero por los trabajos de construcción de la carretera y por ser un área altamente transitada. Es por esto que el área propuesta para el desarrollo del proyecto tiene tendencia a seguir deteriorándose ya sea por la extensión de la agricultura, otro tipo de asentamientos humanos o por los mismos trabajos de mantenimiento necesarios en el derecho de vía, por lo que resulta muy difícil que en la zona se restablezca la vegetación natural.

### **VIII.3.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto**

Se espera que la ampliación de la carretera que propone este proyecto, permita hacer más eficiente el flujo de vehículos, y por lo mismo, disminuir el número de accidentes automovilísticos, teniendo como consecuencia menor quema de combustibles y menores emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, se prevé que durante la etapa de preparación y la de construcción, los vehículos y maquinaria pesada produzcan emisiones de polvos y gases efecto invernadero; sin embargo, estas emisiones se producirán en

zonas puntuales y por periodos definidos de tiempo conforme se avance con el desarrollo de las obras.

Para el desarrollo del proyecto será necesario realizar trabajos de excavación, compactación y pavimentación, lo que acarreará pérdida de la parte fértil del suelo; sin embargo, es necesario recalcar que estos efectos serán puntuales dentro del SAR y en algunos de estos puntos actualmente el suelo ya se encuentra en algún grado de degradación y se espera que se siga degradando aun sin el proyecto.

Por otro lado, el proyecto tampoco causará afectaciones a los escurrimientos hidrológicos superficiales. Como ya se mencionó, la carretera existente cuenta con obras de drenaje, sumado a que uno de los objetivos de este proyecto es la ampliación de los drenajes existentes. De este modo el escenario con proyecto no será diferente al escenario actual en cuanto a suelos e hidrología.

Una vez llevada a cabo la remoción de vegetación, se tendrá una pérdida de suelo anual por erosión hídrica de 5,552.72 ton/año en una superficie de 10.93 ha, presentando un promedio de pérdida de suelo anual por hectárea de 508.23 ton/ha/año. Para cada uno de los tramos se ha calculado la tasa de erosión hídrica con la remoción de vegetación y el aumento con respecto al escenario 1. Con la implementación del proyecto se prevé que en el tramo 1 se tenga un aumento en la erosión de 3,449.05 ton/año, dando un total de 4,598.74 ton/año; para el tramo 2 se calculó un aumento de 1,140.62 ton/año, con un total de 1,520.83 ton/año, y finalmente en el tramo 3 un aumento de 963.04 ton/año, dando un total de 1,284.05 ton/año.

Al analizar los modelos calculados para la erosión eólica, se puede observar que el proyecto en general no aumentará dichas tasas, obteniendo un valor de -33.64 ton/año. Solo en el tramo 1, por las características del sustrato y del clima, se calculó una pérdida de suelo de 0.701 ton/año, mientras que para el resto del proyecto se calcularon valores negativos. Sin embargo, como ya se mencionó, valores menores a 5 ton/año denotan ausencia de erosión en el área analizada, ya que el relleno, compactación y la formación de la carpeta de rodamiento que se proponen en la construcción del proyecto, evitará que los factores erosivos incidan sobre el suelo, por lo que no será posible el arrastre de partículas. Por esto el escenario con el proyecto no prevé cambios en cuanto a la erosión eólica que se produce en la zona.



Tomando en cuenta que la remoción de la vegetación y los trabajos de relleno, compactación y la colocación de la carpeta asfáltica provocarán la formación de una superficie impermeable, se estará perdiendo capacidad de infiltración en el área del proyecto y esta fue calculada en 5,772.41 m<sup>3</sup>/año menos que en el escenario actual, teniendo una infiltración total de 18,859.13 m<sup>3</sup>/año. Los cálculos para cada tramo dieron por resultado para el tramo 1 una pérdida de 2,953.78 m<sup>3</sup>/año, para el tramo 2 una disminución de 1,617.7 m<sup>3</sup>/año y finalmente para el tramo 3, 1,200.93 m<sup>3</sup>/año menos.

Para la realización del proyecto será necesario remover la vegetación que se encuentra en el área propuesta, ocasionando la pérdida de individuos de algunas especies vegetales, tanto nativas como exóticas introducidas. Si comparamos este escenario con la tendencia actual, que como ya se ha hecho evidente aún sin el proyecto su tendencia es el cambio de uso de suelo hacia agricultura y ganadería, de igual forma se perderán individuos. Sin embargo, en cuanto a la fauna, la afectación será menor al implementar el proyecto, ya que al tratarse de una zona impactada anteriormente y con perturbaciones constantes, la diversidad de animales presentes es muy poca, y no se identificaron zonas de madrigueras o anidación en el área a ser afectada, por lo que serán pocos los individuos afectados que tendrán que desplazarse a otra zona.

