

## ÍNDICE GENERAL

I.1	Datos generales del Proyecto.....	1
I.2	Datos generales del Promovente .....	6
I.3	Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental.....	7

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Coordenadas geográficas y UTM, NAD 27 donde se ubica el Proyecto:.....	4
Tabla 2.	Dimensiones generales del proyecto denominado "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higuierón)" .....	6

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación del proyecto denominado "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco- Xicatlacotla (El Higuierón)" .....	2
Figura 2.	Localidades cercanas al área del proyecto. ....	4





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

### I.1 Datos generales del Proyecto

1. Clave del proyecto (para ser llenado por la Secretaría)

---

2. Nombre del Proyecto

“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacota (El Higuero)”.

3. Datos del sector y tipo de proyecto

3.1 Sector

De acuerdo con la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP), así como con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), el proyecto pertenece al sector 5 y 23 respectivamente, referente al sector construcción.

3.2 Subsector

De acuerdo con la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), el proyecto tiene la siguiente clasificación: sector 5: Construcción; subsector 50: Construcción; rama 5014: Otras construcciones; subrama 501422: Construcción de obras viales y para el transporte terrestre.

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) el proyecto tiene la siguiente clasificación: sector 23: Construcción; subsector 237: Construcción de obras de ingeniería civil u otras obras pesadas; rama 2372: construcción de obras de urbanización y vías de comunicación; subrama 23722: Construcción de obras para transporte terrestre y aéreo; clase 237220: Construcción de obras para transporte terrestre y aéreo.

3.3 Tipo de Proyecto

El presente proyecto consiste en la construcción de una carretera de tipo A2, la cual tiene una longitud total de 61.8 Km iniciando su trayectoria en el Municipio de Jantetelco (Km 0+000) y termina o entronca con la Autopista del Sol (km 61+828). El propósito de la carretera es acortar los tiempos de desplazamiento desde el municipio de Jantetelco hasta la autopista del Sol, con el fin de proveer una ruta más corta hacia las zonas con desarrollo turístico.



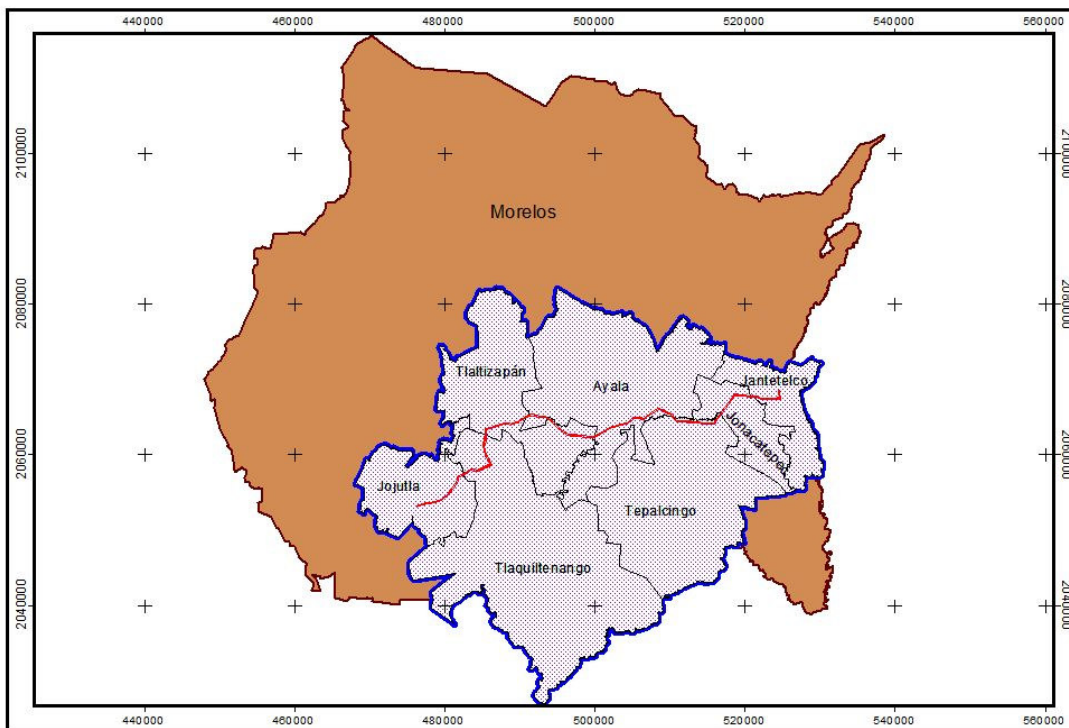
#### 4. Estudio de Riesgo y su modalidad

Dadas las características del proyecto, no aplica la elaboración de un estudio de riesgo.

#### 5. Ubicación del Proyecto

El proyecto denominado "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacota (El Higueroón)", se ubicará en el estado de Morelos y atravesará por siete municipios (ver Figura 1):

1. Jojutla
2. Tlaltizapan
3. Tlatiltenango
4. Tepalcingo
5. Ayala
6. Jonacatepec
7. Jantetelco



**Figura 1. Ubicación del proyecto denominado "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco- Xicatlacota (El Higueroón)"**



5.1 Calle y número, o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal.

Se ubica dentro del estado de Morelos, en la región Hidrológica RH-18 denominada Río Balsas, específicamente se ubica en la cuenca hidrológica F denominada Río Grande Amacuzac, subcuenca (b) Río Cuautla, (c) Río Yautepec y (d) Río Apatlaco.

5.2 Código postal

No aplica dadas las dimensiones del proyecto

5.3 Entidad federativa

El proyecto se ubicará en el estado de Morelos.

5.4 Municipio(s) o delegación (es)

A travsará por los siguientes municipios:

1. Jojutla
2. Tlaltizapan
3. Tlatiltenango
4. Tepalcingo
5. Ayala
6. Jonacatepec
7. Jantetelco

5.5 Localidad (es)

**Localidades:**

- Higuierón
- Jojutla
- Pedro Amaro
- Colonia Alfredo B. Bonfil
- Tlaquiltenango
- Tlaltizapan
- San Rafael Zaragoza
- Huitzilla
- Los Amates
- San Gabriel
- El Salitre
- Huataco
- Amacuitapilco
- Chalcatzingo
- Jantetelco

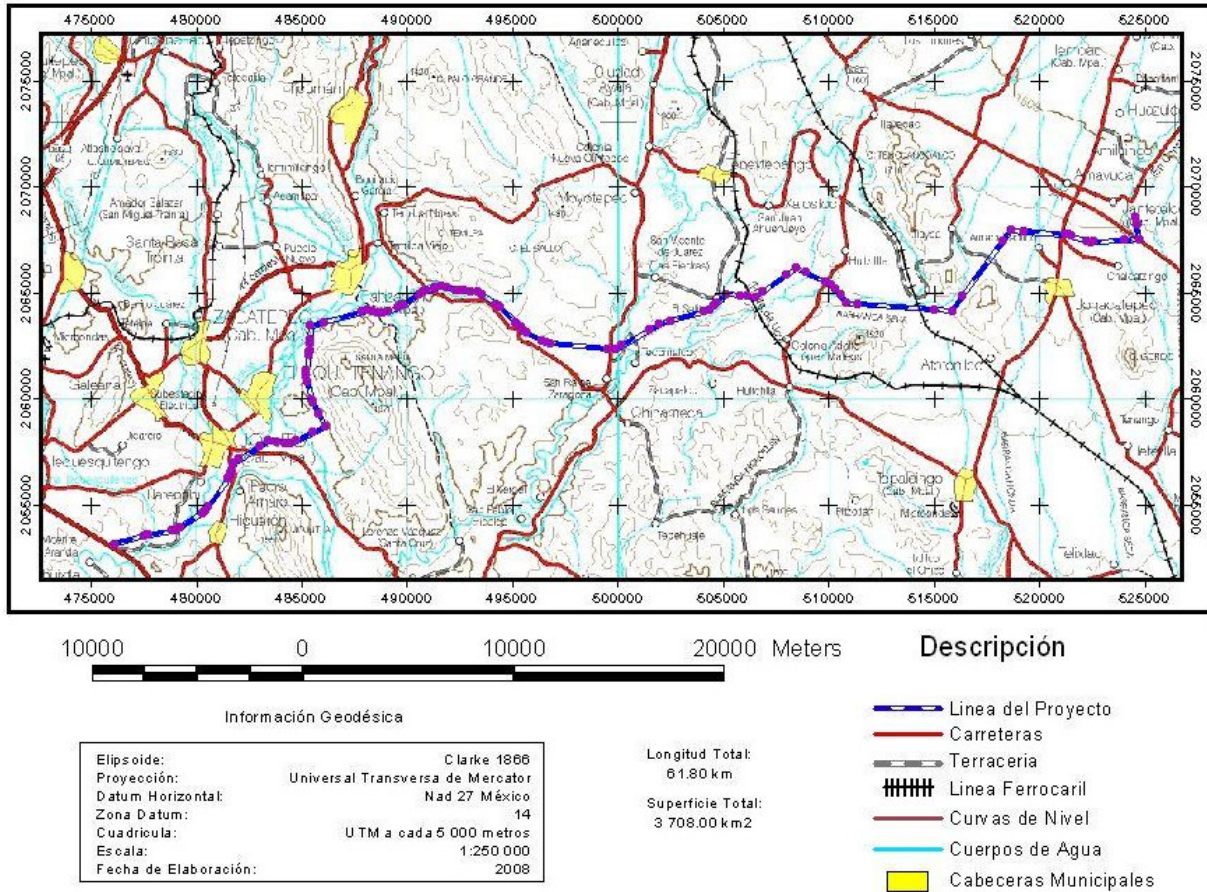
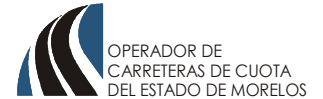


Figura 2. Localidades cercanas al área del proyecto.

5.6 Coordenadas geográficas y/o UTM

El proyecto se ubicará en las coordenadas que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas geográficas y UTM, NAD 27 donde se ubica el Proyecto:

Puntos de Flexión	Coordenadas UTM		Puntos de Flexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	524549.2019	2068199.3989	11	518603.2817	2067951.8618
2	524683.9221	2067512.8479	12	518227.0351	2067437.1952
3	523985.2457	2067476.0641	13	516321.9861	2064831.2842
4	522552.7676	2067400.6470	14	515821.6929	2064146.9347
5	522376.7374	2067391.3794	15	514976.2661	2064209.2316
6	522209.8230	2067448.0550	16	511336.3646	2064477.4447
7	521475.5851	2067697.3647	17	510845.3718	2064513.6245
8	521338.4366	2067743.9333	18	510533.6387	2064894.6827
9	521194.0144	2067754.9124	19	510290.5778	2065191.7969
10	519238.9764	2067903.5358	20	510113.5755	2065408.1621





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Puntos de Flexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
21	509856.8229	2065518.7144
22	508876.5600	2065940.7950
23	508404.8922	2066143.8852
24	507985.3513	2065847.7407
25	506855.8238	2065050.4323
26	506510.5161	2064806.6873
27	506089.6373	2064845.5485
28	505805.7141	2064871.7641
29	505151.3515	2064932.1837
30	504657.4330	2064498.7262
31	504539.2985	2064395.0526
32	504320.4938	2064203.0321
33	504040.8479	2064122.1278
34	502475.2910	2063669.1971
35	501944.7069	2063515.6940
36	501465.7767	2063240.5419
37	500198.0337	2062512.2058
38	499884.4269	2062332.0343
39	499524.2123	2062364.5368
40	496799.9797	2062610.3468
41	496567.8448	2062631.2925
42	496362.3363	2062741.2545
43	495696.9155	2063097.3032
44	495509.1331	2063197.7804
45	495369.9917	2063359.0182
46	495274.9080	2063469.2017
47	495206.4016	2063548.5873
48	495130.9323	2063621.3855
49	494394.0611	2064332.1767
50	494311.0570	2064412.2431
51	494213.7630	2064474.1640
52	493568.6175	2064884.7537
53	493318.6607	2065043.8337
54	493022.9222	2065061.8199
55	492695.2676	2065081.7472
56	492501.0594	2065093.5586
57	492311.6218	2065137.9400
58	491897.6509	2065234.9251
59	491609.8662	2065302.3473
60	491325.3750	2065222.1567
61	490929.3847	2065110.5374
62	490741.6530	2065057.6208

Puntos de Flexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
63	490581.9995	2064945.5758
64	489859.3662	2064438.4315
65	489735.0293	2064351.1718
66	489592.2522	2064299.3202
67	489098.3497	2064119.9524
68	488854.4740	2064031.3854
69	488600.3558	2064083.7631
70	488375.8775	2064130.0316
71	488121.4273	2064182.4777
72	487871.1711	2064112.7111
73	486069.0973	2063610.3277
74	485427.3246	2063431.4138
75	485399.3474	2062765.7565
76	485391.9445	2062589.6220
77	485379.0045	2062281.7428
78	485375.0697	2062188.1225
79	485359.7243	2062095.6845
80	485232.3707	2061328.5295
81	485190.6153	2061077.0028
82	485259.4494	2060831.5012
83	485504.0406	2059959.1489
84	485529.3473	2059868.8906
85	485572.3976	2059785.6219
86	485841.3449	2059265.4189
87	486142.2688	2058683.3661
88	485552.8821	2058397.0725
89	484745.8163	2058005.0417
90	484494.9900	2057883.2033
91	486142.2688	2058683.3661
92	484494.9900	2057883.2033
93	484218.8021	2057921.6708
94	483839.6064	2057974.4853
95	483410.8561	2058034.2018
96	483049.7116	2057795.5231
97	482062.9503	2057143.3772
98	481785.4526	2056959.9803
99	481690.1243	2056641.3082
100	481654.8673	2056523.4477
101	481612.2600	2056381.0160
102	481526.8233	2056259.3494
103	480565.7955	2054890.7932
104	480451.3885	2054727.8715





Puntos de Flexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
105	480284.5524	2054619.2522
106	479258.0996	2053950.9758
107	479064.3289	2053824.8206
108	478836.8005	2053783.6737

Puntos de Flexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
109	477737.4476	2053584.8634
110	477643.7002	2053567.9099
111	477551.6833	2053543.2344
112	476141.4374	2053165.0589

## 6. Dimensiones del Proyecto

En la siguiente tabla se presentan las dimensiones generales del proyecto.

**Tabla 2. Dimensiones generales del proyecto denominado "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higuero)"**

Características	Dimensiones
Longitud total	61.80 km
Ancho de Derecho de Vía (DDV)	60.00 mts
Ancho de Corona	12.00 mts
Ancho de Calzada	7.00 mts
Ancho de Acotamiento	2.50 mts
Velocidad de Operación	110 Km/hr
Superficie entre líneas de ceros	117.42
Superficie en entronques	43.8944
Superficie del DDV	370.8
<b>Superficie total</b>	<b>414.6944</b>

## I.2 Datos generales del Promovente

### 1. Nombre o Razón social

Gobierno del Estado de Morelos (ver Anexo I.).

### 2. Registro Federal de Causantes (RFC)

Protección datos personales LFTAIPG

### 3. Nombre del representante legal (ver Anexo I.).

"Protección de datos personales LFTAIPG"

### 4. Cargo del representante legal (ver Anexo I)

Protección datos personales LFTAIPG





5. RFC del representante legal

Protección datos personales LFTAIPG

6. Clave Única de Registro de Población (CURP) del representante legal

Protección datos personales LFTAIPG

7. Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones

Protección datos personales LFTAIPG

### **I.3 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental**

1. Nombre o razón social

Consultoría Especializada en Desarrollo Urbano y Viabilidad Inmobiliaria S.C. (ver Anexo I.)

2. RFC

Protección datos personales LFTAIPG

3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio (ver Anexo I.)

"Protección de datos personales

4. RFC del responsable técnico

Protección datos personales LFTAIPG

5. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protección datos personales LFTAIPG







6. Cedula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protección datos personales

7. Dirección del responsable del estudio

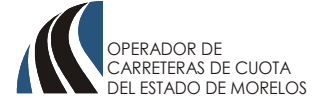
Protección datos personales LFTAIPG



## ÍNDICE GENERAL

II.1	Información general del Proyecto .....	1
II.1.1	Naturaleza del proyecto.....	2
II.1.2	Justificación y objetivos.....	3
II.1.3	Inversión requerida .....	3
II.2	Características particulares del proyecto .....	3
II.2.1	Descripción de las obras y actividades.....	3
II.2.2	Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas .....	4
II.2.3	Ubicación del Proyecto .....	5
II.2.3.1	Superficie total requerida .....	8
II.2.3.2	Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades .....	8
II.2.3.3	Descripción de los servicios requeridos.....	10
II.3	Descripción de las obras y actividades.....	10
II.3.1	Programa general de trabajo.....	18
II.3.2	Selección del sitio o trayectorias.....	19
II.3.2.1	Estudios de campo.....	21
II.3.2.2	Sitios o trayectorias alternativas.....	22
II.3.2.3	Situación actual del o los sitios del Proyecto y tipo de propiedad.....	22
II.3.2.4	Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias .....	22
II.3.2.5	Urbanización del área.....	23
II.3.2.6	Área natural protegida .....	24
II.3.2.7	Otras áreas de atención prioritaria.....	25
II.3.3	Preparación del sitio y construcción .....	27
II.3.3.1	Preparación del sitio.....	27
II.3.3.2	Construcción.....	28
II.3.4	Operación y mantenimiento .....	43
II.3.4.1	Programa de operación .....	43
II.3.4.2	Programa de mantenimiento.....	43
II.4	Requerimiento de personal e insumos .....	46
II.4.1	Requerimientos de personal.....	47
II.4.2	Requerimientos de maquinaria y equipo de construcción .....	47
II.5	Generación, manejo y disposición de residuos, descargas y control de emisiones .....	48
II.5.1	Residuos Peligrosos .....	48
II.5.2	Residuos No Peligrosos.....	50
II.5.2.1	Residuos Líquidos.....	51
II.5.2.2	Emisiones a la Atmósfera .....	51
II.6	Identificación de las posibles afectaciones al ambiente que son características del o los tipos de proyecto .....	52





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas Geográficas y UTM donde se ubicará el proyecto. ....	6
Tabla 2. Puntos de inflexión de la carretera. ....	6
<b>Tabla 3. Dimensiones generales del proyecto denominado "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higueroón)"</b> .....	<b>8</b>
Tabla 4. Características técnicas del proyecto. ....	10
Tabla 5. Obras complementarias del proyecto. ....	12
Tabla 6. Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales presentes en el SAR del Proyecto. ....	24
Tabla 7. Personal requerido. ....	47
Tabla 8. Maquinaria y equipo requerido .....	47
Tabla 9. Proyección de generación total y per capita para las localidades consideradas en la región centro. ....	50
Tabla 10. Efectos al ambiente producido por la construcción de carreteras. ....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Ubicación del proyecto denominado "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higueroón)"</b> .....	<b>1</b>
Figura 2. Construcción y modernización de Carreteras Federales (km).....	2
Figura 3. Croquis de ubicación del proyecto.....	9
Figura 4. Sección Tipo de la Carretera y conformación de pavimentos. ....	11
Figura 5. Ubicación de las Áreas Naturales Protegidas con decreto Federal y Estatal dentro del SAR del Proyecto. ....	25





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

### II.1 Información general del Proyecto

El proyecto denominado "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuérón)", pretende la construcción de una carretera con una longitud total de 61.8 Km, iniciando su trayectoria en el Municipio de Jantetelco (Km 0+000) y concluyendo en el entronque con la Autopista del Sol (km 61+828), en el Estado de Morelos. Las características geométricas obedecen a una Autopista tipo A2, de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), con una velocidad de proyecto de 110 Km/h, una pendiente gobernadora de 4% y una pendiente máxima de 6%. El proyecto se desarrolla dentro de un ancho de derecho de vía de 60 metros, con un ancho de corona de 12.00 m, alojando una calzada de 7 m, con carriles de 3.50 m por cada sentido; además de dos acotamientos de 2.5 m a cada lado.

Dicha carretera atravesará los municipios de Jantetelco, Ayala, Jonacatepec, Jojutla, Tlaltizapan, Tlatiltenango y Tepalcingo (ver Figura 1).

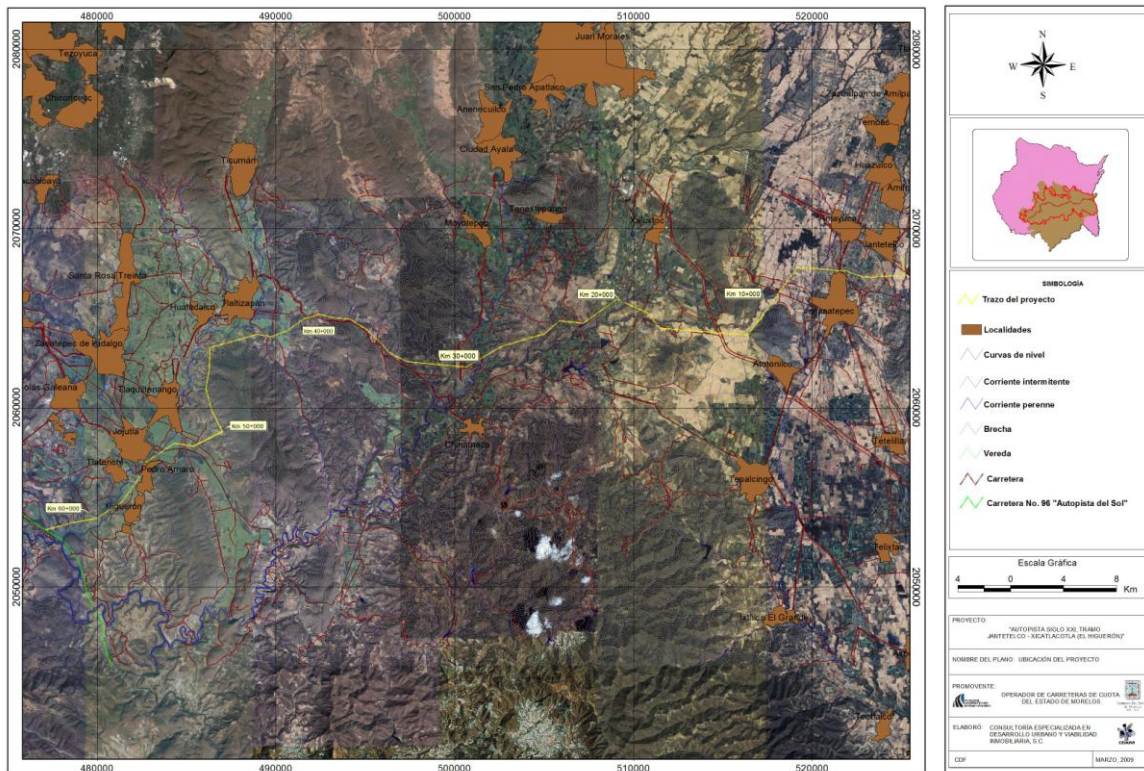


Figura 1. Ubicación del proyecto denominado "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuérón)"





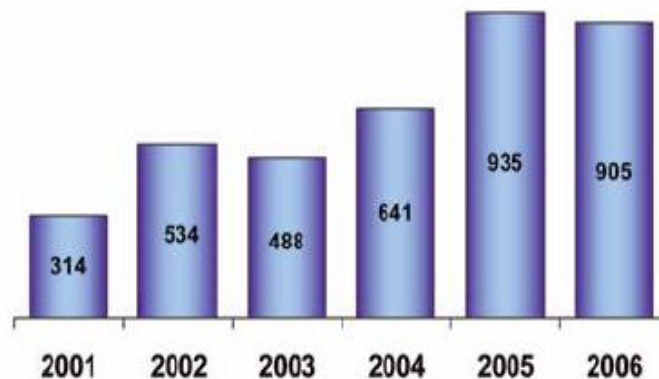
## II.1.1 Naturaleza del proyecto

La construcción del proyecto permitirá mantener una continuidad de la comunicación entre la zona del Golfo y el Pacífico para lograr una plena integración entre las comunidades aledañas y los grandes centros urbanos. Con el fin de permitir el libre tránsito a las zonas turísticas que se desarrollen en el área, lo que a su vez ayudará a establecer una competitividad económica, dado que el acceso a dichas zonas es limitado por la escasa infraestructura vial, por lo anterior, es importante que se operen vías de comunicación con altas especificaciones que ayuden a satisfacer las necesidades en cuanto a la reducción de tiempo y costo de traslado.

En los últimos años la red carretera ha cobrado gran importancia, constituyendo un instrumento de enlace con los sectores económicos del país, ya que las actividades económicas de producción de bienes o servicios, dependen en una u otra forma del desplazamiento de sus insumos, así como del traslado tanto de insumos como de la población.

Es fundamental el hecho de contar con una adecuada red de carreteras, para obtener el máximo potencial de producción de la energía, de los recursos humanos y materiales; también para reducir al mínimo los costos que representa el recorrido de las distancias, movilizar bienes y recursos en regiones de difícil acceso, facilitar el desarrollo de la producción en gran escala, lo mismo que permitir la expansión de las zonas de mercado y el abastecimiento de las empresas, y en general, propiciar las actividades económicas relativas al comercio.

De acuerdo con el Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, señala que en el año 2001, se tenía contemplada la construcción de 314 km de las carreteras, incrementándose de manera considerable para el año 2006, casi el triple de km de construcción, según muestra la Figura 2.



**Figura 2. Construcción y modernización de Carreteras Federales (km).**

Fuente: Programa Nacional de Infraestructura 2007- 2012.

Esta es una necesidad que se contemplo dentro del Plan Nacional de Infraestructura 2007 – 2012 (PNI), derivado del Plan Nacional de Desarrollo y que promueve como uno de sus objetivos, completar la modernización de los corredores troncales, transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones, así como, desarrollar ejes interregionales, que mejoren la comunicación entre regiones y la conectividad de la carretera, lo anterior, se ajusta a los objetivos del presente proyecto, el cual pretende llevar a cabo la conectividad, como se menciono anteriormente, entre el Golfo y el Pacífico.



Por otra parte, es importante resaltar que dado que la construcción de la carretera es posible que impacte algún componente del medio ambiente, también se ajustará a las especificaciones que señala la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente así como lo establecido en su reglamento.

### II.1.2 Justificación y objetivos

Como se menciono anteriormente, la construcción del proyecto **“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higueroón)”**, tiene por objeto satisfacer la necesidad de comunicación entre dos regiones, las cuales tienen potencial turístico, por lo que es necesario implementar nuevas vías de comunicación con el fin de propiciar el desarrollo económico de las regiones, y a su vez satisfacer la demanda creciente para el desplazamiento de los vehículos automotores, principalmente en la zona centro-occidente del país, disminuyendo el riesgo de accidentes y mejorando el tiempo y costo de traslado.

Morelos, es un estado ubicado estratégicamente en el centro del país, el cual es paso obligatorio para la zona turística del oriente del país; sin embargo, existen zonas aún con un deficiente sistema vial, lo que restringe el acceso a la misma provocando falta de interés a buscar nuevos centros de esparcimiento y diversión en Morelos por parte de la población, de ello tenemos que la parte occidente del estado, cuya comunicación con el estado de México es necesario e imprescindible y tenemos que sus vialidades se encuentran aún empedradas y en malas condiciones.

El Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, dentro del programa de modernización de la infraestructura carretera contempla que la ampliación del sistema carretero del estado de Morelos, esté enfocado al desarrollo y elevación de los niveles de las distintas regiones económicas mediante la utilización de doce principales ejes carreteros, una red estatal básica prioritaria y ejes industriales y turísticos que permiten una mayor integración de la red.

Con ello se justifica la realización de la obra al mejorar el sistema vial de Morelos además de beneficiar a la población locataria se mejora la imagen deficiente del estado, al contar con un sistema vial integrado.

### II.1.3 Inversión requerida

Se estima que el costo de la inversión del Proyecto, asciende aproximadamente a \$208'601,248.06 (Doscientos ocho millones seiscientos un mil doscientos cuarenta y ocho pesos 06/00 M.N.) pesos mexicanos, en el momento de la realización del estudio.

## II.2 Características particulares del proyecto

### II.2.1 Descripción de las obras y actividades

La principal actividad consiste en transportar el material necesario para conseguir una superficie que constituirá la base de rodamiento para los vehículos. Dicho movimiento de material consiste básicamente en transportar material pétreo obtenido de los cortes para trasladarlo a las zonas bajas para rellenarlas consiguiendo así un cuerpo uniforme. En caso de requerir mayor material del extraído se utiliza los llamados bancos de préstamo donde se extrae y transporta material al lugar requerido.



De forma paralela al relleno, se instala el sistema de drenaje que consiste en instalar estructuras que permitan el libre paso de las corrientes superficiales, este sistema puede estar constituido por tubos de lámina o concreto o losas. Cuando el paso ya tiene una longitud mayor se construyen puentes. En el caso de los puentes las trabes usualmente son elementos de concreto preesforzado, con los que se habilita el paso de vehículos sobre escurrimientos naturales o canales. Si la longitud es grande el puente se divide, por medio de columnas, en varios tramos. Posteriormente en la superficie se coloca el pavimento para terminar con la instalación de señalamientos tanto horizontales como verticales.

Los entronques y pasos a desnivel se consiguen formando rampas con las terracerías por los que se elevan (o descienden) los vehículos, el paso de una a otra rampa se efectúa sobre elementos estructurales, esencialmente de concreto, algunos colados en el sitio y otros prefabricados. Estas estructuras unen dos o más de dichas rampas.

## II.2.2 Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas

Las obras asociadas y que se requerirán para el desarrollo del proyecto no se encuentran definidas en esta etapa del proyecto; sin embargo, las obras y actividades tipo asociadas a este tipo de infraestructura son: bodegas, patios de maquinaria y habilitado de materiales (acero principalmente), campamentos (mismos que dependerán de los programas y procedimientos constructivos de la obra).

Dentro de las actividades se emplearán bancos de materiales, estos son considerados como excavaciones a cielo abierto destinadas a extraer material para la formación de cuerpos de terraplenes, ampliaciones de coronas, bermas o tendido de los taludes de terraplenes existentes; capas subyacentes y subrasantes, terraplenes reforzados; rellenos de excavaciones para estructuras o cuñas de terraplenes contigua a estructuras; capas de pavimento; protección de obras y trabajos de restauración ecológica; así como, para la fabricación de mezclas asfálticas y de concretos hidráulicos.

Para el proyecto se requerirá de bancos de materiales, tanto para las terracerías, como para los pavimentos, los cuales se explotarán a cielo abierto con la utilización de maquinaria pesada, con la finalidad de reducir las afectaciones por la explotación de materiales pétreos, se emplearán bancos que actualmente se encuentran en explotación, y cuenten con las autorizaciones en materia ambiental aplicables al tipo de actividad.

Entre los bancos de materiales que se emplearán para el proyecto se encuentran:

### *Banco Explo Querétaro*

Se ubica a 1,000 metros a la derecha de la estación 0+500 correspondiente al camino: Entr. (Galeana - Jojutla) - Tequesquitengo en este lugar se encuentra una roca caliza. El banco es explotado por una empresa particular y dispone de materiales para la formación de las terracerías y el pavimento. Para la formación de la base hidráulica y la carpeta asfáltica los fragmentos de roca caliza se trituran totalmente y criban a los tamaños especificados La distancia de acarreo al km 30+622 es de 20,000 metros.

### *Banco Chiquihuite II*

En el km 8+500 del Camino Tlaltizapan – Moyotepec a 3,000 metros a la derecha se encuentra un banco de préstamo de material ígneo clasificado como piroclástico, tezontle, color rojo, actualmente en explotación. De



este se obtendrá material para sub-base hidráulica mediante cribado. La distancia de acarreo al km 55+000 del proyecto es de 22 kilómetros.

#### ***Banco Los Papayos***

Se ubica a 200 metros a la izquierda del Km. 80+700 del Camino Federal Santa Bárbara – Izúcar de Matamoros, en este lugar se encuentra un conglomerado de origen ígneo, que es explotado por una empresa particular. Para usarse en la formación de la base hidráulica y la carpeta asfáltica es necesario triturarlo parcialmente y cribarlo de tamaños especificados. La empresa tiene instalada una planta que produce mezcla asfáltica en caliente. Del banco al km 84+700 se tienen aproximadamente 10,000 metros de acarreo.

#### ***Banco El Parque***

Se ubica a 3,200 metros a la izquierda del Km. 81+000 del Camino Federal Santa Bárbara – Izúcar de Matamoros, en este lugar se encuentra un conglomerado de origen ígneo, que es explotado por empresa ejidal. Para usarse en la formación de la base hidráulica y la carpeta asfáltica es necesario triturarlo parcialmente y cribarlo de tamaños especificados

De igual forma, se requerirán bancos de tiro para el material de desperdicio que se cortará en la zona, es necesario analizarse si el material de corte es apto para la construcción de terraplenes, sin embargo, los desperdicios de material serán depositados en bancos de tiro seleccionados con criterios ambientales a fin de disminuir las afectaciones ambientales.

Otro de los requerimientos del tipo de obra son los caminos de acceso y/o ampliación de brechas, al respecto es de notarse que el trazo está bien comunicado y al momento son se han determinado afectaciones por este concepto.

Por último, se establece en el presente la recomendación de situar las áreas destinadas a obras provisionales dentro del derecho de vía y/o en zonas perturbadas o con menor densidad de vegetación, en el presente estudio se hace una evaluación cualitativa de las afectaciones; sin embargo, la ubicación precisa de los sitios será determinada en etapas posteriores del proyecto tomando en consideración, dentro de otros, criterios ambientales que permitan evitar afectaciones significativas sobre el ambiente.

### **II.2.3 Ubicación del Proyecto**

El proyecto se ubicará físicamente en el Estado de Morelos, particularmente atravesará por siete municipios: Ayala, Jantetelco, Jojutla, Tepalcingo, Jonacatepec, Tlaltizapan y Tlaquiltenango, a través de los cuales atraviesa cerca de las siguientes localidades:

- Higueron
- Jojutla
- Pedro Amaro
- Colonia Alfredo B. Bonfil
- Tlaquiltenango
- Tlaltizapan
- San Rafael Zaragoza
- Huitzilla
- Los Amates
- San Gabriel
- El Salitre
- Huataco
- Amacuitapilco
- Chalcatzingo
- Jantetelco





Las coordenadas iniciales y finales de dicho tramo se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Coordenadas Geográficas y UTM donde se ubicará el proyecto.**

	Jantetelco – Xicatlacotla	
	Origen ( 0+000)	Final (66+454)
<b>Coordenadas geográficas</b>		
<b>Latitud Norte</b>	18° 34' 8.70313"	18° 42' 27.48659"
<b>Longitud Oeste</b>	99° 13' 33.63617"	98° 46' 3.95427"
<b>Coordenadas UTM</b>		
<b>Este</b>	476151.855	2053163.650
<b>Norte</b>	524485.126	2068494.352

De igual forma, los puntos de inflexión de la carretera se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Puntos de inflexión de la carretera.**

Puntos de Flexión	Coordenadas UTM		Puntos de Flexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	524549.2019	2068199.3989	29	505151.3515	2064932.1837
2	524683.9221	2067512.8479	30	504657.4330	2064498.7262
3	523985.2457	2067476.0641	31	504539.2985	2064395.0526
4	522552.7676	2067400.6470	32	504320.4938	2064203.0321
5	522376.7374	2067391.3794	33	504040.8479	2064122.1278
6	522209.8230	2067448.0550	34	502475.2910	2063669.1971
7	521475.5851	2067697.3647	35	501944.7069	2063515.6940
8	521338.4366	2067743.9333	36	501465.7767	2063240.5419
9	521194.0144	2067754.9124	37	500198.0337	2062512.2058
10	519238.9764	2067903.5358	38	499884.4269	2062332.0343
11	518603.2817	2067951.8618	39	499524.2123	2062364.5368
12	518227.0351	2067437.1952	40	496799.9797	2062610.3468
13	516321.9861	2064831.2842	41	496567.8448	2062631.2925
14	515821.6929	2064146.9347	42	496362.3363	2062741.2545
15	514976.2661	2064209.2316	43	495696.9155	2063097.3032
16	511336.3646	2064477.4447	44	495509.1331	2063197.7804
17	510845.3718	2064513.6245	45	495369.9917	2063359.0182
18	510533.6387	2064894.6827	46	495274.9080	2063469.2017
19	510290.5778	2065191.7969	47	495206.4016	2063548.5873
20	510113.5755	2065408.1621	48	495130.9323	2063621.3855
21	509856.8229	2065518.7144	49	494394.0611	2064332.1767
22	508876.5600	2065940.7950	50	494311.0570	2064412.2431
23	508404.8922	2066143.8852	51	494213.7630	2064474.1640
24	507985.3513	2065847.7407	52	493568.6175	2064884.7537
25	506855.8238	2065050.4323	53	493318.6607	2065043.8337
26	506510.5161	2064806.6873	54	493022.9222	2065061.8199
27	506089.6373	2064845.5485	55	492695.2676	2065081.7472
28	505805.7141	2064871.7641	56	492501.0594	2065093.5586





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Puntos de Flexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
57	492311.6218	2065137.9400
58	491897.6509	2065234.9251
59	491609.8662	2065302.3473
60	491325.3750	2065222.1567
61	490929.3847	2065110.5374
62	490741.6530	2065057.6208
63	490581.9995	2064945.5758
64	489859.3662	2064438.4315
65	489735.0293	2064351.1718
66	489592.2522	2064299.3202
67	489098.3497	2064119.9524
68	488854.4740	2064031.3854
69	488600.3558	2064083.7631
70	488375.8775	2064130.0316
71	488121.4273	2064182.4777
72	487871.1711	2064112.7111
73	486069.0973	2063610.3277
74	485427.3246	2063431.4138
75	485399.3474	2062765.7565
76	485391.9445	2062589.6220
77	485379.0045	2062281.7428
78	485375.0697	2062188.1225
79	485359.7243	2062095.6845
80	485232.3707	2061328.5295
81	485190.6153	2061077.0028
82	485259.4494	2060831.5012
83	485504.0406	2059959.1489
84	485529.3473	2059868.8906
85	485572.3976	2059785.6219
86	485841.3449	2059265.4189
87	486142.2688	2058683.3661
88	485552.8821	2058397.0725
89	484745.8163	2058005.0417
90	484494.9900	2057883.2033
91	486142.2688	2058683.3661
92	484494.9900	2057883.2033
93	484218.8021	2057921.6708
94	483839.6064	2057974.4853
95	483410.8561	2058034.2018
96	483049.7116	2057795.5231
97	482062.9503	2057143.3772
98	481785.4526	2056959.9803
99	481690.1243	2056641.3082

Puntos de Flexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
100	481654.8673	2056523.4477
101	481612.2600	2056381.0160
102	481526.8233	2056259.3494
103	480565.7955	2054890.7932
104	480451.3885	2054727.8715
105	480284.5524	2054619.2522
106	479258.0996	2053950.9758
107	479064.3289	2053824.8206
108	478836.8005	2053783.6737
109	477737.4476	2053584.8634
110	477643.7002	2053567.9099
111	477551.6833	2053543.2344
112	476141.4374	2053165.0589





### II.2.3.1 Superficie total requerida

La superficie total requerida de acuerdo a las dimensiones del proyecto será de 414.6944 Ha, contemplando un derecho de vía de 60.00 m de ancho. La superficie comprendida entre líneas de ceros será de aproximadamente 117.42 Ha.

**Tabla 3. Dimensiones generales del proyecto denominado "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higuero)"**

Características	Dimensiones
Longitud total	61.80 km
Ancho de Derecho de Vía (DDV)	60.00 mts
Ancho de Corona	12.00 mts
Ancho de Calzada	7.00 mts
Ancho de Acotamiento	2.50 mts
Velocidad de Operación	110 Km/hr
Superficie entre líneas de ceros	117.42
Superficie en entronques	43.8944
Superficie del DDV	370.8
<b>Superficie total</b>	<b>414.6944</b>

### II.2.3.2 Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades

El sitio de proyecto se localiza en la parte central del estado de Morelos. Las vías de acceso son: por su sección Poniente se localiza la Autopista del Sol (Carretera No. 96); por la parte Norte se encuentra la Carretera Federal No. 160 que proviene de la ciudad de Cuautla; por el Oriente se encuentra el camino estatal que viene de Tetela del Volcán y va a Jonacatepec (Ver Anexo II).



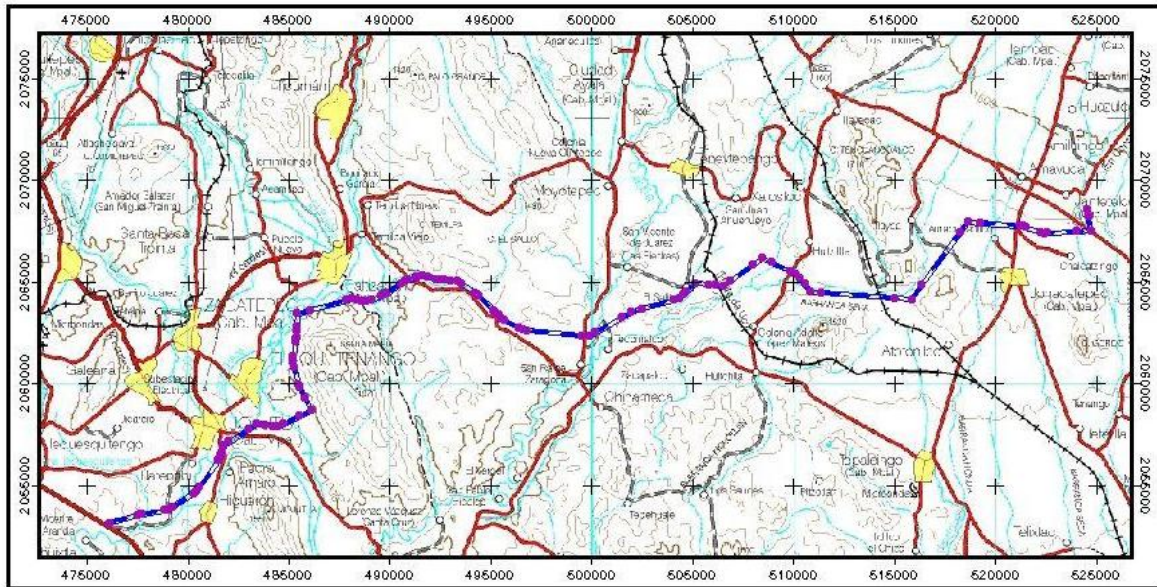
# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

## AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

### TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON) Varios Municipios del Estado de Morelos



#### Descripción

- Línea del Proyecto
- Carreteras
- Terracería
- Línea Ferrocarril
- Curvas de Nivel
- Cuerpos de Agua
- Cabeceras Municipales

#### Información Geodésica

Elipsoide:	Clarke 1866	Longitud Total:	61.80 km
Proyección:	Universal Transversa de Mercator	Superficie Total:	3 708.00 km <sup>2</sup>
Datum Horizontal:	Nad 27 México		
Zona Datum:	14		
Cuadrícula:	UTM a cada 5 000 metros		
Escala:	1:250 000		
Fecha de Elaboración:	2008		

**Figura 3. Croquis de ubicación del proyecto.**





### II.2.3.3 Descripción de los servicios requeridos

Para la construcción de la carretera los servicios que se requerirán durante las etapas de preparación del sitio y construcción principalmente serán:

- Agua: Agua cruda
- Combustibles: Diesel y gasolina
- Servicios sanitarios: sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 20 trabajadores.

Unos de los insumos con mayor relevancia dentro del proyecto, será la energía eléctrica (electricidad) necesaria para el funcionamiento de equipos a emplear en las actividades de soldadura, alumbrado de obras como de las áreas de uso común. Esta será abastecida mediante el empleo de plantas de energía portátiles de combustión interna. Requiriendo un voltaje de 220 voltios, por los equipos a emplear.

El agua potable para consumo humano será a través de bidones de plástico con una capacidad de 20 litros cada uno, para el suministro a los trabajadores del proyecto, contratando los servicios especializados de una empresa local para el suministro. En lo que respecta, al agua cruda por emplear esta será suministrada por pipas según se vaya requiriendo se hará llegar a los frentes de trabajo. Se estima un requerimiento de este insumo del orden de 40 m<sup>3</sup>/día, dichos insumos serán abastecidos por las localidades ó municipios ubicados lo más cercanos al sitio del proyecto y deberán contar con la concesión correspondiente para la explotación del cuerpo de agua.

El diesel y la gasolina que se requerirá para la operación del equipo, maquinaria y vehículos automotores se estima en 865,200 L de diesel y 100,100 L de gasolina. Estos insumos se obtendrán en los centros de venta de las ciudades de Cuernavaca, Cuautla, y localidades intermedias que cuenten con estación de servicio como el caso de Tlaltizapán y Tlaquiltenango.

En cuanto al servicio de sanitarios portátiles, estos se arrendarán a empresas especializadas, las cuales se encargarán del manejo y disposición adecuada de los residuos provenientes de los sanitarios. Se estima el un sanitario por cada 20 trabajadores, por lo que se tendrán que rentar un total de 30 sanitarios portátiles, los cuales se distribuirán en los diferentes frentes de trabajo.

## II.3 Descripción de las obras y actividades

El proyecto consiste en la construcción de una carretera tipo A2, con una longitud total de 61.80 Km, contemplando un ancho de derecho de vía de 60 m, con un ancho de corona de 12.00 m, alojando una calzada de 7 m, con carriles de 3.50 m por cada sentido; además de dos acotamientos de 2.5 m a cada lado.

El tránsito diario promedio anual y la composición vehicular por sentido de circulación, son los siguientes:

**Tabla 4. Características técnicas del proyecto.**

Concepto	Valor
Automóvil y pick-up ( A )	69.0%
Autobuses ( B )	8.9%
Camión ( C 2 )	8.2%
Camión ( C 3 )	6.3%



Concepto	Valor
Camión ( T3-S1)	7.3%
Camión ( T3-S2)	0.3%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>
TDPA por sentido de circulación	3,327
No. de carriles de circulación por sentido	1
Coef. de distribución en el carril de proyecto	1.0
Tasa de crecimiento anual	4.5%
Horizonte de proyecto	20 años

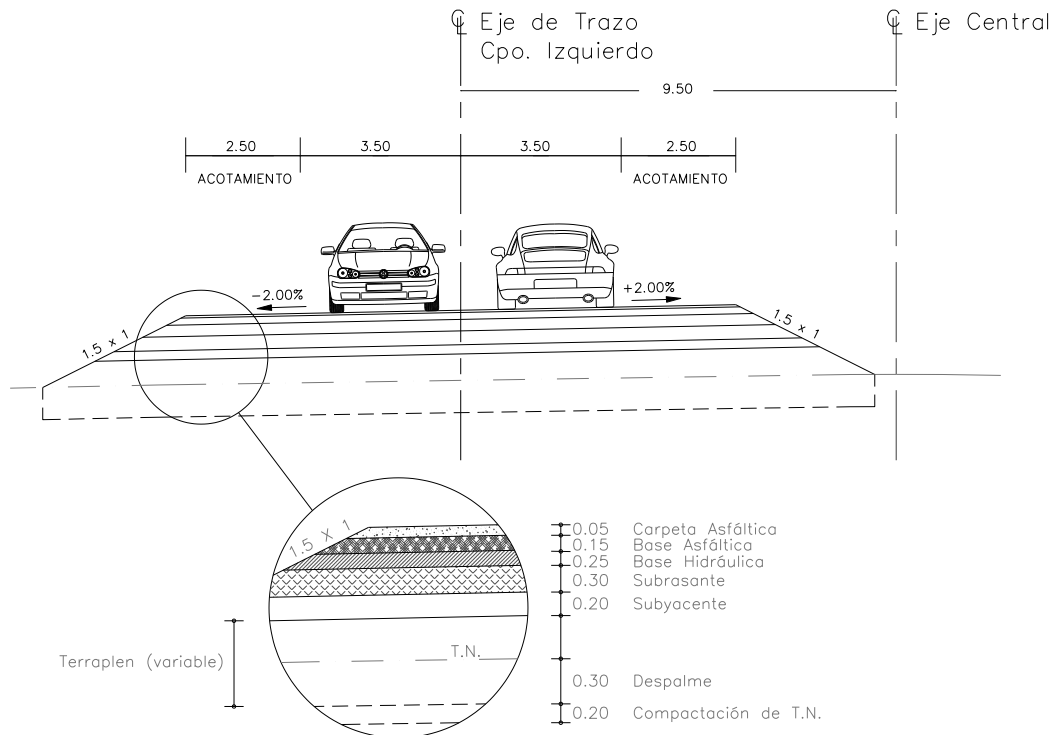


Figura 4. Sección Tipo de la Carretera y conformación de pavimentos.