### **VIII.3.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación**

En este tercer escenario se espera que la ampliación de la carretera disminuya las emisiones de gases de efecto invernadero debido al aumento en la eficiencia en el tránsito de vehículos que hacen uso de ella, además de la disminución de accidentes de tránsito, a lo que se le suma la disminución de tiempo en los trayectos y una mejor conexión de los poblados cercanos con la ciudad capital del estado de Chiapas. Partiendo nuevamente de que los vehículos y maquinaria pesada que se usarán en la construcción emitirán polvos y gases efecto invernadero, dentro de las medidas de prevención y mitigación propuestas se encuentran Medidas de protección de la calidad del aire, con las que se disminuirán las emisiones de contaminantes por medio de mantenimientos preventivos a vehículos y maquinaria, y acciones que disminuyan la suspensión de polvos durante los trabajos; de esta forma, será posible disminuir el impacto al ambiente, para lo que también hay que tomar en cuenta que las etapas en las que se prevé este impacto tienen duraciones limitadas y el impacto será puntual acorde a los frentes de trabajo. Debido a lo anterior, se predice que en cuanto a la emisión de gases, con la aplicación de las medidas de

mitigación, se espera una atenuación en la emisión de contaminantes a la atmósfera, siendo importante mencionar que se prevé que con la ampliación de la carretera disminuirán las emisiones de contaminantes por los vehículos que podrán circular sin congestionamientos por esta vía, por lo que comparado con el escenario actual, el proyecto tendrá un efecto benéfico a largo plazo en cuanto a la disminución en la emisión de gases de efecto invernadero durante la operación del proyecto.

Como ya se mencionó, inmediatamente después del desmonte y despalme se realizarán los trabajos de limpieza, relleno, nivelado y compactación de suelo. Con las medidas de mitigación, explicadas en el capítulo VII, se desarrollará el programa de Conservación de Suelo y Agua, con el cual se rescatará la parte fértil del suelo y será utilizado para la estabilización de terraplenes, mejoramiento de las áreas de reubicación de los ejemplares rescatados y la revegetación natural de herbáceas, permitiendo así mantener la funcionalidad de esta capa y evitando que pierda sus propiedades por un manejo inadecuado. Siendo así, en cuanto al suelo, el escenario aquí expuesto no prevé diferencias con el escenario actual, ya que el suelo que se removerá al hacer las excavaciones será reutilizado en otras zonas donde sea necesario, mientras que en la proyección del escenario sin proyecto, donde no se contemplan las excavaciones, las tendencias hacia el cambio de uso de suelo y deforestación expondrán diversas áreas a una mayor erosión.

Un punto importante a tomar en cuenta es que, para la construcción del proyecto será necesario realizar trabajos de relleno, colocación de bases y sub bases y la colocación de la carpeta asfáltica, con lo que se formará una capa impermeable, la cual evitará que el suelo ubicado por debajo de esta capa sufra cualquier tipo de erosión. Dado lo anterior y por los valores obtenidos para la erosión eólica, el implementar el proyecto no causará afectaciones sobre este factor, por lo que se puede decir que no habrá cambios con respecto a lo esperado en un escenario sin el desarrollo del proyecto.

Otro aspecto a evaluar, es el factor de la infiltración, la cual se verá disminuida con la creación de la capa impermeable formada por causa de la compactación y pavimentación, por lo cual se propone, como medida de mitigación, mejorar el suelo en área de taludes, DDV y áreas propuestas para la reubicación de la flora rescatada y para promover la revegetación de herbáceas, lo cual promoverá y permitirá captar agua de lluvia.

Con la ejecución del proyecto y aplicando las medidas de mitigación propuestas, se espera un mejor escenario de infiltración.