Las obras contempladas por el proyecto son las siguientes:

**Tabla 5. Obras complementarias del proyecto.**

Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento	Cauce Federal
1	0+319.53	M-5.0x1.0 m	Canal de riego	*
2	0+571.03	M-3.0x2.0 m	Canal de riego	*
3	0+745.64	M-2.0x1.0 m	Canal de riego	*
4	0+848.43	M-1.5x1.0 m	Canal de riego	
5	0+929.55	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
6	1+164.50	M-1.5x1.0 m	Canal de riego	
7	1+353.10	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
8	1+435.65	M-2.0x1.0 m	Canal de riego	*
9	1+454.82	M-1.5x1.0 m	Canal de riego	
10	1+600.00	L-2.0x1.5 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
11	1+815.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
12	2+036.71	M-1.5x1.0 m	Canal de riego	
13	2+162.95	M-5.0x2.0 m	Canal de riego	*
14	2+475.01	M-6.0x2.0 m	Canal de riego	*
15	2+620.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
16	2+765.00	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
17	2+807.30	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
18	2+955.65	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
19	3+153.75	M-3.0x1.0 m	Canal de riego	*
20	3+300.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
21	3+508.51	M-3.5x1.2 m	Canal de riego	*
22	3+633.80	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
23	3+707.10	M-1.5x1.0 m	Canal de riego	
24	3+834.00	Puente	Río Cuautla	*
25	4+009.99	M-2.0x1.0 m	Canal de riego	*
26	4+160.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
27	4+275.83	M-4.5x1.0 m	Canal de riego	*
28	4+401.63	M-0.5x1.0 m	Canal de riego	
29	4+600.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
30	4+796.16	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
31	4+877.08	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
32	5+071.92	M-2.0x1.0 m	Canal de riego	*
33	5+072.60	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
34	5+317.70	M-3.5x1.0 m	Canal de riego	*
35	5+440.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento	Cauce Federal
36	5+632.04	M-4.0x1.3 m	Canal de riego	*
37	5+811.03	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
38	5+835.00	TL-3.96 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	*
39	5+906.97	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
40	5+985.06	M-6.0x2.0 m	Canal de riego	*
41	6+286.16	M-3.5x1.5 m	Canal de riego	*
42	6+510.00	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
43	7+220.00	P.S.V.	Arroyo intermitente sin nombre	
44	7+360.00	TL-1.22 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
45	7+554.70	M-1.5x1.0 m	Canal de riego	
46	7+610.73	M-2-0x1.0 m	Canal de riego	*
47	7+686.21	M-3.0x1.5 m	Canal de riego	*
48	7+780.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
49	7+838.77	M-3.5x1.0 m	Canal de riego	*
50	7+897.88	M-2-0x1.0 m	Canal de riego	*
51	8+140.00	TL-6.10 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	*
52	8+450.03	M-3.5x1.5 m	Canal de riego	*
53	8+460.00	P.S.V.	Arroyo intermitente sin nombre	
54	8+780.00	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
55	8+880.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
56	9+120.00	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
57	9+320.00	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
58	9+468.69	M-3.0x1.5 m	Canal de riego	*
59	9+493.11	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
60	9+760.00	P.S.V.	Arroyo intermitente sin nombre	
61	9+960.00	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
62	11+400.00	TL-1.52 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
63	11+680.00	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
64	12+031.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
65	12+223.00	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
66	12+623.00	TL-3.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	*
67	12+654.69	TL-2.59 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	*
68	12+824.64	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
69	12+912.03	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
70	12+983.33	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
71	13+128.97	TL-2.13 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	*
72	13+463.10	TL-2.59 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	*







MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento	Cauce Federal
73	13+920.00	TL-2.59 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	*
74	14+048.80	TL-2.59 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	*
75	14+563.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
76	14+700.00	TL-1.52 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
77	14+800.00	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
78	15+125.5	TL-1.22 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
79	15+226.5	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
80	15+342.70	TL-3.81 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	*
81	15+531.6	TL-1.22 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
82	15+640.00	TL-1.22 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
83	15+750.00	TL-1.22 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
84	15+874.35	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
85	15+991.9	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
86	16+060.0	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
87	16+137.7	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
88	16+824.7	TL-1.22 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
89	17+360.0	TL-1.22 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
90	17+480.0	TL-1.22 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
91	17+648.1	TL-1.52 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
92	17+720.0	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
93	18+450.0	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
94	18+771.0	TL-1.22 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
95	19+107.35	TL-3.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	*
96	19+420.0	2L-6.0x2.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
97	19+800.0	2L-6.0x2.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
98	20+220.0	L-2.5x1.5 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
99	20+353.9	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
100	20+353.900	M-1.5x1.0 m	Canal de riego	
101	20+573.83	TL-1.07 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
102	21+871.0	TL-1.22 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
103	24+204.94	TL-1.22 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
104	24+760.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
105	25+078.19	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*
106	25+160.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
107	25+340.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
108	25+652.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
109	25+860.00	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento	Cauce Federal
110	26+006.00	TL-1.2 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
111	26+214.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
112	26+488.00	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*
113	26+640.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
114	26+900.00	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*
115	27+020.00	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*
116	27+120.00	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*
117	27+488.00	TL-1.5 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
118	27+640.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
119	27+880.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
120	28+100.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
121	28+350.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
122	28+760.00	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*
123	28+840.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
124	28+990.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
125	29+090.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
126	29+300.00	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*
127	29+361.81	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
128	29+534.50	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
129	29+640.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
130	30+440.00	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*
131	30+920.00	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*
132	31+320.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
133	31+594.661	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
134	31+720.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
135	32+187.24	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
136	32+364.940	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
137	32+580.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
138	33+058.000	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
139	33+200.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
140	33+420.00	Puente	Río Cuautla	*
141	33+600.000	M-2-0x1.0 m	Canal de riego	*
142	33+772.230	M-1.5x1.0 m	Canal de riego	
143	33+900.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
144	34+200.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
145	35+151.10	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
146	35+420.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento	Cauce Federal
147	35+690.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
148	36+154.22	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
149	36+243.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
150	36+320.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
151	36+840.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
152	37+100.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
153	37+460.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
154	37+932.81	2TL-2.74 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	*
155	38+101.700	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
156	38+486.66	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*
157	38+840.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
158	39+068.493	M-2.0x1.0 m	Canal de riego	*
159	39+460.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
160	39+680.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
161	39+855.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
162	40+550.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
163	40+740.000	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
164	40+995.660	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
165	41+220.000	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
166	41+420.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
167	41+469.721	M-2.0x1.0 m	Canal de riego	*
168	41+560.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
169	41+580.000	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
170	41+930.433	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
171	42+028.000	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
172	42+190.00	TL-Abov.	Arroyo intermitente sin nombre	*
173	42+322.200	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
174	42+491.430	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
175	42+610.670	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
176	42+910.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
177	43+329,040	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
178	43+512.912	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
179	43+850.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
180	44+025.510	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
181	44+220.00	TL-1.2 m Ø	Arroyo intermitente sin nombre	
182	44+625.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre	*
183	45+154.300	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	





# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

## AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

### TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON) Varios Municipios del Estado de Morelos

Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruceamiento	Cauce Federal
184	45+323.500	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
185	45+330.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente sin nombre	
186	45+756.880	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
187	46+328,048	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
188	46+651.290	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
189	46+882.870	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
190	47+160.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
191	47+340.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
192	47+520.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
193	47+770.84	L-4.0x2.5 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
194	47+980.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
195	48+080.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
196	48+324.95	L-4.0x2.5 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
197	48+743.80	P.S.V	Arroyo intermitente sin nombre	
198	49+260.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
199	49+420.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
200	49+760.00	TL-1.05 m	Arroyo intermitente sin nombre	
201	50+260.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
202	50+600.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
203	51+400.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
204	51+761.03	TL-2.44 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
205	51+986.48	L-2.0x1.5 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
206	52+118.42	TL-1.83 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
207	52+140.00	Puente	Río Yautepec	*
208	52+500.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
209	52+680.00	TL-1.07 m	Arroyo intermitente sin nombre	
210	53+000.00	TL-1.07 m	Arroyo intermitente sin nombre	
211	53+116.15	TL-1.07 m	Arroyo intermitente sin nombre	
212	53+722.08	TL-4.27 m	Río Yautepec	*
213	53+940.00	TL-1.07 m	Arroyo intermitente sin nombre	
214	54+325.12	TL-3.81 m	Río Yautepec	*
215	54+476.05	TL-1.83 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
216	54+700.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
217	54+980.00	TL-2.44 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
218	55+174.09	TL-1.83 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
219	55+380.00	TL-1.07 m	Arroyo intermitente sin nombre	
220	55+751.48	TL-1.83 m	Arroyo intermitente sin nombre	*





Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento	Cauce Federal
221	55+948.00	Puente	Río Yautepec	*
222	56+420.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
223	56+784.83	TL-2.44 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
224	57+402.00	TL-1.83 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
225	57+402.780	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
226	57+630,500	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
227	57+660.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
228	57+773.460	M-2.5x1.0 m	Canal de riego	*
229	58+180.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
230	58+660.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
231	58+814.350	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
232	59+200.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
233	59+705.00	TL-3.51 m	Arroyo intermitente sin nombre	*
234	59+920.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo intermitente sin nombre	
235	60+033	Puente	Río Yautepec	*

**Simbología:** L- Alcantarilla de lámina, TL – Alcantarilla de tubo de lámina, M – Alcantarilla de mampostería, P.I.V. – Paso Inferior Vehicular, P.S.V. – Paso Superior Vehicular.

### II.3.1 Programa general de trabajo

La construcción de la carretera implica cuatro etapas, que a continuación se describen:

#### 1) Elaboración de estudios

Esta etapa tiene como fin, verificar que el proyecto sea factible económica, social y ambientalmente, para lo cual lo primero que se realiza es un análisis sobre el área en donde se insertará el proyecto, el cual cumple con la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, ya que dentro de esta se analizará si el proyecto es factible de acuerdo a la vinculación del mismo con la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia, y se analizará a través de los muestreos en campo si existen especies vulnerables dentro del área en la que se ubicará el proyecto, con lo cual se impida su construcción.

#### 1) Administrativo

Esta etapa se refiere a la adquisición de terrenos, la cual se llevará a cabo en paralelo con la elaboración del estudio de impacto ambiental, con el fin de que al ingresar dicho estudio se demuestre la posesión de los predios.

#### 2) Preparación del sitio y construcción

Dichas etapas se llevarán a cabo una vez obtenida la Autorización en Materia de Impacto Ambiental emitida por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental y consistirá en acondicionar el terreno para llevar a cabo la construcción del proyecto, el



acondicionamiento del terreno se refiere a las etapas de desmonte y despalme que a su vez se traducen en el retiro del material vegetal que se encuentra dentro del derecho de vía del proyecto, para la posterior construcción de la superficie de rodamiento, cabe señalar que en dichas etapas se llevarán a cabo todas las medidas y/o acciones planteadas en la MIA- R del proyecto así como en la autorización, con el fin de minimizar los impactos negativos al ambiente.

### 3) Operación y Mantenimiento

En dichas etapas se pondrá en operación la carretera la cual operará a una velocidad de 110 km /hr, cabe señalar que con objeto de que la autopista se encuentre en optimas condiciones y no constituya un factor de riesgo para los usuarios, se proporcionará un mantenimiento periódico a la autopista y al señalamiento.

Etapas	Actividades / Acciones	Bimestres									
		Estudios previos			Realización de la obra						
		1	2	3	1	2	3	4	5	6	
Estudios	Factibilidad	En proceso									
	Ambiental										
	Proyecto ejecutivo										
Administrativo	Adquisición del terreno	El tiempo para esta actividad depende de las negociaciones entre Institución y particulares o ejidales y de la liberación para el pago de los predios.									
Etapas de preparación y construcción	Desmonte y despalme										
	Excavaciones										
	Rellenos										
	Nivelaciones										
	Terracería										
	Pavimentación										
	Señalización										
Etapas de operación y mantenimiento	Bacheo	Se realizará dependiendo de la problemática de presente la carretera durante su operación									
	Limpieza										
	Rencarpetamiento										

### II.3.2 Selección del sitio o trayectorias

La selección de la ruta fue realizada a través de un proceso que involucra varias actividades, desde el acopio de datos, examen y análisis de los mismos, hasta los levantamientos aéreos y terrestres necesarios para determinar a este nivel los costos y ventajas del trazo propuesto y determinar su conveniencia, con respecto a las ventajas económicas, sociales y ambientales que ofrece el trazo propuesto.

Entre los diferentes aspectos empleados para determinar la ruta del nuevo proyecto, se realizó la recopilación y análisis de información de los siguientes tópicos:





- Comunicaciones e Infraestructura existentes.
- Usos de suelo y vegetación.
- Geología y Geomorfología.
- Hidrología.
- Economía.
- Política.

Como resultado de lo anterior, se obtuvo un conjunto de datos que fueron empleados en el diseño de la trayectoria que seguirá la carretera. Lo anterior, resulta en un trazo óptimo, entendiéndose como aquel que se adapta a las características topográficas del terreno. Sin embargo, la sección de una línea y su adaptabilidad a este dependieron de los criterios adoptados. Estos criterios a su vez, dependen del tipo y volumen de tránsito previsto durante la vida útil del camino, así como de la velocidad de proyecto.

Por consiguiente, una vez que se clasificó la vía y fijó las especificaciones que regirán el proyecto geométrico, se buscó una combinación de alineamientos que se adaptan al terreno, planimétrica y altiméricamente, tomando en consideración aspectos tales, como los requerimientos del derecho de vía, la división de propiedades, el efecto de la vía proyectada sobre otras existentes, el uso de suelo y vegetación, los cruces con ríos, las intersecciones con otras carreteras o ferrocarriles, las previsiones para lograr un buen drenaje y la naturaleza geológica de los terrenos donde se alojará la carretera, entre otros factores. Todo lo anterior, influyó en la determinación de los alineamientos horizontal y vertical del proyecto lo que permite realizar la construcción del mismo con el menor movimiento de terracerías y con el mejor balance entre los volúmenes que se produzcan entre excavación y terraplén.

Lo antes expuesto, colocó la ruta del proyecto en zonas con una topografía caracterizada por terrenos sensiblemente planos a lomeríos suaves y medios, en su mayoría desprovistos de vegetación y/o dedicados a actividades pecuarias, esto se traduce en:

- Fácil acceso al trazo del proyecto, reduciendo la distancia de traslados y las emisiones a la atmósfera generadas por dicha actividad.
- Menor generación de residuos provenientes del desmonte y despalme.
- Menor afectación sobre los ecosistemas existentes.
- Reducir el espesor de la capa niveladora, requiriendo menos volumen de material de préstamo.
- Reducir la cantidad de cortes y la altura de los mismos.
- Mejor planeación de las obras complementarias de drenaje, con el propósito de no afectar el escurrimiento natural del agua y evitar almacenamiento de agua debido a la construcción de la carretera.

Adicionalmente, se buscó que el trazo se encontrara lo más cercano posible a los bancos de préstamo de materiales existentes en el área, reduciendo la cantidad y distancia de los acarrees, disminuyendo las afectaciones al ambiente debido al empleo de bancos de préstamo existentes, así como de caminos de acceso y brechas a los mismos, aunado a la reducción de la contaminación atmosférica generada por las emisiones vehiculares, ruido y levantamiento de polvos consecuente de la reducción de la distancia de los acarrees.



### II.3.2.1 Estudios de campo

Los estudios previos que se realizaron para determinar las alternativas viables para la construcción de la autopista fueron:

1. Levantamiento Fotogramétrico. Se efectúa un vuelo sobre la ruta seleccionada, para obtener fotografías aéreas escala 1:10,000.
2. Análisis estereoscópico. Se realiza un estudio estereoscópico para trazar sobre las fotografías aéreas las diferentes alternativas que posteriormente permitirán delimitar la restitución fotogrametría.
3. Estudios Geológicos.
4. Restitución fotogrametría. A partir de esta se obtiene planos topográficos escala 1:2,000/2M.
5. Reconocimientos aéreos (avión y/o helicóptero) y terrestres. Para corroborar lo observado en los planos y en las fotografías aéreas, y analizar la geología uso de suelo, la vegetación, la ubicación de posibles bancos de material, zonas de tiro de desperdicio.
6. Determinación de las especificaciones geométricas:
  - Velocidad del proyecto
  - Sección transversal tipo
  - Pendiente gobernadora
  - Pendiente máxima
  - Sobreelevación máxima
7. Estudios de las diferentes alternativas sobre los planos escala 1:2,000/2M., tomando en cuenta:
  - Cruces de ríos
  - Propuestas de túneles
  - Ubicación de libramientos
  - Tipos de entronque
  - Ubicación de casetas de cobro
  - Afectaciones
8. Evaluación de alternativas se realiza una evaluación del costo de construcción y del costo de operación para cada una de las alternativas, tomando en cuenta:
  - Volumen de terracerías
  - Estructuras.
  - Viaductos
  - Puentes
  - Pasos
  - Túneles
  - Estructuras menores
  - Entronques
  - Impacto ambiental
  - Zonas arqueológicas
  - Centros históricos
9. Se realiza el cálculo de las coordenadas del alineamiento horizontal del eje de la alternativa aceptada.
10. Levantamiento de campo de la alternativa aceptada.
11. Trazo del alineamiento horizontal.
12. Nivelación diferencial del eje.
13. Trazo y nivelación de las obras de drenaje menor.
14. Estudios geotécnicos.





- 15. Estudios geosísmicos y/o geofísicos.
- 16. Estudios topohidráulicos.
- 17. Estudios hidrológicos.

### II.3.2.2 Sitios o trayectorias alternativas

Por el momento no se plantean trayectorias alternativas

### II.3.2.3 Situación actual del o los sitios del Proyecto y tipo de propiedad

Los tipos de propiedad que se presentan a lo largo del trazo del proyecto son los siguientes:

**Propiedad privada**, se ha formalizado la compra-venta, ante la fe del notario público.

**Ejido**, se ha formalizado la compra, a través de los convenios de ocupación previa, con cada titular del derecho, mismos que se han inscrito ante el registro agrario nacional. Para su validez formal.

**Uso común**, se ha pagado al comisariado ejidal a través de convenio de ocupación previa.

### II.3.2.4 Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

Actualmente el uso de suelo que se presenta dentro del área donde se pretende ubicar el proyecto corresponde a zonas empleadas para actividades agrícolas, de igual forma se presentan áreas con acahual de selva baja caducifolia, en la siguiente tabla se presentan los tipos de vegetación por kilometraje (ver Anexo II).

Características	Kilometraje	
	Desde	Hasta
Agricultura de Temporal	0+000.00	1+690.60
Selva Baja Caducifolia	1+690.60	2+032.53
Agricultura de Temporal	2+032.53	3+216.06
Agricultura de Riego	3+216.06	4+182.98
Agricultura de Temporal	4+182.98	9+081.91
Selva Baja Caducifolia	9+081.91	9+268.17
Agricultura de Temporal	9+268.17	10+220.65
Selva Baja Caducifolia	10+220.65	10+263.19
Agricultura de Temporal	10+263.19	11+586.04
Selva Baja Caducifolia	11+581.04	11+797.39
Agricultura de Temporal	11+798.39	16+035.66
Selva Baja Caducifolia	16+035.66	16+125.84
Agricultura de Temporal	16+125.84	17+516.28
Selva Baja Caducifolia	17+516.28	17+582.61
Agricultura de Temporal	17+582.61	19+220.83

Características	Kilometraje	
	Desde	Hasta
Selva Baja Caducifolia	19+220.83	19+283.95
Agricultura de Temporal	19+283.95	21+755.61
Selva Baja Caducifolia	21+755.61	21+806.95
Agricultura de Temporal	21+806.95	22+102.48
Selva Baja Caducifolia	22+102.48	22+478.82
Agricultura de Temporal	22+478.82	23+756.76
Agricultura de Riego	23+756.76	24+340.03
Selva Baja Caducifolia	24+340.03	24+689.44
Agricultura de Riego	24+689.44	25+237.49
Selva Baja Caducifolia	25+237.49	25+323.46
Agricultura de Riego	25+323.46	25+589.94
Selva Baja Caducifolia	25+589.94	25+601.30
Agricultura de Riego	25+601.30	26+000.00
Selva Baja Caducifolia	26+000.00	26+428.62
Agricultura de Temporal	26+428.62	27+502.93





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Características	Kilometraje	
	Desde	Hasta
Selva Baja Caducifolia	27+502.93	27+663.27
Agricultura de Temporal	27+663.27	29+000.00
Selva Baja Caducifolia	29+000.00	29+177.45
Agricultura de Temporal	29+177.45	30+195.98
Agricultura de Riego	30+195.98	31+108.34
Selva Baja Caducifolia	31+108.34	31+231.93
Agricultura de Riego	31+231.93	33+122.65
Selva Baja Caducifolia	33+122.65	33+562.40
Agricultura de Riego	33+562.40	33+616.13
Selva Baja Caducifolia	33+616.13	34+961.34
Agricultura de Temporal	34+961.34	35+459.28
Selva Baja Caducifolia	35+459.28	35+582.33
Agricultura de Temporal	35+582.33	35+612.70
Selva Baja Caducifolia	35+612.70	35+739.25
Agricultura de Temporal	35+739.25	35+755.69
Selva Baja Caducifolia	35+755.69	35+903.08
Agricultura de Temporal	35+903.80	36+424.53
Selva Baja Caducifolia	36+424.53	36+484.68
Agricultura de Temporal	36+484.68	36+631.19
Selva Baja Caducifolia	36+631.19	36+698.20
Agricultura de Temporal	36+698.20	36+927.32
Selva Baja Caducifolia	36+927.32	37+179.24
Agricultura de Temporal	37+179.24	37+248.21
Selva Baja Caducifolia	37+248.21	38+601.59
Agricultura de Temporal	38+601.59	38+879.00
Selva Baja Caducifolia	38+879.00	40+405.87

Características	Kilometraje	
	Desde	Hasta
Agricultura de Temporal	40+405.87	42+051.44
Selva Baja Caducifolia	42+051.44	42+349.44
Agricultura de Riego	42+349.44	42+799.01
Selva Baja Caducifolia	42+799.01	43+115.97
Agricultura de Riego	43+115.97	43+658.82
Selva Baja Caducifolia	43+658.82	44+375.73
Agricultura de Temporal	44+375.73	44+569.28
Selva Baja Caducifolia	44+569.28	44+721.59
Agricultura de Temporal	44+721.59	45+024.07
Selva Baja Caducifolia	45+024.07	45+177.76
Agricultura de Temporal	45+177.76	45+378.64
Selva Baja Caducifolia	45+378.64	45+444.41
Agricultura de Temporal	45+444.91	45+798.18
Selva Baja Caducifolia	45+798.18	46+153.35
Agricultura de Temporal	46+153.35	46+677.67
Selva Baja Caducifolia	46+677.67	46+800.97
Agricultura de Temporal	46+800.97	46+831.99
Selva Baja Caducifolia	46+831.99	46+875.47
Agricultura de Temporal	46+875.17	46+963.92
Selva Baja Caducifolia	46+963.92	47+531.68
Agricultura de Temporal	47+531.68	47+642.26
Selva Baja Caducifolia	47+642.26	50+903.17
Agricultura de Riego	50+903.17	51+019.82
Agricultura de Temporal	51+019.82	62+000.00

En general de acuerdo con la superficie en la que se desarrollará el proyecto (considerando el DDV y entronques), la superficie que ocupan los usos de suelo se presentan en la siguiente tabla:

Características	Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuérón)			
	DDV y entronques (Ha)	%	Líneas de ceros (Ha)	%
Agricultura de Riego	178.52	43.05	50.60	43.09
Agricultura de Temporal	152.03	36.66	43.01	36.63
Selva Baja Caducifolia	83.23	20.07	23.55	20.06
Pastizal inducido	0.91	0.22	0.26	0.22
Total	414.69	100.00	117.42	100.00

II.3.2.5 Urbanización del área





El sitio de proyecto se ubica al poniente del estado de Morelos, donde se tienen una serie de poblaciones urbanizadas como son Higuierón, Pedro Amaro, Jojutla, Tlaquiltenango, Tlaltizapán San Vicente de Juárez, El Salitre, Huataco, Amacuitapilco, Jonacatepec y Jantetelco.

Las cuales cuentan con los servicios básicos como son luz, alcantarillado y agua potable. A su vez los municipios de Ayala, Jantetelco, Jojutla, Jonacatepec, Tepalcingo, Tlaltizapán y Tlaltiquitenango cuentan con un total de 20 ha de superficie destinada a tiraderos de basura a cielo abierto donde depositan residuos sólidos. Los cuales son suficientes para captar los 197 kg de residuos sólidos generados por el total del personal empleado.

En cuanto a plantas de tratamiento de agua, los municipios concentran un total de 7 plantas para el tratamiento de agua, distribuidas de la siguiente forma: Ayala cuenta con 1 (pública), Jantetelco con 1 (privada), Jojutla con 3 (2 privadas y 1 pública) y Tlaltizapán 2 (públicas).

### II.3.2.6 Área natural protegida

El estado de Morelos cuenta con diez áreas naturales protegidas (ANPs): cuatro de carácter federal y seis de carácter estatal. De los 4,941 Km<sup>2</sup> que conforman la superficie territorial del Estado de Morelos, actualmente se encuentran protegidas por Ley 131,924 hectáreas que representan el 26.7 % de la superficie total del Estado, por lo cual es uno de los estados con mayor proporción de superficie protegida. En el SAR del Proyecto se encuentran presentes dos ANP's; una con decreto federal y la otra con decreto estatal. Es importante señalar que el derecho de vía del Proyecto no atraviesa ninguna Área Natural Protegida federal o estatal, por consiguiente, el Proyecto no se contrapone con las políticas de uso de suelo contempladas en los decretos y planes de manejo correspondientes (ver Tabla 6 y Figura 5).

**Tabla 6. Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales presentes en el SAR del Proyecto.**

Nombre	Categoría	Fecha de decreto	Superficie (Has)	Ecosistema	Distancia mínima con respecto al trazo del Proyecto (Km)
Sierra de Huautla	ANP Federal/ Reserva de la Biosfera	08- Septiembre- 1998	59,030	Selva baja caducifolia, Selva mediana caducifolia, bosque de encino y selva baja subcaducifolia	0.768
Sierra Monte Negro	ANP Estatal/Reserva Estatal	10- Junio - 1998	7,328	Selva baja caducifolia	6.477
Las Estacas	ANP Estatal/Reserva Estatal	10-Junio-1998	652	Selva baja caducifolia	4.372

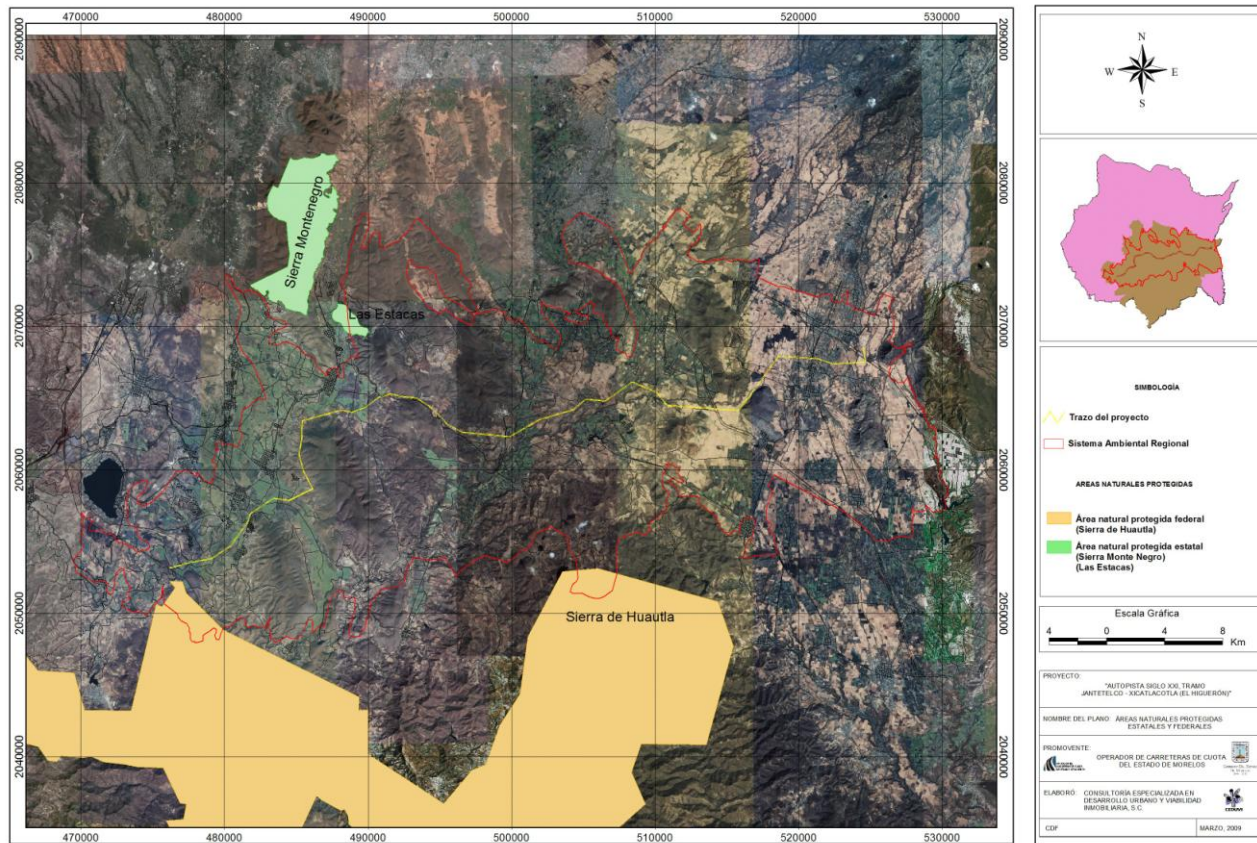


Figura 5. Ubicación de las Áreas Naturales Protegidas con decreto Federal y Estatal dentro del SAR del Proyecto.

### II.3.2.7 Otras áreas de atención prioritaria

Como una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), propone una regionalización del territorio mexicano. La regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. Cabe señalar que la regionalización propuesta por CONABIO se refiere solo a la importancia biológica de las áreas propuestas, actualmente no existe algún marco de regulación acerca de estas áreas, por lo que no se hallan restricciones de tipo legal que impida llevar a cabo ningún tipo de actividades en las mismas.

- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)**

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecológica y específica comparativamente mayor que en





el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Como producto del Proyecto RTP, se obtuvo un mapa en escala 1:1,000,000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km<sup>2</sup>, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio (Arriaga, *et al.* 2000).

Dentro del SAR del Proyecto se encuentra la Región Terrestre Prioritaria 120 Sierra de Taxco – Huautla. Cabe señalar que el derecho de vía del Proyecto se encuentra fuera de dicha RTP, no obstante, la distancia mínima a la que se encuentra es de 768 m. La descripción de la RTP 120 se presenta en el **Capítulo III en la sección III.2.3.1 Otras Categorías** del presente documento.

- **Regiones Hidrológicas Prioritarias**

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido.

Como resultado, se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad. (Arriaga *et al.*, 2002).

Dentro del SAR del Proyecto se encuentra la **Región Hidrológica Prioritaria 67 Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala**. Asimismo, es importante señalar que el proyecto atravesará dicha región hidrológica, tal como se describe en el **Capítulo III en la sección III.2.3.1 Otras Categorías** del presente documento.

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

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Como resultado en el territorio mexicano se identificaron 230 AICAS que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves.

Dentro del SAR del Proyecto se encuentra presente una Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Estas es la **Sierra de Huautla**. El trazo del Proyecto no atraviesa ninguna de ellas. Al igual que las otras regiones, la descripción de las mismas se presenta en el **Capítulo III en la sección III.2.3.1 Otras Categorías**.



## II.3.3 Preparación del sitio y construcción

### II.3.3.1 Preparación del sitio

En la etapa de preparación del sitio, se llevarán a cabo las actividades necesarias para dejar el terreno, en condiciones apropiadas para el inicio de la construcción del tramo carretero. Las actividades en esta etapa se describen a continuación:

- **Desmante:** Esta actividad consistirá en realizar la limpieza del terreno mediante la eliminación de la cobertura vegetal existente, lo cual será realizado por medios mecánicos. El desmante es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de banco, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obras y mejorar la visibilidad. El desmante comprende:
  - Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
  - Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
  - Desenraicé, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces
  - Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmante al banco de desperdicios.

Previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección para programarlos y determinar el tipo de equipo que se requiere de acuerdo con las características de la vegetación.

Será delimitada la zona de desmante en el área determinada dentro del derecho de vía (línea de ceros), según lo establecido en el proyecto. En canales y contracuentas, el desmante se hará en la superficie limitada por las líneas trazadas a lo largo de los ceros de éstas.

Los trabajos de desmante se realizarán asegurando que toda materia vegetal quede fuera de las zonas destinadas a la construcción, evitando dañar árboles fuera del área indicada en el proyecto.

El desenraicé se limitará a las superficies limitadas por las líneas trazadas a lo largo de los ceros de cortes, terraplenes, canales, contracunetas, entre otras.

Las ramas de los árboles situados fuera de las áreas desmontadas, que queden sobre la corona de las terracerías, serán cortadas.

En cualquier caso, se respetarán los árboles y la vegetación adyacente a cuerpos de agua.

- **Despalme:** Es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

Previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección para programar y determinar el tipo de equipo que se requiera de acuerdo con las características del material de despalme.



Previo al inicio del despalme y una vez ejecutado el desmonte, se delimitará la zona de despalme de acuerdo con lo indicado en proyecto.

El espesor del despalme será de acuerdo al material existente en el lugar, de acuerdo con la estratigrafía del terreno o con la existencia de rellenos artificiales.

El material natural producto del despalme se empleará para el recubrimiento de los taludes de terraplenes, así como los pisos, fondo de excavaciones y taludes de los bancos al termino de la explotación, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impidan el drenaje o que no invadan cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de la vegetación, se le adicionarán semillas de pasto o de vegetación propia de la zona, adecuada al paisaje y que no impidan la buena visibilidad.

### II.3.3.2 Construcción

Durante la etapa de construcción del proyecto, se llevarán a cabo varias obras y actividades, tales como:

- Cortes
- Excavación para canales
- Excavación para estructuras
- Terraplenes
- Rellenos
- Acarreos
- Abatimiento de taludes
- Bermas
- Mampostería de piedra
- Zampeado
- Estructuras de concreto reforzado
- Alcantarillas de lámina corrugada.
- Cunetas
- Contracunetas
- Lavaderos
- Bordillos
- Subdrenes
- Revestimientos
- Subbases y bases
- Riegos de impregnación
- Riegos de liga
- Carpetas por el sistema de riegos
- Señalamiento y colocación de dispositivos de seguridad

Todas ellas asociadas a las obras que se realizarán, a continuación se describen las acciones producto de las actividades antes señaladas. Es importante recalcar que no se requerirá de la utilización de explosivos en esta etapa.

- Cortes: Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra. Siguiendo las recomendaciones:

Para el inicio de los trabajos, la zona por cortar estará debidamente desmontada, una vez terminado el desmonte se delimitará la zona de corte mediante estacas en las líneas de ceros, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Si el producto del corte se destina a la formación de terraplenes, previo al inicio de los trabajos, la zona delimitada estará debidamente despalmada.

Los cortes se ejecutarán de acuerdo a las líneas de proyecto y sin alterar las áreas fuera de los límites de la construcción, indicados por las líneas de ceros.

Los cortes se ejecutarán de manera que se permita el drenaje natural del corte.



Los cortes se ejecutarán con el talud establecido en el proyecto. En caso de que los materiales de los taludes resulten fragmentados o la superficie sea irregular o la superficie irregular o inestable, el material en estas condiciones será removido.

Los materiales producto del corte se utilizarán para construir terraplenes o arroparlos reduciendo la inclinación de sus taludes. Los materiales provenientes de derrumbes o deslizamientos recientes se retirarán del sitio de los trabajos para aprovecharse en el abatimiento de taludes o se depositarán, al igual que el material sobrante de los cortes, en el sitio y forma que indique el proyecto, siempre evitando alteraciones al paisaje, a cuerpos de agua y favorecer el desarrollo de la vegetación, así como para obstaculizar el drenaje natural.

- Excavación para Canales. Los canales son excavaciones ejecutadas a cielo abierto, con objeto de formar la sección de cauces artificiales o para la rectificación de cauces naturales, que capten los escurrimientos y desalojen el agua hacia las alcantarillas, a una cañada inmediata o a una parte baja del terreno, en un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros.

Para el inicio de los trabajos, la zona por excavar estará debidamente desmontada. Una vez terminado el desmonte se delimitará la zona de excavación mediante estacas, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Cuando el producto de la excavación se utilice en obras de terracería, se realizará el despalme de la zona delimitada. Si así lo indica el proyecto se llevará a cabo las desviaciones necesarias para evitar que el agua afecte los trabajos de excavación.

La excavación para formar el canal se efectuará de acuerdo a las secciones y niveles establecidos en el proyecto.

La excavación se ejecutará de aguas abajo hacia aguas arriba, de tal manera que se permita el drenaje natural de la misma, efectuando las obras auxiliares necesarias para realizar, dentro de los límites económicos, la excavación en seco. En el caso en que no pueda drenarse la excavación por gravedad, el drenaje se ejecutará por bombeo.

El material suelto o inestable, así como toda la materia vegetal, se removerá para asegurar la estabilidad de la excavación y preservar las secciones.

Cuando el material se deposite lateralmente se dejará una berma entre la excavación y el depósito, con un ancho mínimo igual a la mitad de la altura de depósito y en ningún caso menor a un metro.

En el caso de contracunetas y canales en ladera, el desperdicio se depositará formando un bordo de sección sensiblemente uniforme, paralelo a la excavación, siempre de lado aguas abajo.

El material producto de la excavación, que no vaya a ser utilizado, se depositará en el sitio o banco de desperdicios o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje natural del terreno o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de la vegetación.

Una vez terminada la excavación, los taludes y el fondo de los canales serán afinados de acuerdo con la sección y la pendiente establecidas en el proyecto.

- Excavación para Estructuras. Las excavaciones para estructuras son las que se ejecutan a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes, para alojar estructuras y obras de drenaje entre otras.





Previo en el inicio de los trabajos, la zona por excavar estará debidamente desmontada, una vez terminado el desmonte se delimitará a zona de excavación, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Si así lo indica el proyecto se llevarán a cabo las desviaciones necesarias para evitar que el agua afecte los trabajos de excavación.

Con el fin de proteger la excavación, si la estructura para la cual se ejecute no se inicia de manera inmediata y el fondo de dicha excavación está formado por materiales altamente erosionables o que pueden ser afectados rápidamente por el intemperismo, se suspenderá la excavación arriba del nivel de desplante, hasta que este por iniciarse la construcción de la estructura.

Durante la ejecución de la excavación esta se protegerá de inundaciones y se asegurará su estabilidad, para evitar derrumbes, drenando toda el agua que afecte a la excavación.

El material suelto o inestable, así como toda la materia vegetal, se removerá para asegurar la estabilidad de la excavación.

Cuando lo requiera, las paredes de la excavación sirvan de molde a un colado, sus dimensiones no deberán excederse en más de diez centímetros respecto a las fijadas en el proyecto. Si se excede dicho límite, se deberán poner moldes. El material producto de la excavación se utilizar en el relleno de la misma. Una vez construida la estructura en la excavación, esta se rellenará.

El material sobrante de la excavación se depositará en el sitio o banco de desperdicios o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje natural del terreno o que no invada cuerpos de agua.

Se construirá un firme nivelado de concreto hidráulico sobre el fondo de la excavación, para desplante de la estructura.

Las grietas y oquedades que se encuentren en el fondo de la excavación, se rellenarán con concreto hidráulico u otro material.

- Terraplenes. Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel subrasante que indique el proyecto, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tender taludes.

Los materiales para la construcción del cuerpo del terraplén, la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes, cuando procedan de cortes, pueden ser compactables o no compactables. Cuando provengan de bancos o se utilicen en la construcción de las capas subyacentes y subrasantes, siempre serán compactables.

Se delimitará la zona de desplante del terraplén mediante estacas u otras referencias, previo al inicio de los trabajos, la zona de desplante del terraplén estará debidamente desmontada. Cuando se encuentre material de calidad inaceptable en el área de desplante del terraplén, el material será sustituido por otro de mejor calidad, para lo cual se abrirá una caja de profundidad necesaria como parte del despalme. El proyecto indicará si es necesaria la compactación del fondo de la caja, de acuerdo a las características del material. La caja se rellenará con capas compactadas con el material y la compactación que indique el proyecto.



En la ampliación de la corona o tendido de taludes en los que no se vaya a modificar el ancho de corona de terraplenes existentes o en trabajos para la elevación de la subrasante, se excavarán escalones de liga.

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes se rellenarán los huecos resultantes de los trabajos de desmonte y despalme con material compactado; asimismo, se compactará el terreno natural o el despalmado, en el área de desplante, en un espesor mínimo de veinte centímetros y a una compactación similar a la del terreno natural.

El material proveniente de cortes y bancos se descargarán sobre la superficie donde se extenderá, en cantidad prefijada por estación de veinte metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar o acomodar el material.

En caso de material compactable, este se preparará hasta alcanzar el contenido de agua de compactación y obtener homogeneidad en granulometría y humedad, extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, o eliminado el agua excedente.

Siempre que la topografía del terreno lo permita el material se extenderá en capas sucesivas sensiblemente horizontales en todo el ancho de la sección.

Si así lo indica el proyecto, cuando la topografía del terreno presente lugares inaccesibles donde no sea posible la construcción por capas compactadas o acomodadas utilizando equipo mayor, dichos lugares se rellenarán a volteo para formar una plantilla en la que se pueda operar el equipo, prosiguiendo la construcción por capas compactadas de ese nivel en adelante.

Cuando el nivel de desplante coincida sensiblemente con el nivel freático, se evitará desplantar el terraplén directamente sobre la superficie saturada, procediendo al abatimiento del nivel freático o a colocar una primera capa a volteo de espesor suficiente para que soporte al equipo.

Cuando el proyecto indique que se deba asegurar la compactación de los hombros de los terraplenes, estos se construirán con una sección más ancha que la teórica de proyecto, respetando la inclinación de los taludes señalada.

Como parte final del terraplén se construirán la capa subyacente, y por último, la capa subrasante, con los espesores, materiales y grados de compactación que establezca el proyecto.

La construcción de la capa subrasante se ejecute directamente bajo el nivel del piso de un corte y los materiales en ese sitio satisfacen las características establecidas, dicha capa se formara sin necesidad de una excavación adicional, escarificando y compactando la cama de corte, con el espesor y grado de compactación establecido.

Cada capa de material compactable, tendida y conformada, se compactará hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto.

La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia al centro de las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada,



Cada capa de material no compactable, tendida y conformada, se acomodará mediante bandeado, roseando un tractor montado sobre orugas, que tendrá una masa mínima de treinta y seis toneladas, de forma que pase cuando menos tres veces por cada sitio. El número de pasadas podrá ser ajustado en la obra, dependiendo del equipo que se utilice.

- Rellenos. El relleno es la colocación de materiales seleccionados o no, en excavaciones hechas para estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, cuñas de terraplenes contiguos a estructuras, así como trincheras estabilizadoras.

Los trabajos de relleno se podrán iniciar tan pronto sea posible, especialmente cuando las condiciones de desplante total o parcial de la estructura requieran protección.

Las capas de material se colocarán con espesores no mayores de los que puedan ser compactados con el equipo seleccionado. La compactación se hará de tal forma que se garantice una compactación uniforme en toda el área de relleno.

Los rellenos se compactarán a un grado de compactación mínimo de noventa por ciento de su masa volumétrica seca máxima, obtenida mediante la prueba AASHTO estándar.

Para el relleno de alcantarillas y estructuras en forma de arco, el material se extenderá en capas de manera simétrica, tanto respecto al eje transversal de la estructura como al eje longitudinal y se compactará también simétricamente, a mano o con equipo manual.

Los rellenos de excavaciones para estructuras, muros de contención y colchones de protección de las obras de drenaje se ejecutaran previamente a la construcción de terraplenes.

Los rellenos de filtro se colocarán en capas apisonadas. Cuando se trate de rellenos de filtro para obras de drenaje y subdrenaje, se tendrán los cuidados necesarios para no dañar las paredes de la excavación, los tubos o los geotextiles.

En rellenos de trincheras estabilizadoras, los trabajos se podrán iniciar tan pronto sea posible, especialmente cuando las condiciones del terreno sean inestables.

Las capas de material se colocarán con espesores no mayores de los que puedan ser compactados con el equipo seleccionado. La compactación se hará de tal forma que se garantice una compactación uniforme en toda el área del relleno.

- Acarreos. Los acarreos son el transporte de material producto del aprovechamiento de bancos, cortes, excavaciones, desmontes, despalmes y derrumbes, desde el lugar de extracción, hasta el lugar de utilización, depósito o disposición en banco de desperdicios.
- Abatimiento de Taludes. El abatimiento de taludes son los trabajos necesarios para mejorar la estabilidad de los cortes y terraplenes, mediante el corte y remoción de material para obtener un talud con menor inclinación.
- Bermas. La construcción de bermas son los trabajos necesarios para formar escalones en cortes y terraplenes para mejorar su estabilidad.

Las bermas se formaran escalonando los taludes de los cortes de acuerdo con las dimensiones establecidas.



Las bermas en terraplenes, se formaran extendiendo y compactando un material preferentemente arcilloso, desde el pie de talud por estabilizar, hasta lograr la compactación y sección establecida.

Cuando se prevea que la berma forme parte de una ampliación de corona, previamente a la construcción de la berma, se excavarán escalones de liga. El material de la berma se extenderá por capas, compactándolo hasta alcanzar el grado establecido en el proyecto.

- Mampostería de Piedra. Las mamposterías de piedra son elementos estructurales construidos con fragmentos de roca acomodados, junteados o no con mortero. La mampostería de piedra se clasifica en:
  - Mampostería de primera clase. La mampostería de primera clase es la que se construye con piedra labrada, acomodada para obtener una forma geométrica regular con acabado a dos caras, formando hiladas regulares y junteada con mortero cemento.
  - Mampostería de segunda clase. La mampostería de segunda clase es la que se construye con piedra toscamente labrada para obtener aproximadamente la forma geométrica requerida, con acabado a una sola cara, sin formar hiladas y junteada con mortero cemento.
  - Mampostería de tercera clase. La mampostería de tercera clase es la que se construye con piedra sin labrar junteada con mortero de cemento o de cal, sin formar hiladas regulares.
  - Mampostería seca. La mampostería seca es la que se construye con piedra sin labrar, debidamente acomodada para dejar el menor volumen de vacíos, sin emplear morteros.

Previo al inicio de los trabajos, la superficie de desplante estará totalmente terminada, nivelada y limpia de materias extrañas. El terreno de la zona de desplante se compactará al grado establecido en el proyecto y se colocará una plantilla de mortero, con la misma dosificación que la que se utilizará para el junteo de la mampostería, con cedacería de piedra o sin ella, con el espesor mínimo necesario para obtener la superficie.

En mamposterías de primera clase, las piedras se labrarán dándoles la forma adecuada para cumplir con las características establecidas en el proyecto.

En mamposterías de segunda clase las piedras se labrarán dándoles la forma adecuada al sitio del asiento que les corresponda, seleccionando las de mejor forma y tamaño para las esquinas y extremos de los muros.

Cuando las piedras sean de origen sedimentario, el labrado se hará de tal manera que los planos de sedimentación queden horizontales o perpendiculares al esfuerzo principal.

En todos los casos, las piedras se colocarán de manera que las de mayor tamaño se alojen en la parte inferior del elemento en construcción, de forma que la dimensión mayor quede perpendicular al eje longitudinal del parámetro.

En mampostería de primera, segunda y tercera clase, las piedras se saturarán con agua previamente a su colocación y se juntarán con mezcla en la proporción que establezca el proyecto, llenando completamente los huecos entre las piedras contiguas.



En mampostería de primera, segunda y tercera clase, antes de asentar las piedras, se humedecerá el mortero del asiento, la plantilla de desplante o las piedras sobre las que se coloque la mezcla.

En mampostería de tercera clase las piedras se colocaran con las mejores caras hacia los parámetros visibles, afinándolas ligeramente.

Como resultado de la falta de uniformidad de la piedra resultan vacíos grandes, estos se llenarán totalmente con mezcla y cedecería de piedra.

La parte de la mampostería de tercera clase que pudiera quedar cubierta por agua, invariablemente será juntada con mortero de cemento, por lo que no se admitirá el uso de mezclas con cal o cementante para mortero.

El entallado se hará empleando mortero con la misma dosificación que el utilizado en el junteo interior de la piedra, rellenando y enrasando la junta vaciada hasta el ras de la cara de la piedra.

El entallado se hará después de que el primer mortero haya endurecido, por lo que será necesario humedecer bien el paramento y la junta antes de repasar esta última con mortero fresco hasta enrasar uniformemente.

El coronamiento o enrase de toda la mampostería que quede expuesto a la intemperie, se cubrirá con un aplanado de mortero de cemento.

Cuando la mampostería se destine a muros de contención, estribos o bóvedas, se colocarán drenes.

- Zampeado. El zampeado es el recubrimiento de superficies con mampostería de piedra o tabique, concreto hidráulico o suelo-cemento, con el objeto de protegerlas contra la erosión.

Previo a la construcción del zampeado, la superficie por recubrir estará debidamente terminada y libre de materias extrañas. La superficie por cubrir se compactará al grado establecido en el proyecto. En el caso de zampeados de mampostería juntada con mortero, de concreto hidráulico colado en el lugar o de suelo-cemento, la superficie por recubrir se mantendrá húmeda desde el momento en que se termine la limpieza, hasta que sea recubierta.

Por ningún motivo se permitirá la elaboración de mezclas para zampeado directamente sobre las superficies de rodamiento o acotamientos. El procedimiento que se utilice para el manejo de las mezclas, debe garantizar que durante su fabricación, manipulación y aplicación no se manche el pavimento.

El zampeado se construirá en el lugar, del tipo, con las dimensiones y características establecidas.

La mampostería que se utilice en la construcción del zampeado, podrá ser de piedra o tabique, con juntas de mortero de cemento o seca.

A menos de que se emplee mampostería seca, antes de ser colocadas las piedras o tabiques estarán húmedos, al igual que la superficie de apoyo y las piedras o tabiques contiguos. Las piedras o tabiques se colocaran cuatropedados, sobre una capa de mortero. Las piedras se acomodarán a manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las piedras contiguas, para finalmente llenar completamente las juntas con mortero y lajas. Antes de que endurezca el mortero de las juntas, este se entallará al ras del paramento.



- Estructuras de Concreto Reforzado. Las estructuras de concreto reforzado son las formadas por la combinación de concreto hidráulico y acero de refuerzo, para integrar una estructura con las propiedades que cada uno de ellos aporta. Las estructuras de concreto reforzado pueden ser elementos colados en el sitio o precolados.

Los materiales que se utilicen en la construcción de estructuras de concreto reforzado cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables a los Títulos 02. **Materiales para Concreto Hidráulico**, 03. **Acero y Productos de Acero** y 04. **Soldadura**, de la Parte 2. **Materiales para Estructuras**, del Libro CTM. **Características de los Materiales**.

El equipo que se utilice para la construcción de estructuras de concreto reforzado, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria.

El transporte y almacenamiento de los materiales empleados para la construcción de estructuras de concreto reforzado se realizará conforme a los lineamientos técnicos establecidos en las Normas aplicables a los Títulos 02. **Materiales para Concreto Hidráulico**, 03. **Acero y Productos de Acero** y 04. **Soldadura**, de la Parte 2. **Materiales para Estructuras**, del Libro CTM. **Características de los Materiales**. Dicha actividad se realizará empleando los caminos de accesos determinados y sin rebasar las superficies determinadas, evitando afectaciones fuera de la línea de ceros del proyecto.

En el caso de elementos precolados, los patios de maniobras contarán con accesos adecuados al sitio de fabricación de las piezas, y su adecuada transportación al sitio de la obra.

- Alcantarillas de Lámina Corrugada. Las alcantarillas de láminas corrugadas de acero son estructuras flexibles que se construyen mediante tubos o arcos de lámina corrugada de acero, formadas por dos o más placas ensambladas y colocadas sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan, pueden ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y enviajadas; según su geometría se clasifican en alcantarillas de tubo circular, de tubo abovedado o de bóveda.

La excavación para las alcantarillas se efectuará de acuerdo con las secciones y niveles establecidos en el proyecto. La excavación se hará dejando una holgura de cincuenta centímetros a cada lado de la alcantarilla para permitir la compactación del material relleno. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita. El fondo de la excavación en que se asiente la alcantarilla estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades. Se excavarán canales de entrada y de salida con la geometría y longitud establecidas.