Finalmente, se ha explicado que será necesaria la remoción de vegetación forestal en el área del proyecto, lo que puede llevar a la pérdida de individuos tanto vegetales como animales; sin embargo las medidas de mitigación dentro del Programa de Manejo de Flora y Programa de Manejo de Fauna, se proponen trabajos de rescate de individuos y el ahuyentamiento de animales previo al inicio de las obras, con lo que se evitará la pérdida de individuos en la zona. Tomando en cuenta que si bien serán afectados algunos puntos con vegetación forestal, a la vez, con las medidas de mitigación se estarán recuperando otras zonas que actualmente están perturbadas. Por lo que en cuanto a la conservación de zonas con vegetación conservada, el escenario con proyecto y medidas de mitigación resulta más favorable que el escenario actual.

#### VIII.4. Pronostico ambiental

La carretera en el estado actual tiene una alta afluencia de automóviles y de accidentes, los cuales se prevé irán en aumento conforme sea mayor el crecimiento poblacional de la región así como el incremento del turismo en el estado (figura siguiente). En este sentido **la ampliación permitirá un mejor flujo de automóviles, disminuyendo el número de accidentes y manteniendo su eficiencia aun con el aumento de la afluencia que se espera a futuro.**



Estado actual de la circulación de la carretera

Estado esperado de la circulación de la carretera sin el desarrollo del proyecto

Fig. VIII. 2. Estado actual y esperado del tránsito en la carretera sin la aplicación del proyecto  
Imágenes tomadas de internet como referencia ilustrativa

Partiendo de que el proyecto trata de la ampliación de una carretera preexistente, donde las obras serán desarrolladas sobre el derecho de vía el cual se encuentra altamente perturbado, evidenciado porque en el SAR la mayor parte corresponde a zonas agrícolas, seguida de vegetación forestal secundaria, y específicamente el área del proyecto cuenta con la mayor parte de su superficie sin vegetación aparente, como se evidencia en las figuras siguientes donde se muestran los porcentajes para cada tipo de vegetación.