La plantilla de apoyo para la alcantarilla se formará con una capa de espesor y con los materiales, el grado de compactación y el nivel indicados en el proyecto. La geometría final de la plantilla será similar a la del tubo.

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

Las piezas se colocarán de manera que en sus traslapes transversales, el extremo del tubo al que le corresponda la parte exterior del traslape, quede aguas abajo. Los tramos de tubo se colocarán sobre la



superficie de desplante, de tal forma que los traslapes longitudinales queden en los costados, nunca en la parte superior e inferior.

Los tubos de las alcantarillas se anclarán al terreno únicamente cuando así lo indique el proyecto.

Cuando se presente corriente de agua o filtraciones durante la colocación de los tubos, se hará lo necesario para desviar el agua temporalmente, mediante canales, bombeo u otro procedimiento.

Cuando se utilicen tubos circulares de ciento veinte centímetros de diámetro o mayores, sobre los que se vaya a colocar el colchón de siete coma cinco metros, antes de iniciarse el relleno se aumentará su diámetro vertical en un cinco por ciento para tubos anidables y en un tres por ciento para tubos seccionables.

El relleno colocado en los costados y alrededor de los tubos circulares, se compactará simétricamente a mano o con equipo manual, en ambos lados en capas de quince centímetros, con el material y el grado de compactación establecidos.

Los extremos de la alcantarilla se sujetarán con muros de cabeza de mampostería, concreto ciclópeo o concreto armado. A la entrada y a la salida de la alcantarilla, en caso que se requiera, se realizara un zampeado.

- Cunetas. Las cunetas son zanjas que se construyen adyacentes a los hombros de la corona en uno o en ambos lados, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona, de los taludes de los cortes, o del terreno contiguo, conduciéndola a un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros.

La conformación de las zanjas para formar las cunetas, se efectuará mediante una excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos.

La pendiente de la cuneta será la misma que la del camino, al menos que el proyecto indique lo contrario.

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

Una vez terminada la conformación, se revestirá la cuneta mediante zampeado para protegerla contra la erosión.

Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido.

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

El recubrimiento con concreto hidráulico simple, se construirá con juntas frías cada metro, mediante el colado de losas en forma alternada y con una longitud mínima de un metro.



- Contracunetas. Las contracunetas son zanjas o bordos que se construyen en las laderas localizadas aguas arriba de los taludes de los cortes, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie del terreno del terreno natural, conduciéndola a una calada inmediata o a una parte baja del terreno, para evitar el saturamiento hidráulico de la cuneta y el deslave o erosión del corte. Las zanjas podrán estar recubiertas y los bordos pueden ser de tierra, concreto o suelo-cemento.

La contracuneta se ubicará a una distancia mínima de cinco metros con respecto al cero del corte. Su punto de partida será la parte superior del corte, con un desarrollo sensiblemente paralelo al mismo y transversal al escurrimiento de la ladera. En laderas con pendiente mayor de treinta grados, la cuneta se conformará siguiendo la tendencia general de las curvas de nivel, para evitar que tenga pendientes mayores de veinte por ciento.

La excavación para formar la contracuneta se efectuará de acuerdo a las secciones establecidas en el proyecto.

La zanja iniciará con una sección trapezoidal con profundidad mínima de veinte centímetros para obtener la sección establecida en el proyecto, si esta va a funcionar como canal; si va a funcionar como bordo, la excavación se hará aguas abajo para formar el bordo aguas arriba, evitando que el terreno se derrumbe y afecte al bordo.

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

Cuando así lo indique, una vez terminada la excavación se revestirá la contracuneta mediante un zampeado para protegerla contra la erosión. Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará finada, humedecida y compactada al grado óptimo.

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

- Lavaderos. Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas y guarniciones a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento. Los lavaderos pueden ser de mampostería, concreto hidráulico o metálicos. Si se construyen con mampostería o concreto hidráulico, generalmente tienen sección triangular, con el propósito de lograr una depresión en su intersección con el acotamiento, para facilitar la entrada del agua al lavadero.

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

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

- Bordillos. Los bordillos son elementos que interceptan y conducen el agua que por el efecto del bombeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos, para evitar erosión a los taludes de los





terraplenes que estén conformados por material erosionable. Los bordillos pueden ser de concreto hidráulico, concreto asfáltico o de suelo-cemento. En todos los casos se consideraran obras provisionales en tanto el talud se veje y se proteja por si mismo o sea protegido mediante otro procedimiento, momento en que deben ser removidos y retirados.

Los bordillos solo se construirán en los terraplenes mayores de uno coma cinco metros de altura, conforme las dimensiones y características establecidas en el proyecto.

Los bordillos se ubicarán longitudinalmente en ambos lados en los terraplenes que se encuentren en tangente, solo en el acotamiento interno de los terraplenes en curva horizontal y en la zona de terraplén de las secciones de corte en balcón. Se colocaran en el lado exterior del acotamiento y a una distancia de veinte centímetros del hombro del camino. No se construirán bordillos y lavaderos en tramos de carretera sin pendiente longitudinal.

- Subdrenes. Los subdrenes consisten en una red colector de tuberías perforadas o ranuradas, alojadas en zanjas para permitir recolectar el agua subterránea, con objeto de controlarla y retirarla, minimizando su efecto negativo en las capas estructurales del pavimento. Según su colocación los subdrenes para carreteras se clasifican en:
  - Subdrenes longitudinales. Son aquellos que se colocan paralelos al eje de la carretera, coincidentes en su alineamiento horizontal y vertical.
  - Sudrenes transversales. Son aquellos que se construyen perpendiculares al eje del camino o enviajados.

Previo al inicio de los trabajos, se efectuara un premarcado de la zanja. La excavación se realizará con el equipo y procedimientos adecuados para obtener una zanja con las dimensiones y características establecidas.

El material de la excavación que cumpla con los requisitos podrá ser utilizado posteriormente como relleno, se acamellonará a una distancia mínima de sesenta centímetros de la excavación.

El material excavado que no pueda reutilizarse para relleno se retirara del lugar y se depositará en la forma y sitio que se indique.

Durante la excavación se dacha a las paredes un talud suficientes que garantice la estabilidad o se incluirá algún elemento o medio de protección equivalente que garantice la seguridad de las personas que tengan que trabajar dentro de la excavación.

Una vez terminada la excavación y previo a la colocación de la tubería, se tenderá una cama de material de filtro con el espesor y las características establecidas.

La tubería se colocara en la zanja con las perforaciones ubicadas en la parte inferior, realizadas simétricamente con respecto al eje longitudinal del subdren.

Los tubos de colocarán desde aguas abajo hacia aguas arriba, con su terminación de campana hacia aguas arriba.



Las salidas descargan hacia el exterior mediante tubos de salidas. Las salidas de subdrenes se construirán de manera que no queden sumergidas en agua, ni se regrese el agua a su interior.

- Revestimientos. El revestimiento es una capa de materiales pétreos seleccionados, con una composición granulométrica determinada, que se coloca sobre las terracerías con el objeto de servir como superficie de rodamiento.

Inmediatamente antes de iniciar la construcción del revestimiento, la superficie sobre la que se colocará, estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido.

Los acarrees de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá el revestimiento, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y por consecuencia, su deterioro.

Se descargará el material sobre las terracerías en cantidad prefijada por estación de veinte metros, en tramos que no sean mayores a los que en, un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material.

Se prepara el material extendiéndolo parcialmente incorporándole agua por medios de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad de compactación fijada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.

Inmediatamente después de preparado el material se extenderá en todo el ancho de la corona y se conformará de manera que se obtenga una capa de espesor uniforme.

La capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado indicado. La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslapa de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

- Subbases y Bases

**Subbase.** Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye sobre la subrasante, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo firme a la base de una carpeta asfáltica o a una losa de concreto hidráulico, soportar las cargas que estas le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior y prevenir la migración de finos hacia las capas superiores.

**Base.** Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye generalmente sobre la subbase, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, soportar las cargas que esta le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la subbase o la base, la superficie sobre la que se colocará, estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido.



Los acarreos de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la subbase o la base, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas, y por consecuencia su deterioro.

Se descargará el material sobre la subrasante o la subbase, en cantidad prefijada por estación de veinte metros, en tramos que no sean mayores a los que en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material. Si el tendido se realiza con extendedora, la descarga se hará directamente en su tolva.

Se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Si el tendido se realiza con extendedora, la preparación del material se hará previamente a su transporte.

Inmediatamente después de preparado el material se extenderá en todo el ancho de la corona y se conformará de manera que se obtenga una capa de espesor uniforme.

El material se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado. Una vez compactada la última capa, se tendrán la sección y los niveles establecidos en el proyecto.

La capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado de compactación de proyecto. La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia adentro de las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

La capa ya compactada se escarificará superficialmente y se le agregará agua, antes de tender las siguientes capas, con el propósito de ligarlas.

- Riegos de Impregnación. Consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre una capa de material pétreo como la base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ellas y la carpeta asfáltica. El material asfáltico que se utiliza normalmente es una emulsión, ya sea de rompimiento lento o especial para impregnación puede omitirse si la capa por construir encima es una carpeta asfáltica con espesor mayor o igual de diez centímetros.

Inmediatamente antes de la aplicación del riego de impregnación, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido.

Previamente al riego de impregnación, las estructuras de la carretera o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras entre otras, se protegerán con papel u otro material similar, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

Cuando se utilicen emulsiones asfálticas, para retrasar su rompimiento y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente es necesario un riego de agua previo; sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado la suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos.



El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecida en el proyecto debe ser aplicado uniformemente sobre la superficie por cubrir, tomando en cuenta lo siguiente:

- Las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se colocarán tiras de papel u otro material similar para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha tira y al retirarse esta, no quede un traslape de material asfáltico.
- Se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto.
- La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio o dos tercios del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora.

En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado debe ser removido. La penetración del riego de impregnación debe ser mayor o igual a cuatro milímetros.

No se iniciará la construcción de la siguiente capa sino hasta que haya pasado el tiempo suficiente para que el material aplicado en el riego de impregnación penetre y el agua o solvente, según sea el caso, se haya eliminado.

La superficie impregnada permanecerá cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que la penetración se encuentre establecida.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras estas no sean adecuadas, considerando que no se aplicarán estos riegos de impregnación en las siguientes condiciones:

- Sobre superficies con agua libre o encharcadas.
  - Cuando exista amenaza de lluvia o este lloviendo.
  - Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.
  - Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados este por debajo de los quince grados Celsius.
  - Cuando la temperatura ambiente este por debajo de los quince grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente este por arriba de los diez grados Celsius y su tendencia sea a la alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.
- Riegos de Liga. Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construye encima. Normalmente se utiliza una emulsión asfáltica de rompimiento rápido. La aplicación del riego de liga puede omitirse si la carpeta asfáltica que se construirá encima tiene un espesor mayor o igual que diez centímetros.

La aplicación de los materiales asfálticos que se empleen en la aplicación de riegos de liga, se realizará bajo el mismo procedimiento descrito en el Riego de Impregnación.

- Carpetas por el Sistema de Riegos. Las carpetas por el sistema de riegos son las que se construyen mediante la aplicación de uno o dos riegos de un material asfáltico, intercalados con una, dos o tres



capas sucesivas de material pétreo triturado de una composición granulométrica determinada, con el objeto de hacer resistente el derramamiento y proteger contra el desgaste la superficie de rodamiento.

Las carpetas por el sistema de riegos se clasifican en carpetas de uno, de dos y de tres riegos. Las carpetas de un riego o la última capa de las carpetas de dos o tres riegos, pueden ser premezcladas o no.

La aplicación de los materiales asfálticos que se empleen en la aplicación de riegos de liga, se realizará según lo establecido en el procedimiento de aplicación descrito en el Riego de impregnación.

Para el tendido del material pétreo, solo o premezclado, se tomará en cuenta lo siguiente:

***Carpeta de uno o dos riegos.*** Inmediatamente después de la aplicación del material asfáltico y solo sobre la superficie regada con la dosificación correcta, se tenderá mecánicamente el material pétreo, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto, formando una capa de espesor uniforme y adicionando material retirando el excedente, según sea el caso, para lograr la uniformidad adecuada. En zonas no accesibles para los esparcidores mecánicos se hará el tendido manualmente. Enseguida se pasará una rastra ligera con cepillo, para tener una mejor distribución del material y dejar la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones.

Entre la aplicación del último riego de material asfáltico y la terminación de la capa correspondiente al material pétreo del riego precedente, es conveniente un lapso no menor a cuatro días.

Inmediatamente después del tendido rastreado el material pétreo de carpetas uno o dos riegos, con el propósito de que quede embebido en el material asfáltico, se acomodará mediante un planchado con un compactador ligero de rodillos metálicos, que se ejecute longitudinalmente, de las orilla de la carpeta hacia su centro en las tangentes y en las curvas, de su lado interior al exterior, efectuando un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada, siempre a una velocidad lo suficientemente lenta para prevenir que se desplace o levante el material pétreo y evitando su deterioro o trituración por exceso de pasadas o por el uso de compactadores demasiado pesados. El planchado se completará el mismo día de la aplicación del material pétreo, terminándolo cuando haya roto la emulsión asfáltica o fraguado el asfalto rebajado.

Una vez concluido el planchado de la última capa de la carpeta por sistema de riegos transcurrido un tiempo no menor de tres días, durante el cual la carpeta estará cerrada a todo tipo de tránsito, todo el material que no se haya adherido se recolectará dejando la superficie libre de material suelto, depositándolo en la forma y en sitio indicados en el proyecto.

- Señalamiento y colocación de dispositivos de seguridad. En esta etapa se contempla el diseño e instalación del señalamiento necesario que permita regular el uso de la vialidad, facilitando a los usuarios su utilización segura y eficiente, el proyecto de señalamiento contempla, tanto señales verticales, como horizontales, dentro las cuales se encuentran las siguientes:
  - Marcas en el Pavimento
  - Marcas en Guarniciones
  - Marcas en Estructuras y Objetos Adyacentes a la Superficie de Rodamiento
  - Viales y Botones
  - Señales Verticales Bajas
  - Señales Verticales Elevadas



- Indicadores de Alineamiento
- Reglas y Tubos Guía para Vados
- Defensas
- Barreras Centrales
- Bordos
- Vibradores
- Guardaganados
- Barreras
- Cercas
- Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras

## II.3.4 Operación y mantenimiento

### II.3.4.1 Programa de operación

En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se requerirá de un Programa General de trabajos conservación rutinaria, periódica y de reconstrucción, en el cual contenga una serie de acciones para la conservación y el mantenimiento del tramo carretero, estructuras, y obras adicionales. El programa contará con tres apartados, clasificados de la siguiente forma:

- Trabajos de conservación rutinaria
- Trabajos de conservación periódica
- Trabajos de reconstrucción

### II.3.4.2 Programa de mantenimiento

Los **trabajos de conservación rutinaria** del tramo carretero, tendrá como objetivos:

1. Realizar inspecciones diariamente en la vialidad para detectar problemas y corregirlos, posibles cuestiones físicas de la carretera, eventos derivados de accidentes, derrames de sustancias peligrosas, entre otros.
2. Realizar inspecciones semanales o cuando sea requerido en la vialidad o de acción inmediata, en caso necesario para detectar problemas y corregirlos inmediatamente, evitando posibles incidentes.
3. Verificar e investigar los accidentes con mayor frecuencia, para identificar la posible causa y tratar de eliminarla, si se trata de cuestiones propias de la misma carretera.

Adicionalmente, se implementarán las siguientes actividades:

- Obras de drenaje y subdrenaje
  - Limpieza de Cunetas y Contracunetas
  - Limpieza de Canales
  - Limpieza de Alcantarillas
  - Limpieza de Colectores
  - Limpieza de Lavaderos
  - Limpieza de Registros



- Limpieza de Subdrenes
- Limpieza de Vados
- Limpieza de Obras Especiales de Control y Protección
- Pavimentos:
  - Limpieza de la Superficie de Rodamiento y Acotamientos
  - Sellado de Grietas Aisladas en Carpetas Asfálticas
  - Bacheo Superficial Aislado
  - Bacheo Profundo Aislado
  - Sellado de Grietas y Juntas en Losas de Concreto Hidráulico
- Puentes:
  - Calafeteo de fisura,
  - Reparación de grietas,
  - Reparación y resanes en elementos de concreto,
  - Reposición del sello en juntas de dilatación,
  - Reparación de parapetos y banquetas.
- Señalamientos y dispositivos de seguridad:
  - Reposición parcial de defensas,
  - Reparación de barreras centrales de concreto hidráulico,
  - Reposición aislada de violetas y botones,
  - Reposición aislada de señales verticales,
  - Reposición y reparación de reglas y tubos guía para vados,
  - Reposición de indicadores de alineamiento,
  - Repintar las líneas divisorias de carriles,
  - Limpieza periódica de la carpeta, del derecho de vía y de las obras hidráulicas,
  - Mantenimiento de áreas verdes,
  - Reposición y reparación de dispositivos diversos.

En lo que respecta a los **trabajos de conservación periódica**, cumplirán con los consiguientes lineamientos:

1. Inspecciones y verificar periódicamente en el trayecto de las vialidades, accesos y estructuras, con la finalidad de identificar e implementar medidas para abatir posibles eventualidades en el tramo carretero.
2. Realizar y cumplir con todas y cada una de las actividades contenidas en el Programa General de mantenimiento de trabajos de conservación periódica. En el tiempo establecido por el programa.
3. Además se cumplirá con los siguientes trabajos de conservación periódica, establecidos a continuación:

- Obras de drenaje y subdrenaje:
  - Reparación de cunetas y contracunetas,
  - Reparación de canales y alcantarillas,
  - Reposición de bordillos y reparación de guarniciones,
  - Reposición aislada de subdrenes,
  - Reparación de registros y vados.
- Pavimentos:
  - Renivelaciones locales,
  - Carpeta de riego y/o asfáltica,
  - Fresado de carpeta asfáltica de rodadura,
  - Recorte de carpeta asfáltica,
  - Recuperación en caliente de carpetas asfálticas,
  - Reposición total o parcial de losas de concreto hidráulico,
  - Reparación de desconchaduras en losas de concreto hidráulico,



- Estabilización de losas de concreto hidráulico,
- Estabilización o refuerzo de estabilización de revestimientos.
- Puentes y estructuras:
  - Calafeo de fisuras,
  - Reparación de grietas,
  - Reparaciones y resanes en elementos de concreto,
  - Reposición de sello en juntas de dilatación,
  - Reparación de parapetos y banquetas.
- Señalamiento y dispositivos de seguridad:
  - Reposición parcial de defensas,
  - Reparación de barreras centrales de concreto hidráulico,
  - Reposición aislada de violetas y botones,
  - Reposición aislada de señales verticales,
  - Reposición y reparación de reglas y tubos guía para vados,
  - Reposición de indicadores de alineamiento,
  - Reposición y reparación de dispositivos diversos.

Otro rubro igualmente importante, considerado dentro del Programa General de Mantenimiento serán los trabajos de reconstrucción, estos son de suma importancia, una vez que el proyecto comience a operar. Los **trabajos de reconstrucción** se realizan debido a la determinación de accidentes, derrumbes o posibles eventualidades, a continuación se hace mención de estos:

- Obras de drenaje y subdrenaje:
  - Reparación mayor de cunetas y contracunetas,
  - Reparación mayor de canales y alcantarillas,
  - Reposición de registros y subdrenaje,
- Pavimentos:
  - Recuperación en frío de pavimentos asfálticos,
  - Demolición de losas de concreto hidráulico,
  - Recorte de Pavimentos,
  - Construcción de subbase o bases hidráulicas,
  - Construcción de subbase o bases estabilizadoras,
  - Construcción de subbase y bases de concreto compactado con rodillo,
  - Construcción de carpeta y carpeta ultradelgada de concreto hidráulico,
- Puentes y estructuras:
  - Remoción de carpeta asfáltica en puentes,
  - Reposición de juntas de dilatación,
- Señalamientos y dispositivos de seguridad:
  - Reposición total de violetas y botones,
  - Reposición total de señalamiento vertical,
  - Reposición total de defensas,
  - Reposición de barreras centrales de concreto hidráulico.

Adicionalmente, el Programa General de mantenimiento tendrá la finalidad de:

- Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente.
- Evaluar las obras de drenaje y subdrenaje que presenten problemas en el momento de la inspección.





- Identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, erosiones, etc.
- Inspeccionar las condiciones físicas de las estructuras que presenten problemas.
- Inspeccionar los sitios y señales con problemas.
- Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades.
- Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria.
- Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

## II.4 Requerimiento de personal e insumos

El proyecto por si mismo, requerirá de diferentes insumos dentro de los cuales figuran: la energía eléctrica, combustible, agua potable para consumo humano, agua cruda, material de construcción, entre otros insumos, necesarios para la construcción de la carretera en cuestión.

Como se ha mencionado, unos de los insumos con mayor relevancia dentro del proyecto, será la energía eléctrica (electricidad) necesaria para el funcionamiento de equipos a emplear en las actividades de soldadura, alumbrado de obras como de las áreas de uso común. Esta será abastecida mediante el empleo de plantas de energía portátiles de combustión interna. Requiriendo un voltaje de 220 voltios, por los equipos a emplear.

Otro de los insumos a emplear en el proyecto, será el consumo de agua potable para consumo humano, al mismo tiempo el empleo de agua cruda para la construcción empleado para el riego, mezclas, etc. El medio en que se hará llegar el agua potable para consumo humano será a través de bidones de plástico con una capacidad de 20 litros cada uno, para el suministro a los trabajadores del proyecto. En lo que respecta, al agua cruda por emplear esta será suministrada por pipas según se vaya requiriendo se hará llegar a los frentes de trabajo. Se estima un requerimiento de este insumo del orden de 40 m<sup>3</sup>/día, dichos insumos serán abastecidos por las localidades ó municipios ubicados lo más cercanos al sitio del proyecto y deberán contar con la concesión correspondiente para la explotación del cuerpo de agua.

Es importante el empleo de combustibles en las actividades y obras del proyecto, dado que es considerado el motor de los equipos, para el funcionamiento de vehículos y maquinaria por utilizar. Se emplearán como combustibles gasolina y diesel. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se abastecerá el combustible en recipientes de metal, con la finalidad de evitar pérdidas y la seguridad de los combustibles. El área de almacenamiento guardará tambos de 200 litros, con un tiempo de residencia máxima de tres días, para minimizar las posibles condiciones de riesgo por conflagraciones.

Durante la preparación y construcción del proyecto, se estima el consumo y empleo de combustible de aproximadamente 865,200 litros (865.2 m<sup>3</sup>) de diesel y 100,100 litros (100.1 m<sup>3</sup>) de gasolina, mismos que se suministrarán de acuerdo a la demanda de consumo que se tenga durante el avance de obras proyectadas.

Dentro de las actividades se emplearán los bancos de materiales, estos son considerados como excavaciones a cielo abierto destinadas a extraer material para la formación de cuerpos de terraplenes, ampliaciones de coronas, bermas o tendido de los taludes de terraplenes existentes; capas subyacentes y subrasantes, terraplenes reforzados; rellenos de excavaciones para estructuras o cuñas de terraplenes contigua a estructuras; capas de pavimento; protección de obras y trabajos de restauración ecológica así como para la fabricación de mezclas asfálticas y de concretos hidráulicos.





Para el proyecto se requerirán servicios complementarios como bancos de materiales tanto para las terracerías como para los pavimentos, los cuales se explotarán a cielo abierto con la utilización de maquinaria pesada. Los mismos deberán contar con la autorización en materia ambiental, emitida por Autoridad competente. La relación de bancos de materiales y los volúmenes aprovechables se encuentra en el apartado "II.2.2 Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas".

#### II.4.1 Requerimientos de personal

A la fecha no es posible determinar la cantidad exacta de personal necesario para realizar el proyecto, ya que depende de la empresa constructora y del tiempo de contratación; sin embargo, de acuerdo a experiencias anteriores se estima que sea una plantilla total aproximada de 592 personas para la etapa de construcción, mientras que la etapa de operación consistirá en 57 personas, las cuales están distribuidas de la siguiente forma:

**Tabla 7. Personal requerido**

Etapa	Tipo de personal	Número de elementos
Construcción	Ingenieros de mando	5
	Ingenieros generales (civiles y topógrafos)	15
	Personal técnico especializado	30
	Personal capacitado (operadores)	42
	Mano de obra calificado	150
	Peones generales	350
	<b>Total en la etapa de construcción</b>	<b>592</b>
Operación	Jefe de caseta	7
	Colectores de peaje	24
	Intendencia	6
	Oficina	4
	Vigilancia	12
	Mantenimiento	4
	<b>Total en la etapa de operación</b>	<b>57</b>

#### II.4.2 Requerimientos de maquinaria y equipo de construcción

El número de equipo y maquinaria depende exclusivamente de la empresa constructora; sin embargo, de acuerdo a la experiencia el equipo mínimo que se requiere para la construcción de la autopista es el siguiente:

**Tabla 8. Maquinaria y equipo requerido**

Etapa	Maquinaria y equipo	Número (unidades)
Construcción	Retroexcavadora	10
	Motoconformadora	10





Etapa	Maquinaria y equipo	Número (unidades)
	Pavimentadora	3
	Petrolizadora	3
	Aplanadora	10
	Tractor	10
	Camionetas pick up	10
	Camiones de volteo de 3 ton	40
	Pipas de agua	4
	Planta de luz	2
	<b>Total de unidades</b>	<b>98</b>
	Operación	Vehículo de transporte (microbús)
Pipa de agua		2
<b>Total de unidades</b>		<b>4</b>

Del total del equipo se estima que el 78% sea rentado de forma local, mientras que el restante 22% del equipo sea de carácter propio.

## II.5 Generación, manejo y disposición de residuos, descargas y control de emisiones

### II.5.1 Residuos Peligrosos

Con respecto a los Residuos Peligrosos, estos cumplirán con la Legislación ambiental mexicana, el artículo 151, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, se señala la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponden a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresa autorizadas por la SEMARNAT y lo residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas empresas independientemente de la responsabilidad que, en su caso tenga quien los generó.

Con fundamento en el artículo 8 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos, establece que quien realice actividades de generación de Residuos Peligrosos, deberá realizar una serie de trámites y disposiciones, como a continuación se indican:

- I. Inscribirse en el registro que para tal efecto establezca la SEMARNAT;
- II. Llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos;
- III. Dar a los residuos peligrosos, el manejo previsto en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos y en las normas técnicas Ecológicas correspondientes;
- IV. Manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles en los términos de las normas técnicas ecológicas respectivas;
- V. Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en el reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.
- VI. Identificar a los residuos peligrosos con las indicaciones previstas en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas;



- VII. Almacenar los residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.
- VIII. Transportar los residuos peligrosos en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las condiciones previstas en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos y en las normas técnicas ecológicas que correspondan;
- IX. Dar a los residuos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos y las normas técnicas ecológicas respectivas;
- X. Dar a los residuos peligrosos la disposición final que corresponda de acuerdo con los métodos previstos en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos y conforme a lo dispuesto por las normas técnicas ecológicas aplicables;
- XI. Remitir a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos peligrosos durante dicho período; y
- XII. Las demás previstas en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos y en otras disposiciones aplicables.

Asimismo se cumplirá con el artículo 15 del Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos, Las áreas de almacenamiento deberán reunir como mínimo, las siguientes condiciones:

- Estar ubicados en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;
- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;
- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm<sup>2</sup> durante 15 minutos;
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles; y
- Contar con pararrayos.

Con base en el artículo 19 de Reglamento antes señalado, también se hace mención al acatamiento que deberán seguir los generadores de residuos peligrosos:

- Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:
- Incompatibles en los términos de la norma técnica ecológica correspondiente;
- En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento.

De acuerdo a la normatividad mexicana para residuos peligrosos, el proyecto se apegará a las Normas Oficiales Mexicanas mencionadas a continuación:

- NOM-052-SEMARNAT-2005, establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Con fecha 3 de junio de 2006.
- NOM-054-SEMARNAT-1993, indica el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-2005. Publicado el 22 de octubre de 1993.



Los residuos peligrosos, clasificados de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005, que se encontraran en el proyecto, serán solventes gastados, residuos de pinturas, combustibles (gasolinas, diesel, naftas gastadas), estopas o felpas impregnados con aceites, solventes, Se estima un promedio de entre 60 y 70 kg/mes de residuos peligrosos. Los sitios donde serán generados este tipo de residuos serán en los patios y talleres de maquinaria, y se dispondrán temporalmente en el sitio identificado por la constructora como almacén temporal de residuos peligros, si es necesario serán estabilizados para su posterior recolección, transportación y disposición final de los residuos peligrosos por una empresa previamente autorizada por la SEMARNAT.

## II.5.2 Residuos No Peligrosos

Con respecto a los residuos sólidos, el Instituto Nacional de Ecología, realizó un estudio donde se realizó un conteo de la generación de los residuos sólidos municipales por estado, para nuestro propósito nos abocaremos al estado de Morelos, contemplando datos del municipio de Cuautla, siendo esta un área cercana al sitio del proyecto, la cual registró una generación en el año 2005 de 98,952 toneladas anuales, el factor de generación de residuos sólidos por persona de 0.9998 kg/hab/día, mientras se esperaría para el año 2010 una generación de 120,281 ton/año.

**Tabla 9. Proyección de generación total y per capita para las localidades consideradas en la región centro.**

Localidades	Generación total 1997 (ton/año)	Generación per capita 1997 (kg/hab/día)	Generación total 2000 (ton/año)	Generación per capita 2000 (ton/hab/día)	Generación total 2005 (ton/año)	Generación per capita 2005 (kg/hab/día)	Generación total 2010 (ton/año)	Generación per capita 2010 (kg/hab/día)
Acapulco	309,094	1.1354	354,345	1.1995	443,000	1.3243	548,316	14,622
Atizapan de Zaragoza	124,746	0.8955	141,302	0.9465	173,323	1.045	210,849	11,538
Atlixco	46,545	1.0689	51,699	1.1228	61,985	1.2246	74,297	1.3356
Chalco	124,608	0.9702	141,775	1.0252	174,525	1.1319	212,632	1.2498
Chilpancingo	33,148	0.556	337,082	0.5815	44,309	0.6264	52,556	0.6748
Chimalhuacan	107,699	0.9349	124,358	0.9873	156,742	1.09	195,115	1.2035
Coacalco	69,206	1.017	78,869	1.0746	97,912	1.1864	120,580	1.3099
Cuatitlán-Izcalli	141,103	0.9878	159,485	1.0442	195,271	1.1529	237,352	1.2729
Cuautla	70,964	0.8904	80,564	0.928	98,952	0.9998	120,281	1.077
Cuernavaca	157,414	1.0359	180,129	1.0944	225,611	1.2083	280,459	1.334
D. F.	4'767,366	1.3474	5,363,358	1.4246	6,517,714	1.5729	7,879,923	1.7376
Ecatepec	340,402	0.6318	385,594	0.6678	408,821	0.6373	575,321	0.814
Huixquilucan	64,760	1.1065	73,623	1.1694	91,081	1.2911	111,839	1.4255
Iguala	46,080	1.088	50,641	1.1352	59,113	1.223	68,622	1.3175
Ixtapaluca	61,204	0.9881	69,567	1.0442	85,573	1.1529	104,218	1.2729
Jiutepec	40,394	0.867	45,680	0.9038	55,636	0.9736	67,061	1.0489
Los Reyes, La Paz	63,241	1.0142	72,698	1.0713	91,305	1.1828	113,485	1.3059
Metepec	66,856	1.0634	76,162	1.1237	94,403	1.2407	116,007	1.3698
Naucalpan	254,126	0.7665	284,804	0.8106	345,861	0.895	418,807	0.9882



Localidades	Generación total 1997 (ton/año)	Generación per capita 1997 (kg/hab/día)	Generación total 2000 (ton/año)	Generación per capita 2000 (ton/hab/día)	Generación total 2005 (ton/año)	Generación per capita 2005 (kg/hab/día)	Generación total 2010 (ton/año)	Generación per capita 2010 (kg/hab/día)
Netzahualcóyotl	426,198	0.8147	473,898	0.8618	565,878	0.9515	672,760	1.0506
Nicolás Romero	87,530	1.0143	100,843	1.0713	126,887	1.1828	157,830	1.3059

Fuente: Instituto Nacional de Ecología, 2007.

En el proyecto “Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuierón)”, se generará por la estancia de trabajadores del proyecto residuos como cartón, residuos orgánicos, latas, plásticos, vidrio y papel. De acuerdo con la 6, el factor de generación de residuos sólidos en el municipio de Cuautla en el año 2005 (INE, 2007) establece que fue de 0.9998 kg/hab/día, adicionalmente se considera que el proyecto de acuerdo al cronograma de actividades de preparación del sitio y construcción duran un plazo de 6 meses, durante este periodo se generará una cantidad aproximada de 106.5386 ton. Está será recolectada, por el sistema de transporte local ó por contratar, esto será definido por la empresa constructora antes de comenzar la etapa de preparación del sitio.

Otro de los residuos importantes por generar durante la etapa de preparación del sitio, será el producto del desmonte y despalme (Residuos vegetales y suelos), algunos podrán ser obsequiados a los habitantes locales para su utilización en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o matorrales leñosos), ó almacenados en bancos depósito; otro de suma importancia será el generado por los cortes ha realizar por el proyecto, que se utilizaran para la construcción de terraplenes.

### II.5.2.1 Residuos Líquidos

También se consideraron los residuos líquidos para nuestro caso será para el consumo de agua, por emplearse en las etapas de preparación del sitio y construcción. Esta será utilizada por tres conceptos, el primero utilizado como agua potable para consumo humano (3 litro/día – humano promedio), y las requeridas para la higiene personal y limpieza (100 lt/día-trabajador), está podrá ser expuesta a fosas de desecación para su manejo y control, más la que se generará como producto de los desechos humanos, como se mencionó serán instalados sanitarios portátiles, el mantenimiento diario correrá a cargo de la empresa contratada para dicho servicio. Dado el empleo de las dos últimas actividades estas emplearán agua cruda.

En la etapa de operación, las aguas residuales se generarán permanentemente por el uso y empleo de los servicios sanitarios instalados a lo largo del tramo carretero, para dar tratamiento se construirán fosas sépticas, para la recepción de aguas residuales producto de los sanitarios fijos. Así mismo, dentro de las instalaciones del proyecto se contempla la instalación de pendientes para desalojar la mayor cantidad de agua de la superficie de rodamiento de la construcción de la carretera, estas obras también permitirán el flujo de arroyos intermitentes o continuos, cuyos pasos afecten el terraplén del proyecto.

### II.5.2.2 Emisiones a la Atmósfera

Las emisiones de atmósfera, se manejaran conforme lo marca el reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, en su artículo 28, las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán





exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la SEMARNAT en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud. Adicionalmente se apegará a las normas mexicanas, aplicables por la emisión de contaminantes a la atmosfera de contaminantes emitido por fuentes móviles:

NOM-041-SEMARNAT-1999. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

Tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción, se generarán emisiones provocadas por el empleo de los motores de los vehículos empleados para las actividades propias del proyecto, estos polvos serán dispersados por el aire y vientos, para ser depositados en los alrededores por donde transiten los vehículos. Otros vehículos que provocaran emisiones a la atmósfera serán los automotores, pero en menor escala comparadas con la etapa de operación del proyecto.

Durante la etapa de operación del tramo carretero, se generarán emisiones producto del tránsito vehicular por el tramo carretero, oscilando alrededor de 3,000 vehículos/día; produciendo estos contaminantes, como son el óxido de nitrógeno, bióxido de azufre, monóxido de carbono, hidrocarburo, partículas sólidos suspendidas. Sin embargo no se tiene precisa la cantidad a emitir, debido a las diversas condiciones, como sería: Densidad del flujo vehicular, tipo de combustible por emplear, calidad del combustible, condiciones físicas de los motores de los vehículos a transitar, entre otros. Otra de las características que varía dentro de la determinación es la dispersión atmosférica y de los contaminantes, adicionalmente la temperatura ambiental, humedad relativa, concentración; estos parámetros son de suma importancia en la determinación de la cantidad de emisión de cada contaminante y de cada vehículo que transitará por el proyecto.

Es importante mencionar el proyecto, no se establecerá en un área cerrada y las condiciones atmosféricas permitirán a las emisiones no sufrir una congestión, ni una acumulación de los contaminantes a través del proyecto.

## **II.6 Identificación de las posibles afectaciones al ambiente que son características del o los tipos de proyecto**

En general entre los principales efectos ambientales que se producen con la construcción y operación de carreteras se encuentran las siguientes:

Afectación al componente aire por la emisión de gases contaminantes emitidos por el escape de la maquinaria, equipo y/o vehículos automotores que se requieren para llevar a cabo las actividades propias del proyecto. De igual forma, este componente también es afectado por la dispersión de polvos, ya que en la mayoría de las carreteras las vías de acceso corresponden a caminos de terracería, por lo cual durante el transporte de insumos y/o maquinaria se ocupan dichos caminos ocasionando la dispersión de polvos y por lo tanto la disminución de la visibilidad. Asimismo, el empleo de los equipos, maquinaria y/o vehículos automotores generan ruido lo que aumenta los niveles de ruido a lo largo del trayecto de la nueva carretera.

Otro componente ambiental que es comúnmente afectado es el suelo, ya que al llevar a cabo las actividades de desmonte y despalme, principalmente se retirará la vegetación de la zona así como parte de los





horizontes superficiales del suelo, ocasionando que este quede expuesto a fenómenos meteorológicos como el viento y/o la lluvia, aumentando los procesos erosivos, ya que la vegetación dentro de sus servicios ambientales sirve para fijar el suelo, por lo que se produce la pérdida de suelo.

Aunado a lo anterior, la principal afectación que se produce con este tipo de proyectos se observa en el retiro de la vegetación, lo que propicia la pérdida de cobertura forestal y la pérdida de especies no solo vegetales sino también animales, en el caso de la pérdida de cubierta vegetal está asociada a la afectación en otros componentes ambientales como: modificación en los patrones de escurrimientos y la infiltración de las aguas superficiales, esto se debe a que las plantas ayudan a retener partículas de agua, así como a dirigir las corrientes que bajan por las laderas de los cerros o lomeríos, por otro lado la vegetación como se menciono anteriormente ayuda a fijar el suelo y evita deslaves o la misma erosión del suelo, en el caso de la fauna, con la pérdida de cubierta vegetal se pierde también los hábitats de muchas especies, lo que ocasiona el desplazamiento de éstas a zonas que les provean hábitats adecuados para llevar a cabo sus procesos biológicos como son alimentación, reproducción, refugio, anidación, entre otras actividades, de igual forma, durante los trabajos de preparación del sitio, construcción y operación se puede ocasionar la pérdida de organismos, por el atropellamiento de la fauna, en casos extremos en los cuales los hábitats se encuentran bien conservados es posible la afectación a especies de flora y fauna que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Sin embargo, no todos los impactos producidos por las carreteras son adversos, ya que también con la construcción y operación de las carreteras se generan fuentes de empleo lo que ayuda a reactivar la economía local, asimismo se abren nuevas vías de acceso, lo que impulsa el aumento en las actividades económicas de las zonas, especialmente cuando se trata de zonas con potencial turístico.

Por lo tanto, las principales afectaciones que se llevan a cabo por este tipo de proyectos son (Tabla 10):

Tabla 10. Efectos al ambiente producido por la construcción de carreteras.

Componente ambiental afectado	Descripción
Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producción de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera</li> <li>Dispersión de polvos, producto del tránsito de vehículos, maquinaria y/o equipos a través de caminos de terracería o zonas con suelo no consolidado.</li> <li>Aumento en los niveles de ruido</li> </ul>
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de los horizontes superficiales</li> <li>Aumento en los procesos erosivos</li> </ul>
Hidrología superficial y subterránea	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación en los patrones de escurrimiento</li> <li>Modificación en la recarga de los mantos acuíferos</li> </ul>
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de la cubierta vegetal</li> <li>Pérdida de organismos</li> <li>Afectación a especies protegidas</li> </ul>
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de hábitats</li> <li>Pérdida de organismos</li> <li>Afectación a especies protegidas</li> </ul>
Economía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de empleos</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento en las vías de comunicación</li> </ul>







## ÍNDICE GENERAL

III.1	Información sectorial.....	1
III.2	Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación de desarrollo de la región.....	1
III.2.1	Planes de Desarrollo Regional .....	1
III.2.2	Programas Sectoriales.....	2
III.2.3	Programa de manejo de áreas naturales protegidas.....	3
III.2.3.1	Otras Categorías.....	5
III.2.4	Programas parciales de desarrollo urbano.....	16
III.2.5	Ordenamientos ecológicos locales y regionales decretados.....	20
III.2.6	Comités de planeación para el desarrollo estatal o municipal (Coplades y Coplamun).....	22
III.2.7	Indicadores ambientales.....	22
III.3	Análisis de instrumentos normativos .....	25
III.3.1	Convenios .....	25
III.3.2	Leyes.....	26
III.3.2.1	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	26
III.3.2.2	Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos.....	27
III.3.2.3	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).....	29
III.3.2.4	Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos.....	30
III.3.2.5	Ley de Aguas Nacionales (LAN).....	31
III.3.2.6	Ley General de Vida Silvestre .....	32
III.3.2.7	Ley Estatal de Fauna .....	32
III.3.2.8	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	32
III.3.3	Reglamentos.....	33
III.3.3.1	Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental .....	33
III.3.3.2	Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable .....	34
III.3.3.3	Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	35
III.3.3.4	Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales .....	35
III.3.4	Normas .....	35
III.3.4.1	Normas oficiales mexicanas.....	35
III.3.5	Decretos de áreas naturales protegidas y; en su caso, sus planes de manejo.....	37
III.3.6	Decretos, programas y/o acuerdos de veda forestal.....	39
III.3.7	Calendarios cinegéticos .....	39
III.4	Bibliografía.....	40





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha Técnica de la RTP 120 Sierra de Taxco – Huautla. ....	7
Tabla 2. Ficha Técnica de la RHP 67 Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala. ....	11
Tabla 3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) presentes en el SAR del Proyecto. ....	14
Tabla 4. Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales presentes en el SAR del Proyecto. ....	38
Tabla 5. Especies de fauna presentes en el SAR del proyecto que se encuentran dentro de los calendarios de época hábil. ....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) presentes en el dentro del SAR del Proyecto. ....	6
Figura 2. Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) presentes dentro del SAR del Proyecto. ....	12
Figura 3. Ubicación de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) presentes en el dentro del SAR del Proyecto. ....	14
Figura 4. Ubicación de las Áreas Naturales Protegidas con decreto Federal y Estatal dentro del SAR del Proyecto. ....	38





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

#### III.1 Información sectorial

El **Plan Nacional de Infraestructura 2007-2012 (PNI)** establece los objetivos, estrategias, metas y acciones para aumentar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura del país. Se deriva del **Plan Nacional de Desarrollo (PND)** y tiene entre sus estrategias para el sector carretero del país:

- Completar la modernización de los corredores troncales, transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones.
- Desarrollar ejes interregionales, que mejoren la comunicación entre regiones y la conectividad de la red carretera.
- Dar atención especial a la construcción de libramientos y accesos para facilitar la continuidad del flujo vehicular; y mejorar el estado físico de la infraestructura carretera y reducir el índice de accidentes.

El PNI tiene entre sus metas para el 2012 construir o modernizar más de 17 mil kilómetros de carreteras y caminos rurales; por tal motivo, el proyecto **“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuero)”** se encuentra estrechamente relacionada con los lineamientos del subprograma de modernización de la red carretera previstos en el PNI.

#### III.2 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación de desarrollo de la región

##### III.2.1 Planes de Desarrollo Regional

El **Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2012 (PND)** establece los objetivos y estrategias nacionales que serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que emanan de éste. Tiene como premisa básica el Desarrollo Humano Sustentable y consta de 5 ejes rectores de la política pública, de ellos, el presente proyecto se vincula con el eje rector 2, Economía competitiva y generadora de empleos, específicamente con la estrategia que establece “modernizar la infraestructura y proporcionar servicios confiables y de calidad para toda la población”. Para la implementación de las estrategias contempladas en el eje rector 2 del PND referentes al desarrollo de la infraestructura carretera se contemplan las siguientes políticas:

- Modernizar la red carretera, así como mejorar su conectividad brindando continuidad a la circulación a través de la construcción de obras que permitan mejorar los accesos a regiones, ciudades, puertos y fronteras.
- Asignar recursos de manera más eficiente en materia de conservación de carreteras, para que éstas operen en mejores condiciones y conforme a estándares internacionales, logrando con ello reducir el índice de accidentes en la red carretera y los costos de operación de los usuarios.





- Ampliar la gama de fuentes de financiamiento y de formas de participación público-privada. Con estos modelos de asociación público-privada, se busca alentar el desarrollo de infraestructura carretera, tanto de cuota como libre, elevar la calidad del servicio ofrecido a los usuarios, mejorar las condiciones físicas de las carreteras, así como generar un importante número de empleos directos e indirectos.

Igualmente, este proyecto está vinculado al eje rector 3 del PND, Igualdad de oportunidades, en su estrategia 2.2, que considera “ampliar la cobertura y mejorar la calidad de las vías y medios de comunicación y de transporte para conectar a las regiones menos desarrolladas del país. El aislamiento, es decir, la falta de vías de comunicación influye notablemente en la marginación. La ausencia de comunicaciones impide la oferta de servicios y bienes, limitando no sólo el bienestar, sino también las actividades económicas con las que se podría mejorar el ingreso de las familias”. Y establece que con base en la estructura demográfica, las vocaciones y el potencial productivos de cada región, se deberán diseñar y poner en marcha un programa integral de fortalecimiento de las comunicaciones regionales e interregionales, que incluya la construcción y mejoramiento de carreteras.

### III.2.2 Programas Sectoriales

El **Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012 (PSCT)** es el instrumento por el cual rige la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) sus acciones en el mediano plazo para cumplir el objetivo primordial del PND y las metas del PNI en los rubros que son de su competencia. Este programa se estructura en torno a cuatro objetivos sectoriales:

- Cobertura.- Busca “ampliar la cobertura geográfica y social de la infraestructura y los servicios que ofrece el Sector carretero, con el fin de que los mexicanos puedan comunicarse, trasladarse y transportar mercancías de manera ágil, oportuna y a precios competitivos, dentro del país y con el mundo”,
- Calidad.- “Promoviendo altos niveles de confiabilidad, oportunidad, eficiencia y cuidado del medio ambiente en el desarrollo de la infraestructura y los servicios de comunicaciones y transportes, para contribuir a elevar la productividad del sector y el desarrollo económico y social del país”,
- Seguridad.- “Incrementando los niveles de seguridad asociados a la infraestructura y los servicios del sector, mediante acciones para mejorar la calificación del factor humano, la infraestructura, los sistemas y equipamientos, así como la supervisión y cultura de seguridad, a fin de prevenir la ocurrencia de ilícitos, accidentes, pérdidas de vidas humanas y materiales dentro del sistema de comunicaciones y transportes”; y
- Competitividad.- para “convertir al país en una de las principales plataformas logísticas competitivas del mundo, aprovechando sus ventajas geográficas y comerciales e incorporando de manera continua las nuevas tecnologías en el desarrollo del sector para detonar el comercio exterior e interior y el crecimiento económico del país”.

Para el logro de estos objetivos, el PSCT presenta distintas estrategias y líneas de acción, específicamente, las estrategias previstas para el subsector infraestructura carretera vinculadas con el proyecto analizado aquí se encuentran:





- Construir y modernizar la red carretera federal a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de las distintas regiones del país. Por lo que se propone modernizar, a través de carreteras de altas especificaciones, los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país. Así como realizar un amplio programa de construcción de libramientos y accesos carreteros a ciudades principales a fin de mejorar la conexión de la infraestructura carretera con la infraestructura urbana.

Modernizar la gestión del sistema carretero, con objeto de lograr una operación más eficiente e incrementar la calidad de los servicios que se ofrecen en las carreteras del país.

### III.2.3 Programa de manejo de áreas naturales protegidas

El estado de Morelos cuenta con diez áreas naturales protegidas (ANP's): cuatro de carácter federal y seis de carácter estatal. De los 4,941 Km<sup>2</sup> que conforman la superficie territorial del Estado de Morelos, actualmente se encuentran protegidas por Ley 131,924 hectáreas que representan el 26.7 % de la superficie total del Estado, por lo cual es uno de los estados con mayor proporción de superficie protegida. En el SAR del Proyecto se encuentran presentes dos ANP's; una, la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, cuenta con decreto federal y Las Estacas con decreto estatal. Es importante señalar que el derecho de vía del Proyecto no atraviesa ninguna Área Natural Protegida federal o estatal, por consiguiente, el Proyecto no se contrapone con las políticas de uso de suelo contempladas en los decretos y planes de manejo correspondientes (ver Tabla 4 y Figura 5).

La Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (REBIOSH) cuenta ya con un Programa de Manejo y Conservación, el cual entro en vigor a partir de Octubre de 2005. Las principales políticas de aprovechamiento se enlistan a continuación:

#### ***"Componente Actividades Mineras y Extractivas***

*"En la REBIOSH existen quince concesiones de explotación minera que se localizan en dos regiones: una próxima al poblado de Real de Huautla, donde se extraía plata en minas subterráneas y otra que se encuentra en las proximidades del poblado de Tilzapotla, en la que se realiza la extracción de roca caliza en minas a cielo abierto. Cabe señalar que la actividad minera en el poblado de Real de Huautla se encuentra suspendida, sin embargo, si se llegara a reactivar esta actividad en el área, sería necesario contar con estrategias de manejo que afecten lo mínimo posible sustentadas en la normatividad aplicable, que permitan compaginar el desarrollo económico de los pobladores y la conservación de la biodiversidad; esto obviamente consensuado con todos los sectores involucrados.*

#### **Objetivos**

- Promover que las empresas mineras se ajusten a los criterios de la normatividad aplicable en la materia, mediante vigilancia permanente por parte de las autoridades correspondientes.
- Ordenar las actividades extractivas a través del establecimiento de un comité de vigilancia conformado entre los industriales y las autoridades correspondientes.
- Reducir los impactos ambientales de esta industria en la medida de lo posible, así como lograr medidas de mitigación a las posibles afectaciones ambientales, en coordinación con las empresas, gobierno, y administración de la REBIOSH.
- Lograr la sustentabilidad de las actividades derivadas de la minería que producen un impacto ambiental y social, mediante el establecimiento de un programa conjunto de trabajo y colaboración con cada empresa del sector.



### **Metas y resultados esperados**

- Contar con un programa que ordene las actividades mineras que se desarrollan dentro de la REBIOSH.
- Contar con un estudio-diagnóstico que evalúe el impacto económico, social y ambiental que estas actividades tienen en la REBIOSH."