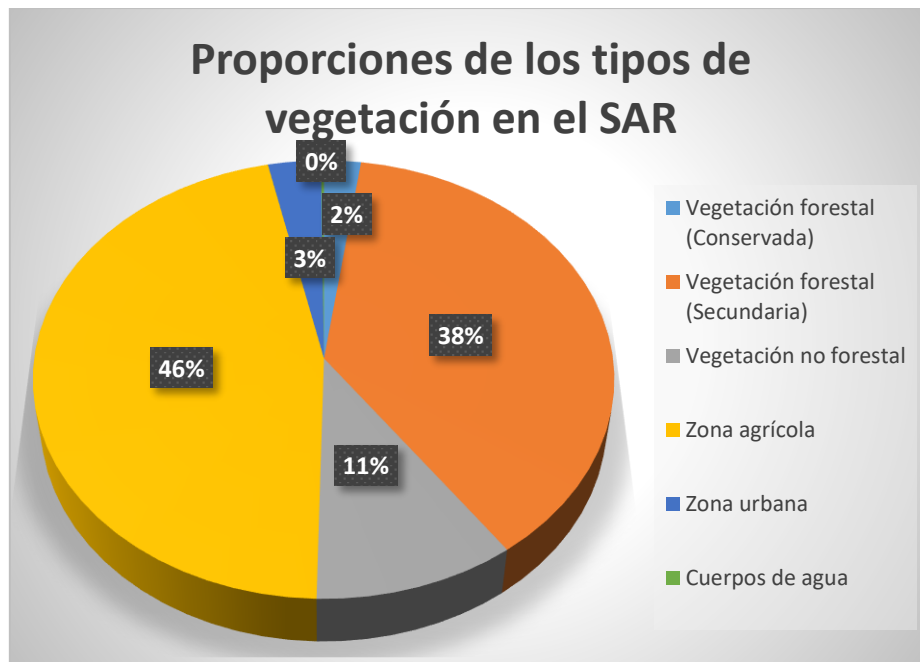


Fig. VIII. 3 Proporciones de vegetación presentes en el SAR

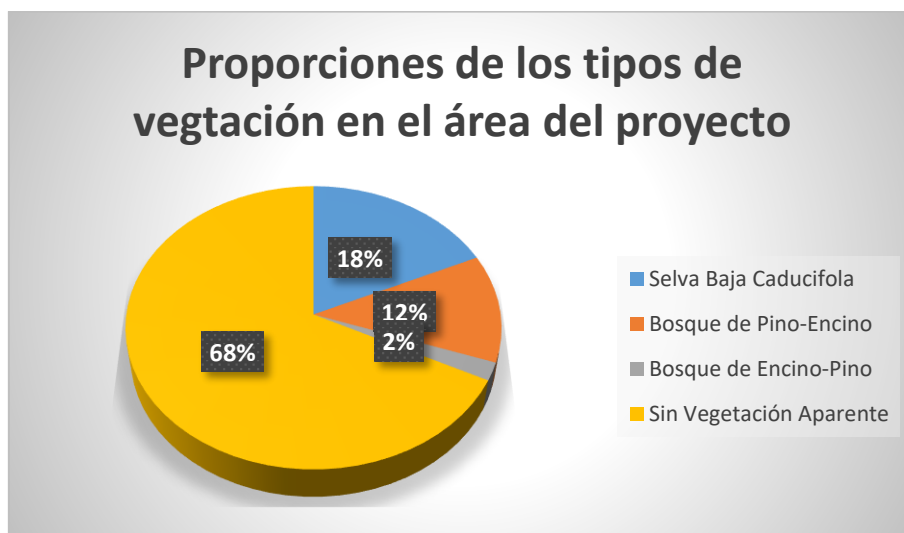


Fig. VIII. 4. Proporción de vegetaciones presentes en el área del proyecto.

En la región son comunes las prácticas de desmonte y la provocación de incendios forestales, con la finalidad de ganar terrenos para la agricultura y ganadería, con lo que se espera la disminución de áreas de vegetación forestal aun sin la implementación del

proyecto. De esta forma, si bien se plantea la eliminación de zonas con vegetación forestal, **con las medidas de mitigación se estará incitando a la recuperación de otras zonas** actualmente modificadas, como se muestra en las siguientes figuras.



Fig. VIII. 5. Tendencia del paisaje desde la carretera en el escenario sin proyecto y con proyecto  
Imágenes tomadas de internet como referencia ilustrativa

Si bien, la vegetación es el factor que puede ser más afectado, ya que se tendrán que realizar desmontes y despalmes en el área, para compensar se han propuesto medidas de mitigación que incluyen acciones de rescate y reubicación de especies animales y vegetales, mejoramiento de suelo y revegetación en área de reubicación de la flora DDV y terraplenes siempre que no afecte la operación del proyecto (figura siguiente) obteniendo las semillas de herbáceas de un vivero que se tiene disponible por parte de la concesionaria, sumado a la protección de la fauna por medio de su ahuyentamiento.



Fig. VIII. 6. Vista actual y vista esperada una vez implementada la reubicación de individuos rescatados y la revegetación con herbáceas en una de las zonas propuestas para tal fin.  
Imágenes tomadas de internet como referencia ilustrativa

Al implementar el proyecto, se espera que con las medidas de mitigación se evite la pérdida de individuos y especies en la región, por lo que al comparar ambos escenarios se puede decir que si bien se tendrán dos futuros diferentes que se desarrollarán en tiempos

distintos, ambos tienden hacia la pérdida de especies, solo que **el proyecto favorecerá con la formación de zonas revegetadas con herbáceas** dentro de la región.

Dentro de los impactos se identificó que durante los trabajos de preparación, construcción y en su momento el mantenimiento pueden impactar en la calidad del aire, y que aun con las medias preventivas propuestas, no será posible nulificar estos impactos, sin embargo podrán ser reducidas las emisiones de contaminantes esperadas sumado a que la adición del nuevo carril permitirá que exista un mejor flujo de autos, reduciendo los tiempos de traslado, además de que aumentará al eficiencia del trayecto, reduciendo las cantidades en la quema de combustibles fósiles por los carros que transitan la carretera, y a su vez aminorando las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, lo cual puede ser un beneficio significativo a largo plazo.



Fig. VIII. 7. Escenario actual de la carretera, y escenarios previstos de la construcción y del funcionamiento final una vez implementado el proyecto.

Imágenes tomadas de internet como referencia ilustrativa



Fig. VIII. 8. Condiciones actuales de tránsito en la carretera, escenario esperado de la construcción realizando las medidas de mitigación y escenario esperado una vez implementado el proyecto.

Imágenes tomadas de internet como referencia ilustrativa

Tomando en cuenta los escenarios de erosión, en la erosión hídrica, como se presenta en la tabla siguiente, se calcula una erosión total (10.93 ha) de 1,850.91 ton/año, de las cuales con la implementación del proyecto se aumentarán a 7,403.62 ton/año, que representan 5,552.71 ton/año más perdidas, sin embargo para este proyecto no será necesaria la implementación de medidas de mitigación para evitar la pérdida de suelo por efectos hídricos, principalmente el agua de lluvia, ya que, de acuerdo al programa de preparación

del sitio y construcción de obra, inmediatamente después del desmonte y despalme se llevarán a cabo los trabajos de limpieza, relleno, nivelado y compactación del suelo, lo que generará una capa impermeable que cubrirá al suelo que quede desnudo, protegiéndolo del efecto del agua.