En el caso de los bancos de material que emplee el proyecto **"Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuierón)"**, estos serán los más cercanos al área donde se llevará a cabo el trazo carretero, además se buscarán bancos de materiales que cuenten con las autorizaciones expedidas por las dependencias correspondientes, a fin de evitar en lo posible la afectación a los componentes geomorfológicos de la zona.

### **Componente Manejo y Usos Sustentable de Ecosistemas Terrestres y Recursos Forestales**

*"Considerando que las especies arbóreas existentes en el área no presentan características maderables, este tipo de vegetación carece de un interés forestal potencial para los pobladores locales, de tal manera que no existe una presión significativa sobre dichos recursos. Este recurso únicamente es utilizado de manera local en la elaboración de instrumentos agrícolas, construcción de vivienda y para leña de autoconsumo. Sin embargo es importante contemplar acciones que contribuyan a la conservación de los mismos a través de programas que resalten la importancia de hacer un uso racional de estos recursos y así asegurar su permanencia a largo plazo. Por otro lado, es importante señalar que el sentido de conservación de sus recursos naturales por parte de los pobladores se ha incrementado considerablemente en los últimos años, así como el conocimiento legal en materia ambiental, derivando en la protección de los mismos.*

#### **Objetivo**

- Conservar los recursos forestales a través de la concientización y fomento de la cultura ambiental de los pobladores.
- Conservar los recursos forestales mediante el impulso del uso y manejo de los recursos naturales con una mentalidad conservacionista.

### **Metas y resultados esperados**

- Aumentar en un 10 % la superficie actual forestal.
- Disminuir el consumo de leña en un 30 % a largo plazo.

En el caso de la flora, el proyecto en ningún momento contempla su utilización, por lo que aun y cuando el proyecto no se encuentre dentro o cerca de esta ANP, contemplará respetar en todo momento las políticas de aprovechamiento que se plasman en dicho Programa de Manejo.

### **Componente Manejo y Uso Sustentable de Vida Silvestre**

*La protección integral de la biodiversidad es un reto en todas las ANP, donde los pobladores juegan un papel determinante. El asegurar la permanencia de los recursos naturales a largo plazo depende principalmente de la manera en cómo los pobladores de las ANP se apropian de ellos y de cómo los maneja. Actualmente, el uso y aprovechamiento de la vida silvestre en la Reserva se da de manera legal mediante el establecimiento de UMAS, sin embargo existen también actividades ilegales como la cacería furtiva que aunque no es muy frecuente requiere mayor atención por parte de las autoridades competentes. Asimismo, las plantas medicinales son utilizadas de manera tradicional por los pobladores sin que ello ponga en riesgo su permanencia, aunado a esto, dicha actividad representa una fuente de ingresos alterna, misma que pudiera ordenarse y fomentar tomando en cuenta las restricciones establecidas para cada especie, como es el caso de las que se encuentran bajo algún estatus de conservación. Por tal motivo se plantea el presente componente con el fin de asegurar el uso y manejo adecuado de vida silvestre.*



### Objetivos

- *Proteger los recursos naturales a través de un uso sostenido que permita incrementar la calidad de vida y el desarrollo económico-social de la región a largo plazo.*
- *Aprovechar de manera sustentable la vida silvestre mediante el fomento de estudios de factibilidad para el uso de especies locales aplicables al establecimiento de UMAS como alternativas de generación de recursos económicos para los pobladores.*

### Metas y resultados esperados

- *Elaborar un inventario de especies de flora y fauna silvestres susceptibles a ser aprovechadas bajo el modelo de UMAS.*
- *Establecer un esquema de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las comunidades de la Reserva.*

El proyecto en ningún momento pretende el aprovechamiento de la fauna silvestre, por lo que aun y cuando no atraviesa ni se encuentra cerca de esta ANP, se respetarán las políticas de aprovechamiento que se plasman en el Programa de Manejo de la RBIOSH.

Como se menciona anteriormente, el proyecto no influirá en las condiciones ambientales que se presentan en dichas ANP's, dado que éste no atraviesa la poligonal de la RBIOSH, por lo que no se contrapone con los objetivos, metas y resultados esperados en el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales contenidos en el Plan de Conservación y Manejo de Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, sin embargo, en todo momento se buscará proteger las áreas que presenten una mejor calidad ecológica con el fin de no contribuir en la degradación de los ecosistemas, asimismo, se tiene planteado establecer las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias para minimizar en lo posible los impactos ambientales que se generen con la construcción e implementación del mismo (ver capítulo VI del presente estudio).

### III.2.3.1 Otras Categorías

Como una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), propone una regionalización del territorio mexicano. La regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. Cabe señalar que la regionalización propuesta por CONABIO se refiere solo a la importancia biológica de las áreas propuestas, actualmente no existe algún marco de regulación acerca de estas áreas, por lo que no se hallan restricciones de tipo legal que impida llevar a cabo ningún tipo de actividades en las mismas.

Nota: Los mapas de Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias, Áreas Naturales Protegidas y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, se presentan en tamaño 600 X 900 mm, en el Anexo III del presente estudio.

- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)**

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

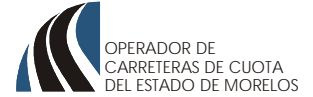


GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos



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

Como producto del Proyecto RTP, se obtuvo un mapa en escala 1:1,000,000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km<sup>2</sup>, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio (Arriaga, *et al.* 2000).

Dentro del SAR del Proyecto se encuentra la Región Terrestre Prioritaria 120 Sierra de Taxco – Huautla. Cabe señalar que el derecho de vía del Proyecto se encuentra fuera de dicha RTP, no obstante, la distancia mínima a la que se encuentra es de 768 m. La descripción de la RTP 120 se presenta a continuación (ver Figura 1 y Tabla 1):

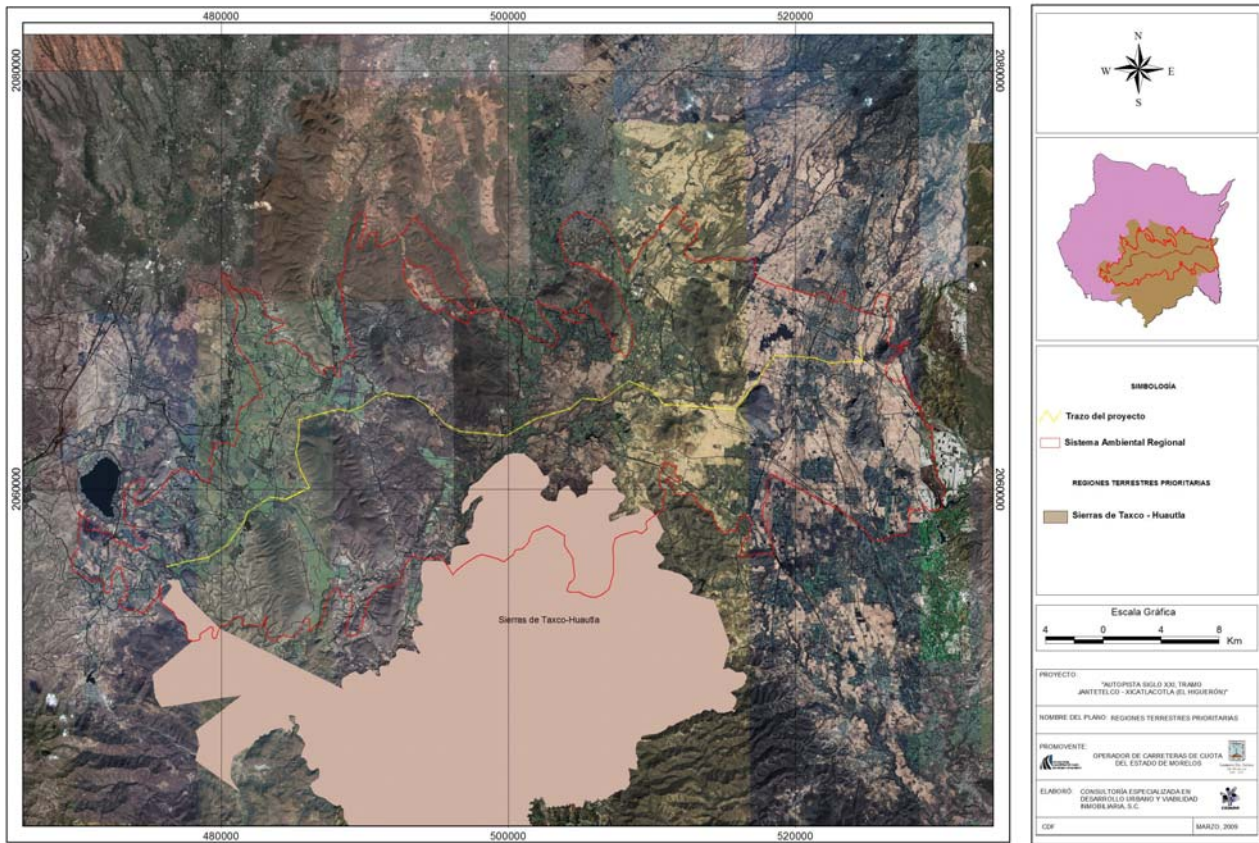


Figura 1. Ubicación de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) presentes dentro del SAR del Proyecto.







Tabla 1. Ficha Técnica de la RTP 120 Sierra de Taxco – Huautla.

DESCRIPCIÓN DE LA RTP 120 SIERRA DE TAXCO – HUAUTLA.
<p><b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA:</b>  <b>Coordenadas extremas:</b> Latitud N: 18° 18' 32" a 18° 52' 21"                      Longitud W: 98° 48' 49" a 100° 09' 00"  <b>Entidades:</b> Edo. de México, Guerrero, Morelos, Puebla.  <b>Municipios:</b> Almoloya de Alquisiras, Amacuzac, Amatepec, Atenango del Río, Ayala, Buenavista de Cuellar, Huitzoco de los Figueroa, Iguala de la Independencia, Ixcateopan de Cuauhtémoc, <b>Jojutla</b>, Jolalpan, Pedro Ascencio Alquisiras, <b>Puente de Ixtla</b>, Sultepec, Taxco de Alarcón, Tejupilco, Teloloapan, Teotlalco, <b>Tepalcingo</b>, Tetipac, Tlaquiltenango, Tlatlaya, Zacualpan.  <b>Localidades de referencia:</b> Iguala de la Independencia, Gro.; Taxco de Alarcón, Gro.; Zacatepec de Hidalgo, Mor.; Puente de Ixtla, Mor.</p>
<p><b>SUPERFICIE TOTAL:</b> 2,959 km<sup>2</sup>.  <b>Valor para la conservación:</b> 3 (mayor a 1,000 km<sup>2</sup>).</p>
<p><b>CARACTERÍSTICAS GENERALES:</b> Su importancia radica en la riqueza biológica de las cañadas y la Sierra de Taxco, así como a la alta integridad ecológica de la Sierra de Huautla, que constituyen un reservorio de especies endémicas y representan una amplia representatividad de ecosistemas, lo que ha permitido el decreto de esta última como un área natural protegida a nivel estatal. Ambos conjuntos de sierras representan un continuo, por lo que se agruparon en una sola RTP. El tipo de vegetación predominante es el de bosque de encino con diferente proporción de asociación con pino, aunque la diversidad de ecosistemas incluye también selva baja caducifolia, así como áreas perturbadas, en que se presenta agricultura de temporal y pastizal inducido. En las cañadas de la sierra de Taxco está reportada una riqueza significativamente alta de mariposas.</p>
<p><b>ASPECTOS CLIMÁTICOS (Y PORCENTAJE DE SUPERFICIE)</b></p> <p><b>Tipo(s) de clima:</b>                      (A)C(w2) Semicálido, templado subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, 25% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.</p> <p>Awo Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 21% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.</p> <p>Aw1 Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 20% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.</p> <p>(A)C(w1) Semicálido, templado subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, 18% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.</p> <p>C(w2)x' Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes 16% más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.</p>
<p><b>ASPECTOS FISIAGRÁFICOS</b></p>





DESCRIPCIÓN DE LA RTP 120 SIERRA DE TAXCO – HUAUTLA.

**Geoformas:** Sierra.

**Unidades de suelo y porcentaje de superficie:**

Feozem háplico PHh (Clasificación FAO-Unesco, 1989) Suelos con un horizonte A 100% mólico, no muy duro cuando se seca, con grado de saturación de más de 50% y con relativamente alto nivel de contenido de carbono orgánico; tiene una proporción muy baja de bases, por lo que carece de horizontes cálcico (acumulación de carbonato de calcio) y gípsico (acumulación de yeso) y no es calcáreos; posee un grado de saturación del 50% como mínimo en los 125 cm superiores del perfil; asimismo, carece de propiedades sálicas y gleicas (alta saturación con agua) al menos en los 100 cm superficiales.

**ASPECTOS BIÓTICOS**

**Diversidad ecosistémica: Valor para la conservación:** 3 (alto)

Sobre todo de encinares, pino, pino-encino, parches pequeños de mesófilo, bosque tropical caducifolio y zacatonal alpino.

Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

- Selva baja caducifolia: Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde más del 75 % 41% de las especies pierden las hojas durante la época de secas.
- Bosque de encino: Bosques en donde predomina el encino. Suelen estar en climas 33% templados y en altitudes mayores a los 800 m.
- Agricultura, pecuario y forestal: Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, 16%
- puede ser permanente o de temporal.
- Otros: 10%
- 

**Valor para la conservación:**

**Integridad ecológica funcional:** 4 (alto)

Hay grandes extensiones de áreas perturbadas rodeando áreas en relativo buen estado de conservación.

**Función como corredor biológico:** 2 (medio)

Se debe considerar que las partes bajas están muy perturbadas por lo que es difícil que operen como corredor biológico.

**Fenómenos naturales extraordinarios:** 2 (importante)

Cabe destacar la presencia de mariposa monarca y de paisaje de alta montaña.

**Presencia de endemismos:** 2 (medio)

Para vertebrados terrestres es alto y en plantas no parece ser muy importante.

**Riqueza específica:** 3 (alto)

Sobre todo en vertebrados y plantas. Existen numerosas especies endémicas de flora de la cuenca del río Balsas, destacando los cuajilotes, copales, copalillos, palo zopilote, órgano de mezcala y amate amarillo. Cuenta con un número importante de especies faunísticas relevantes como mariposa de barón, guacamaya verde, escorpión,





DESCRIPCIÓN DE LA RTP 120 SIERRA DE TAXCO – HUAUTLA.
<p>primavera del Balsas, leoncillo, falsa coralillo del Balsas, entre otras.  <b>Función como centro de origen y diversificación natural:</b> 2 (importante).                      Sobre vertebrados hay pocas especies endémicas a la zona.</p>
<p><b>ASPECTOS ANTROPOGÉNICOS</b></p> <p><b>Problemática ambiental:</b>                      Destacan como problemas en la región el alto grado de fragmentación; existen varias actividades económicas locales como las mueblerías en Taxco e Ixcateopan; crecimiento poblacional en la zona sur; deforestación en el Nevado de Toluca; pastoreo y erosión; extracción de pastos y abatimiento de manantiales. Entre los principales problemas, cabe citar la moderada degradación de la vegetación original para crianza y pastoreo de cabras.</p> <p><b>Valor para la conservación:</b></p> <p><b>Función como centro de domesticación:</b> 0 (no se conoce)</p> <p><b>Mantenimiento de especies útiles:</b> Información no disponible</p> <p><b>Pérdida de superficie original:</b> 3 (alto)</p> <p>Sobre todo a causa de la actividad minera y la pequeña industria maderera local en Taxco e Ixcateopan.</p> <p><b>Nivel de fragmentación de la región:</b> 3 (alto)                      La fragmentación en la región es muy alta.</p> <p><b>Cambios en la densidad poblacional:</b> 2 (bajo)                      La parte norte presenta cambios negativos y aumentos en la zona sur.</p> <p><b>Presión sobre especies clave:</b> 2 (medio)                      Sobre todo debido a la explotación por parte de la industria maderera local.</p> <p><b>Concentración de especies en riesgo:</b> 2 (medio)</p> <p>Debido a la extracción de especies maderables.</p> <p><b>Prácticas de manejo inadecuado:</b> 3 (alto)</p> <p>Principalmente por la industria maderera, pastoreo, crecimiento urbano.</p>
<p><b>CONSERVACIÓN</b></p> <p><b>Valor para la conservación:</b></p> <p><b>Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado:</b> 1 (bajo)                      Sólo ocurre en los PN Nevado de Toluca y Alejandro Humboldt (cerro del Huixteco).</p>



DESCRIPCIÓN DE LA RTP 120 SIERRA DE TAXCO – HUAUTLA.
<p><b>Importancia de los servicios ambientales:</b> 3 (alto)</p> <p>El Nevado de Toluca, en cuanto a la retención de agua. Destaca el Sistema Cutzamala. Esta región proporciona recursos hidrológicos de gran valor; además, su cubierta forestal protege las represas, canales y obras públicas que permiten el florecimiento de actividades productivas en la región.</p> <p><b>Presencia de grupos organizados:</b> 0 (no se conoce)</p> <p>Información no disponible.</p> <p><b>Políticas de conservación:</b></p> <p>Al menos en la porción sur del Nevado hay manejo forestal inadecuado. Se desconoce si esto prevalezca para otras zonas.</p> <p><b>Conocimiento:</b></p> <p>El grado de conocimiento se considera pobre para la zona norte; la sierra de Taxco es relativamente bien conocida. Cabe destacar que se está iniciando el muestreo florístico y faunístico específicamente para aves y mamíferos.</p>

Cabe señalar que en ningún momento el Proyecto **“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuero)”**, pretende llevar a cabo obras y/o actividades dentro de la RTP 20, por lo que no influirá de manera negativa en la calidad ambiental que presente dicha RTP, asimismo, el proyecto, contempla acciones y medidas que permitan ayudar en la conservación de especies que se encuentren incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, a través de un programa de rescate, protección y conservación de estas especies, de igual forma, dentro del trazo del proyecto, también se presenta una baja calidad ambiental debido a la fragmentación de los ecosistemas, por lo que el proyecto contempla varias obras hidráulicas menores que pueden servir de pasos de fauna, lo que ayudaría que las especies puedan acceder a otras áreas con mejores condiciones aun y cuando se encuentre en operación la carretera.

- **Regiones Hidrológicas Prioritarias**

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido.

Como resultado, se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad. (Arriaga *et al*, 2002).

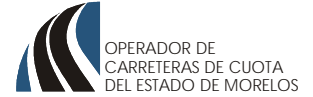
Dentro del SAR del Proyecto se encuentra la **Región Hidrológica Prioritaria 67 Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala**. La descripción de dicha RHP se presenta a continuación (ver Tabla 2 y Figura 2):





Tabla 2. Ficha Técnica de la RHP 67 Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala.

DESCRIPCIÓN DE LA RHP 67 Amacuzac – Lagunas de Zempoala.
Estado(s): Morelos, Guerrero y Edo. de México
Extensión Total: 7 924.72 km <sup>2</sup>
Polígono: Latitud 19°13'12" - 17°53'24" N y Longitud 99°42'36" - 98°37'48" W
Recursos hídricos principales Lénticos: lagos Coatetelco, Miacatlán, Zempoala, Tequesquitengo, el Rodeo y manantiales de aguas termales. Lóticos: ríos Amacuzac, Tetecala, Tembembe, San Jerónimo, Tetzama o Yauatepec, Jojutla, Chinameca o Cuautla y arroyos.
Limnología básica: ND
Geología/Edafología: sierra del Chichinautzin, Valle de Cuernavaca; predominan los suelos Feozem, que son oscuros, suaves y ricos en materia orgánica y nutrientes, además de Vertisoles, Castañozem, Andosoles y Rendzinas.
Características varias: clima templado subhúmedo, cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo con lluvias en verano y principios de otoño. Temperatura media anual 8-26 oC. Precipitación total anual 800-2 000 mm. Principales poblados: Cuernavaca, Mazatepec, Tetecala, Jojutla, Zacatepec, Puente de Ixtla, Amacuzac, Coatetelco Actividad económica principal: comercio, agricultura de riego y de temporal, cultivo de frutales, ganadería y turismo
Indicadores de calidad de agua: ND
<b>Biodiversidad:</b> tipo de vegetación: bosques de pino-encino, de encino-pino, de encino, de oyamel, de tascate, selva baja caducifolia, pastizal de altura e inducido, matorral xerófilo, vegetación acuática. Fauna característica: de peces <i>Astyanax fasciatus</i> , <i>Cichlasoma nigrofasciatum</i> , <i>Heterandria bimaculata</i> , <i>Poecilia sphenops</i> , <i>Poeciliopsis gracilis</i> , <i>Xiphophorus helleri</i> ; de aves el colibrí de berilo <i>Amazilia beryllina</i> , <i>Falco sparverius</i> , el vencejo <i>Streptoprocne semicollaris</i> ; de mamíferos <i>Felis concolor azteca</i> , el gato montés <i>Lynx rufus</i> , el zorrillo <i>Mephitis macroura</i> , <i>Nasua nasua</i> , el venado cola blanca <i>Odocoileus virginianus</i> y el conejo <i>Sylvilagus</i> spp. Endemismos del crustáceo <i>Cambarellus (Cambarellus) zempoalensis</i> ; de peces <i>Cichlasoma istlanum</i> , <i>Girardinichthys multiradiatus</i> , <i>Hybopsis boucardi</i> , <i>Ictalurus balsanus</i> , <i>Ilyodon whitei</i> , <i>Poeciliopsis balsas</i> ; del anfibio ajolote <i>Ambystoma zempoalensis</i> ; de aves <i>Aimophila humeralis</i> , <i>Amaurospiza relictus</i> , <i>Atlapetes pileatus</i> , <i>A. virenticeps</i> , <i>Campylorhynchus gularis</i> , <i>C. jocosus</i> , la matraca barrada <i>C. megalopterus</i> , <i>Catharus occidentalis</i> , <i>Cyananthus sordidus</i> , <i>Dendrortyx macroura</i> , el chip rojo <i>Ergaticus ruber</i> , <i>Geothlypis nelsoni</i> , el trepador gorjiblanco <i>Lepidocolaptes leucogaster</i> , <i>Melanerpes chrysogenys</i> , <i>M. hypopolius</i> , <i>Melospiza kieneri</i> , el gorrión serrano cachetioscuro <i>Oriturus superciliosus</i> , <i>Ortalis poliocephala</i> , <i>Otus seductus</i> , <i>Passerina leclancherii</i> , el carpintero volcánico <i>Picoides stricklandi</i> , <i>Ridgwayia pinicola</i> , <i>Streptoprocne semicollaris</i> , <i>Toxostoma ocellatum</i> , <i>Thryothorus felix</i> , <i>Turdus rufopallatus</i> , el gorrión serrano <i>Xenospiza baileyi</i> , <i>Xenotriccus mexicanus</i> ; de mamíferos el ratón de los volcanes <i>Neotomodon alstoni</i> y el teporingo <i>Romerolagus diazi</i> . Todas estas especies se encuentran amenazadas y son indicadoras de alteraciones en el hábitat junto con el gavilán pechirrufo mayor <i>Accipiter cooperii</i> , <i>A. striatus</i> , <i>Asio flammeus</i> , <i>A. stygius</i> , <i>Atthis heloisa</i> , el gran búho cornado <i>Bubo virginianus</i> , <i>Buteo jamaicensis</i> , <i>Buteogallus anthracinus</i> , la codorniz arlequín <i>Cyrtonix montezumae</i> , <i>Dendroica virens</i> , <i>Falco peregrinus</i> , <i>Glauclidium brasilianum</i> , <i>Icterus cucullatus</i> , <i>I. wagleri</i> , <i>Melanotis caerulescens</i> , <i>Otus asio</i> , <i>Parabuteo unicinctus</i> .
<b>Aspectos económicos:</b> industria, acuicultura, agricultura, ganadería y turismo. Pesquería de crustáceos <i>Cambarellus (Cambarellus) montezumae</i> y <i>Macrobrachium rosenbergii</i> .
<b>Problemática:</b> - Modificación del entorno: desecación, deforestación, fragmentación del hábitat, construcción de carreteras, crecimiento poblacional, erosión, abatimiento de manantiales, pastoreo y quema. - Contaminación: por agroquímicos, descargas de ingenios, industrias y aguas residuales. - Uso de recursos: especies introducidas de carpa <i>Cyprinus carpio</i> , mojarra azul <i>Lepomis macrochirus</i> , tilapia azul <i>Oreochromis aureus</i> , el guppy <i>Poecilia reticulata</i> y del crustáceo <i>Macrobrachium rosenbergii</i> . Agua para uso



DESCRIPCIÓN DE LA RHP 67 Amacuzac – Lagunas de Zempoala.
agrícola, urbano e industrial. Uso de suelo agrícola, industrial y recreativo (balnearios).
<b>Conservación:</b> preocupa la reducción y fragmentación de hábitats y la introducción de especies exóticas. Es una zona transicional de las regiones Neártica y Neotropical con una gran riqueza florística y faunística. Representa un área importante para el valle de Cuernavaca debido a su gran permeabilidad edáfica, en donde se recargan los mantos acuíferos que surten al valle. Comprende el Parque Nacional Lagunas de Zempoala y el Corredor Biológico Ajusco – Chichinautzin; así como parte del Parque Nacional Volcanes Iztaccihuatl – Popocatepetl. Comprende también parte del área natural protegida a nivel estatal Sierra de Huautla.