Tabla VIII. 1. Escenarios de erosión hídrica para los tres tramos.

<b>Erosión hídrica</b>		
Escenario	Tramo	Tasa de erosión (ton/año)
Sin proyecto	1 (6.73 ha)	1,149.69
	2 (2.54 ha)	380.21
	3 (1.66 ha)	321.01
	<b>Total (10.93 ha)</b>	<b>1,850.91</b>
Con proyecto	1 (6.73 ha)	4,598.74
	2 (2.54 ha)	1,520.83
	3 (1.66 ha)	1,284.05
	<b>Total (10.93 ha)</b>	<b>7,403.62</b>
Con proyecto y medidas	1 (6.73 ha)	3,449.06
	2 (2.54 ha)	1,140.62
	3 (1.66 ha)	963.04
	<b>Total (10.93 ha)</b>	<b>5,552.72</b>

Para la erosión eólica y como se muestra en la tabla siguiente, se calculó una valor de -10.117 ton/año en las condiciones actuales para las 10.93 ha, mientras que con la implementación del proyecto se tiene un cálculo de -33.644 ton/año. Valores que al ser menores a 5 indican que la erosión es nula, por lo que no se proponen medidas de mitigación y se concluye que **el escenario con proyecto no tendrá diferencias conforme al escenario con el desarrollo del proyecto.**

Tabla VIII. 2. Escenarios de Erosión eólica para los tres tramos.

<b>Erosión eólica</b>		
Escenario	Tramo	Tasa de erosión (ton/año)
Sin proyecto	1 (6.73 ha)	0.21
	2 (2.54 ha)	-6.26
	3 (1.66 ha)	-4.067
	<b>Total (10.93 ha)</b>	<b>-10.117</b>
Con proyecto	1 (6.73 ha)	0.701
	2 (2.54 ha)	-20.788
	3 (1.66 ha)	-13.557
	<b>Total (10.93 ha)</b>	<b>-33.644</b>

El mismo relleno, compactación y pavimentación que protegerá el suelo de la erosión, creará una capa impermeable que evitará la infiltración, que según los cálculos realizados causará una disminución en la infiltración de 5,772.41 m<sup>3</sup>/año. Sin embargo con la implementación del mejoramiento del suelo, la revegetación natural con herbáceas y el mejoramiento en los puentes vehiculares inferiores, que permiten la permanencia de escurrimientos, se pretende compensar la infiltración perdida en la zona del proyecto como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla VIII. 3. Escenario de infiltración para los tres tramos

<b>Infiltración</b>			
Escenario	Tramo	Tasa de infiltración m <sup>3</sup> /año	Afectación m <sup>3</sup> /año
Sin proyecto	1 (6.73 ha)	12,730.79	-----
	2 (2.54 ha)	7,036.98	-----
	3 (1.66 ha)	4,863.77	-----
	<b>Total (10.93 ha)</b>	<b>24,631.54</b>	<b>-----</b>
Con proyecto	1 (6.73 ha)	9,777.01	2,953.78
	2 (2.54 ha)	5,419.28	1,617.70
	3 (1.66 ha)	3,662.84	1,200.93
	<b>Total (10.93 ha)</b>	<b>18,859.13</b>	<b>5,772.41</b>
Con proyecto y medidas	1 (6.73 ha)	12,777.83	-47.04
	2 (2.54 ha)	7,246.32	-209.34
	3 (1.66 ha)	5,069.66	-205.89
	<b>Total (10.93 ha)</b>	<b>25,093.81</b>	<b>-462.27</b>

Finalmente, la instauración del proyecto permitirá una mejor conexión de algunos poblados de la región con la ciudad capital, creando beneficios principalmente económicos para los que transitan en esta zona.

En conclusión, los escenarios nos muestran que la implementación del proyecto puede causar cambios importantes que si bien se contemplan como perjudiciales para el ecosistema, con la implementación de las medidas es factible disminuir los impactos evitando algunas tendencias actuales que pueden ser perjudiciales a largo plazo.