Fuente: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_067.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_067.html)

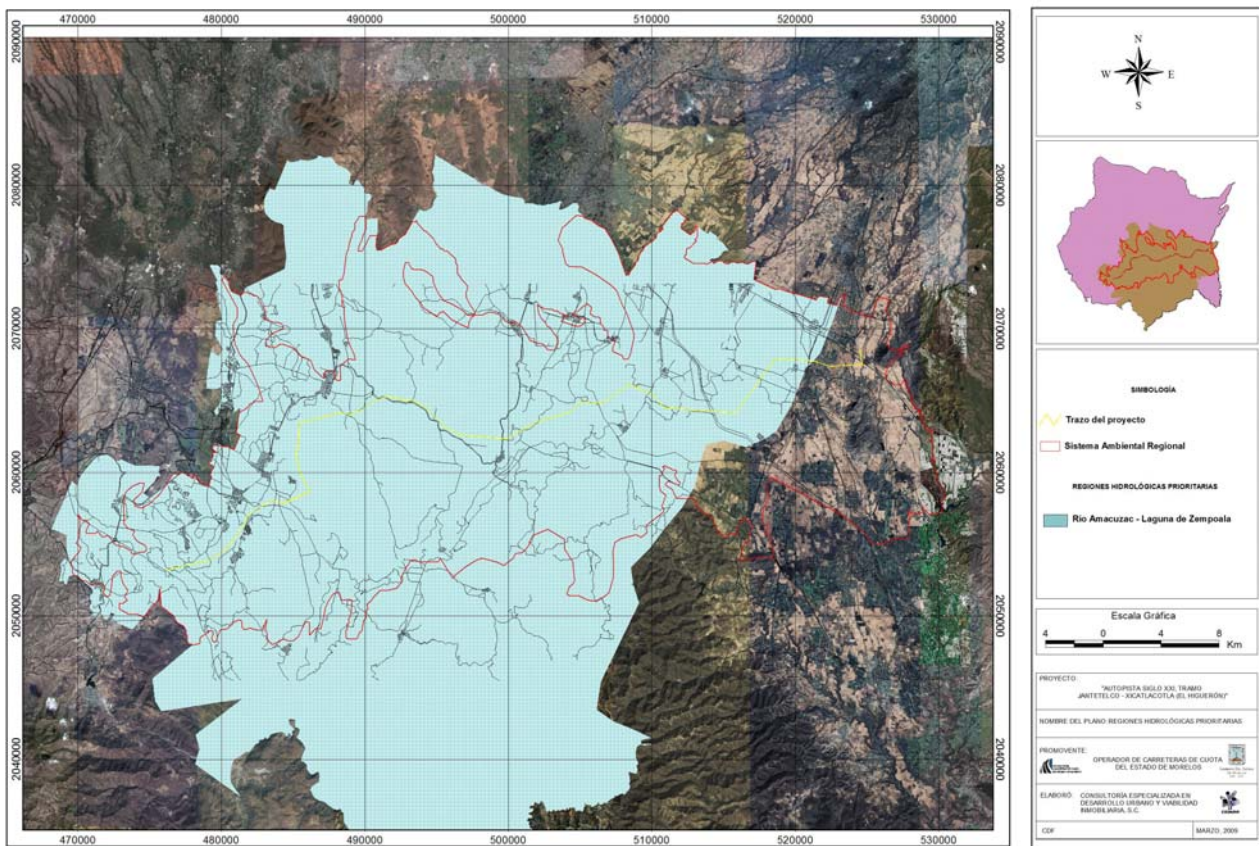


Figura 2. Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) presentes dentro del SAR del Proyecto.

De acuerdo a lo que se muestra en la Figura 2, la mayor parte del SAR, así como el proyecto en sí, se ubican dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 67 denominada Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala, sin embargo, de acuerdo a las características ambientales que presenta dicha Región hidrológica, el proyecto se ubica en una de las zonas más perturbadas, en la cual se presenta parte de la problemática que afecta a la región como es la modificación del entorno, deforestación, fragmentación del hábitat, construcción de carretera, crecimiento poblacional, etc., lo que se traduce en un entorno con baja calidad ambiental, cabe señalar que no obstante lo anterior, la RHP – 67 aun presenta algunas de sus características más sobresalientes como es la recarga de los mantos acuíferos, asimismo, presenta zonas con una calidad ambiental alta dado que en ellas aun es posible encontrar elementos naturales que no han sido perturbados,





entre las zonas con alta calidad ambiental se encuentran el Parque Nacional Lagunas de Zempoala y el Corredor Biológico Ajusco – Chichinautzin; así como parte del Parque Nacional Volcanes Iztaccihuatl – Popocatepetl, así como parte del área natural protegida a nivel estatal Sierra de Huautla.

De acuerdo a lo antes señalado, es preciso mencionar que el proyecto no afectará las áreas que presentan una buena calidad ambiental, ya que en el sitio donde se desarrollará el proyecto las condiciones ambientales se encuentran muy degradadas, asimismo, en lo posible el proyecto evitará llevar a cabo acciones que degraden o modifiquen la calidad ambiental de la zona, por lo que se evaluarán las obras y actividades que se desarrollen por parte del proyecto, con el fin de conocer los impactos ambientales que se generarán y con ello conocer las medidas de mitigación, prevención y/o de compensación necesarias para mejorar las condiciones ambientales del sitio o evitar su degradación.

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

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Como resultado en el territorio mexicano se identificaron 230 AICAS que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves.

Dentro del SAR del Proyecto se encuentra presente un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Esta es la Sierra de Huautla. El trazo del Proyecto no atraviesa ninguna de ellas, su localización y características más sobresalientes se indican en la Figura 3 y Tabla 4.

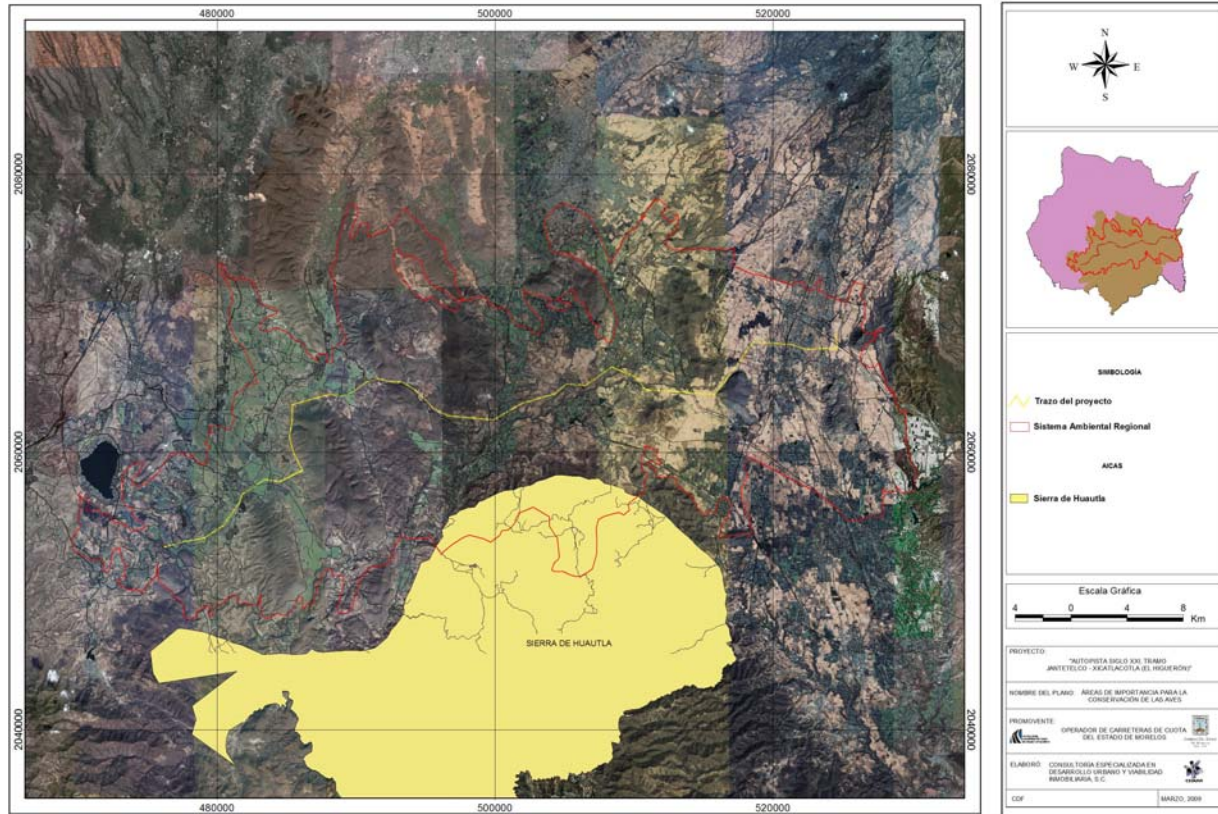


Figura 3. Ubicación de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) presentes en el dentro del SAR del Proyecto.

Tabla 3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) presentes en el SAR del Proyecto.

Nombre	Descripción	Justificación	Especies prioritarias	Superficie (has) dentro del SAR	Distancia mínima respecto al trazo (km)
C-49. Sierra de Huautla	Es un área natural protegida a nivel estatal. Se encuentra ubicada al sur del estado de Morelos, en los municipios de Tlaquiltenango y Tepalcingo, colindando con el estado de Guerrero al oeste y suroeste, y con Puebla al este y sureste. El clima es cálido subhúmedo, con una temp. anual de 24.3° C y una pp anual de 885.3 mm	Es un área con una riqueza de 125 especies de aves de las que 34 son endémicas mesoamericanas y 8 especies amenazadas de extinción. Dentro de la zona se han encontrado poblaciones importantes de <i>Xenotriccus mexicanus</i> y de <i>Otus seductus</i> , ambas especies son endémicas restringidas	<i>Xenotriccus mexicanus</i> , <i>Melanerpes hypopolius</i> , <i>Philortyx fasciatus</i> , <i>Glaucidium brasilianum</i> , <i>Icterus wagleri</i> , <i>Aimophila ruficauda</i> , <i>A. humeralis</i> , <i>Ortalis poliocephala</i> , <i>Calocitta formosa</i> , <i>Morococcyx erythrophygus</i> , <i>Cyananthus sordidus</i> , <i>Buteo jamaicensis</i> ,	5432.253 Ha	5.014 km





Nombre	Descripción	Justificación	Especies prioritarias	Superficie (has) dentro del SAR	Distancia mínima respecto al trazo (km)
	(Taboada, 1996). Se ubica dentro del Eje Neovolcánico, subprovincia del sur de Puebla. En la porción occidental se encuentran lomeríos intrincados y pequeñas mesetas con alturas que van de los 750 msnm en el lecho del Río Amacuzac y a los 1670 msnm en el cerro de Huautla. La sierra de Huautla ocupa parte de la cuenca hidrológica del río Amacuzac. La vegetación se encuentra conformada por Bosque Tropical Caducifolio en un 90%, el 10% restante corresponde a Bosque Espinoso, Matorral Xerófilo, Vegetación Acuática y Agroecosistemas de temporal.	y además se catalogan en la NOM-059 como amenazadas de extinción. La zona presenta poca perturbación, con 5 zonas núcleo que cubren una superficie de 8,329.02 ha que equivale al 26.60% del área total de la reserva.	<i>Buteogallus anthracinus, Otus seductus, Glaucidium brasilianum, Xenotriccus mexicanus, Icterus wagleri, Icterus cucullatus, Melanotis caerulesens.</i>		

Fuente: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/C-48.html> y <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/C-49.html> modificado por CEDUVI (2008).

El proyecto no cruzará por la poligonal de la AICAS que se presentan en el SAR, por lo que se espera que no exista ninguna afectación a dicha zona, sin embargo, aun y cuando no se cruce por ninguna de estas áreas, en el caso de que exista afectación a las especies de aves, especialmente a las que se incluyen dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, se llevarán a cabo acciones que ayuden en su conservación tal como la implementación de un programa de rescate, protección y conservación de especies, asimismo, se prohibirá llevar a cabo la captura, venta y maltrato de cualquiera de estos organismos, estas medidas se plasman dentro del capítulo VI del presente estudio.



### III.2.4 Programas parciales de desarrollo urbano

- **Plan Municipal de Desarrollo 2007 – 2009 de Ayala**

El Plan Municipal de Desarrollo 2007 – 2009 del municipio de Ayala, fue publicado el 17 de octubre de 2007, en el Periódico Oficial Tierra y Libertad, se elaboro con el fin de establecer los objetivos y metas a lograr, así como las estrategias y programas que permitan su cumplimiento, con el fin de actuar como un puente entre las necesidades de la población y las acciones del Ayuntamiento que permitan impulsar el desarrollo del Municipio de Ayala a través de la inversión, el fomento del empleo y la estimulación en la producción que distinga al municipio a nivel estatal y nacional; pero sin hacer a un lado las tradiciones y valores que identifican al municipio.

El Plan Municipal de Desarrollo contiene cuatro ejes rectores que son:

- Desarrollo Humano y Social.
- Desarrollo Económico Sustentable.
- Desarrollo y Modernización Municipal.
- Desarrollo Político, Seguridad y Justicia.

Dentro del primer eje rector se promueve la mejora en las condiciones de calidad de vida de la población, proponiendo programas para el mejoramiento de viviendas, educación, servicios, infraestructura, entre otras necesidades que ayudarán a que dentro del municipio decrezcan las necesidades básicas y aumenten las oportunidades para mejorar las condiciones humanas que se desarrollan en el mismo. El segundo eje rector tiene por objeto impulsar el crecimiento económico sustentable del municipio en armonía con el entorno natural y en beneficio de la sociedad, lo anterior, impulsando el apoyo a las micro, pequeñas y medianas empresas, así como ofrecer oportunidades de empleo e incentivar actividades productivas como el turismo y la industria, todo esto en apego de una conciencia ambiental en la cual se lleve a cabo la restauración y mantenimiento de parques, barrancas, ríos, etc., que sirvan como atractivos naturales, en el caso del tercer eje rector, este tiene como objetivo fundamental promover una renovación administrativa que ayude a profesionalizar a los servidores públicos, en el manejo honesto y transparente de los recursos buscando optimizar los recursos humanos, materiales y financieros con que se cuenta en la administración municipal, a través de una política hacendaría eficaz y eficiente, para una mayor transparencia en la rendición de cuentas, por último el eje rector desarrollo político, seguridad y justicia, se enfocará a promover los principios de justicia, equidad, y respeto de la libertad, que garantice los derechos de los ciudadanos acorde a las demandas y necesidades de los ayalenses preservando el orden público y la gobernabilidad democrática.

Una vez analizados los cuatro ejes rectores, el proyecto se vinculará a los ejes de desarrollo humano y social, así como al eje desarrollo económico sustentable, ya que al construir la carretera, se promoverá el aumento de servicios, asimismo, se presentarán oportunidades de empleo para los pobladores cercanos al proyecto, por otra parte la operación de la carretera ayudará a impulsar el desarrollo económico del municipio brindando una vía de acceso que impulse la llegada de turistas o inversionistas, de igual forma, el proyecto en todo momento tratará de respetar las zonas de alta fragilidad ecológica, lo anterior a través de programas y/o acciones respectivas a la prevención y mitigación del impacto ambiental que llegue a ocasionar el proyecto.



- **Plan Municipal de Desarrollo 2007 – 2009 de Jantetelco**

El Plan Municipal de Desarrollo 2007 – 2009 del municipio de Jantetelco, publicado el 13 de junio de 2007 en el Periódico Oficial Tierra y Libertad, se elaboro con el fin de *“construir un gobierno cercano a la gente, que ofrezca servicios públicos de calidad, promueva el desarrollo económico sustentable del municipio y contribuya a elevar el nivel de vida de la población. Actuando siempre con transparencia, honradez y profesionalismo”*.

Lo anterior fortaleciendo los cuatro ejes rectores (Desarrollo Humano y Social, Desarrollo económico sustentable, Seguridad Pública en el Desarrollo Municipal, Modernización Integral de la Administración Pública Municipal), a través de los foros de consulta, con lo cual se llevó a cabo el PMD del municipio de Jantetelco, a través de lo anterior, se observo que dentro de las líneas de acción que se plantean para llevar a cabo la mejora a nivel urbano municipal se encuentran:

*“...La implementación a corto y mediano plazo, de obras y acciones del gobierno encaminadas a satisfacer con eficiencia y eficacia las necesidades de Infraestructura, espacios físicos y desarrollo urbano de los Jantetelquenses que permita un crecimiento ordenado y sustentable en todo el territorio municipal, por lo que, se impulsará prácticas y hábitos de desarrollo urbano con participación activa de la ciudadanía, para promover un modelo de urbanismo que anteponga la preservación del patrimonio histórico, artístico y cultural, así como la ampliación de los espacios públicos de convivencia social y esparcimiento, en el marco de un Ordenamiento Territorial Ecológico y sustentable. Para lograr la participación ciudadana en todo lo que concierne al desarrollo urbano, con apego al Programa de Ordenamiento Territorial y Ecológico de Jantetelco, se hará efectivo la ordenación del uso de suelo, el transporte, el consumo de agua, los desechos sólidos, el saneamiento y las áreas recreativas; guardando siempre un equilibrio entre las demandas ciudadanas en materia de Desarrollo Urbano y Obras Públicas y la capacidad de respuesta por parte de la Administración Municipal. Dicha normatividad seguirá criterios sustentables con el fin de mejorar la calidad de vida de las familias Jantetelquenses...”*

*“...Programa Anual de Obras Públicas.- la presente administración municipal asume el compromiso de conjuntar los esfuerzos de los diferentes niveles de gobierno para Impulsar y ejecutar un programa factible y eficaz de obras públicas para crear y/o mejorar la infraestructura urbana de nuestras comunidades...”*

*“...A través del Programa para el mejoramiento y modernización de carreteras, vialidades, puentes y obras de urbanización se gestionará ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la Construcción de un puente PSV (Paso Superior Vehicular) en el cruce de cuatro caminos y dos más en los cruces de las principales calles de la comunidad de Amayuca con la carretera federal México-Oaxaca...”*

Dentro del Plan Municipal de Desarrollo (PMD) de Jantetelco se plasman varias obras que permitirán aumentar la infraestructura carretera del municipio, con lo cual se ofrecerán apoyos, oportunidades de empleo, mayores servicios con respecto a infraestructura y calidad de vida, por lo tanto el Proyecto **“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuierón)”**, aun y cuando no se inserta directamente en las políticas y obras que plantea el PMD, si ofrecerá un servicio que se inserta perfectamente en las políticas generales del municipio, como es el aumento en las vías de comunicación para impulsar la reactivación económica de la zona a través de la generación de empleos, la ampliación en otros sectores productivos como el turismo y los pequeños negocios, ya que como se plasma dentro del PMD *“...en Jantetelco las actividades turísticas hoy por hoy, representan un factor importante para el impulso de un desarrollo económico sustentable. Ya que el municipio cuenta con un alto potencial de crecimiento en el turismo...”*, asimismo, con el aumento en la infraestructura tanto regional como estatal aumentará la calidad



de vida de los pobladores, dado que se acortarán los tiempos de desplazamiento y aumentarán los servicios públicos.

- **Plan Municipal de Desarrollo 2006 - 2009 de Jojutla**

El Plan Municipal de Desarrollo 2006 -2009 de Jojutla de acuerdo al análisis de la problemática ambiental, jurídica y social que se presenta actualmente, dentro de las acciones que plantea tendientes a resolver la problemática actual, se encuentran las siguientes, mismas que se vinculan con el presente proyecto:

- **“...Fomento de la inversión privada.**

*Esta acción tiene como fin la generación de nuevas fuentes de empleo, por lo que es obligación del gobierno municipal procurar y otorgar las facilidades para el arribo de capitales privados que fomenten fuentes de empleo permanentes, con un sentido de protección al medio ambiente, con pleno respeto a las garantías laborales y que impliquen polos ordenados de desarrollo...”*

Dentro de las etapas en las que se desarrollará el proyecto **“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higerón)”**, se generarán fuentes de empleo temporales, lo cual aunque no se ajusta del todo con la acción enmarcada en el PDM de Jojutla, si ayudará en parte a reactivar la economía de la zona.

- **“...Protección del medio ambiente.**

*Si bien el desarrollo urbano, industrial y de servicios es necesario, también lo es la protección del medio ambiente. Como Ayuntamiento, no podemos seguir tolerando la acelerada destrucción del entorno. Es necesario tener un adecuado marco jurídico y determinación como gobierno que permita la protección de los recursos naturales. Tenemos por ejemplo, el nada grato honor de tener en el Apatlaco, uno de los ríos más contaminados del mundo, aunque también cruza por nuestro municipio el más caudaloso y menos contaminado Río Amacuzac, contamos con el privilegio de tener agua en abundancia aunque mal distribuida, contamos con una zona importante de vegetación de selva baja caducifolia y tenemos en nuestro territorio el cuerpo lacustre más grande del Estado de Morelos.*

En atención a lo anterior, el proyecto para su desarrollo contempla las medidas de prevención, protección, conservación, mitigación y/o compensación que ayuden a evitar en lo posible la afectación del proyecto a los componentes ambientales que se presenten en la zona, asimismo, es importante indicar que el proyecto tratará en lo posible de evitar áreas con vegetación de selva baja caducifolia bien conservada, por lo que prácticamente, se desarrollará en áreas de cultivo que se encuentran abandonadas y por tanto se encuentran expuestas a la erosión eólica e hídrica.

- **“...Obras públicas.**

*Sin duda uno de los elementos de evaluación más importantes de un gobierno municipal lo constituye la obra pública. En la actual administración, esta se pretende realizar con criterios de distribución equitativa de recursos, en condiciones de equidad para los participantes en las licitaciones, con calidad en su ejecución, con total transparencia, con rendición de cuentas a la ciudadanía, con apego a la normatividad y con la participación concertada de la población beneficiada.*

Por lo que el gobierno del municipio de Jojutla promueve el desarrollo de infraestructura vial y carretera, ya que de esta forma se expanden los límites en las vías de comunicación lo que a su vez implica la ampliación



en servicios. El proyecto, pretende la construcción de una carretera de aproximadamente 61.8 km, lo cual ayudará a comunicar diversas regiones, así como acortará los tiempos de desplazamiento.

Por lo anterior, el proyecto se inserta en las acciones antes señaladas dentro del Plan Municipal de Desarrollo 2006- 2009 del municipio de Jojutla.

- **Plan Municipal de Desarrollo 2007 – 2009 de Tlaquiltenango**

El principal objetivo del PMD de Tlaquiltenango es *"...impulsar el desarrollo económico y social del municipio, así como de mejorar las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes, creándoles nuevas oportunidades de empleo, mejorando los servicios públicos a través de obras públicas y aplicación de las prioridades en materia de Desarrollo urbano, establecimiento de programas de mejoramiento de la vivienda, fortalecimiento de los servicios de salud y educativos, mayores apoyos para la diversificación de cultivos agrícolas, y mejoramiento genético de la ganadería, promoción del turismo, descentralización y modernización de la administración pública entre otras prioridades..."*

Por lo anterior, para llevar a cabo el PMD se realizaron consultas ciudadanas a fin de identificar las demandas ciudadanas, y con ello establecer las acciones a seguir para ejecutar obras y/o acciones que permitan dar respuesta a las demandas señaladas, derivado de lo anterior, se identificaron las prioridades municipales separándolas en 18 sectores, entre los que se encuentran:

- Sector Población y Empleo
- Sector turismo
- Sector comunicaciones y transporte

En el primero como prioridad se establece el impulso a mejores oportunidades de empleo, por lo que en este aspecto, el proyecto fungirá como una fuente de empleos durante su construcción, lo que se adapta con la necesidad que se plasma en este PMD, por otra parte, con respecto al sector turismo, el PMD establece promover acciones que impulsen el ecoturismo y la recreación de los turistas en el municipio, aunque el proyecto no se vincula directamente con este sector, sin embargo, indirectamente la creación de nuevos caminos ayuda a reactivar la economía de la zona no solo con el aumento de empleos tal como se señala anteriormente, sino también impulsando la mejora en servicios urbanos, así como permitiendo establecer comunicación a través de vías de acceso que promuevan la participación turística de la zona, aun y cuando el tercer sector comunicaciones y transporte se refiere a la parte local (mejora a nivel local de infraestructura vial), es importante señalar que a nivel regional el aumento en vías de comunicación beneficia la reactivación de la economía lo que a su vez aumenta la necesidad de contar con mejores servicios por lo que al contar con una red vial tanto local como estatal en buenas condiciones ayudará a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y aumentar las condiciones de urbanización de la zona al atraer capital para la inversión en actividades productivas como el turismo, la industria y el sector agropecuario.

- **Plan Municipal de Desarrollo 2007 – 2009 de Tlaltizapán**

El Plan Municipal de Desarrollo 2007 – 2009 del municipio de Tlaltizapán, está integrado por cinco apartados:

1. Desarrollo ambiental
2. Desarrollo social integral
3. Desarrollo económico
4. Desarrollo integral territorial
5. Desarrollo democrático





El primer apartado considera el análisis de todos los aspectos del medio físico natural, en el segundo apartado se abordan los asuntos relacionados con los aspectos sociodemográficos y su interrelación con los municipios de la región, en el tercer apartado, se analizan los factores que inciden en la economía local; por otra parte en el cuarto apartado se tocan temas relacionados con el territorio nacional, y por último en el quinto apartado se relacionan los temas que hablan sobre la administración y el gobierno.

Derivado del análisis sobre los apartados anteriores solo uno de ellos se vincula con el proyecto, siendo el tercer apartado, el cual tiene como objetivo fortalecer el desarrollo económico del municipio, dando impulso a las diferentes actividades económicas que se desarrollan, dicho apartado se relaciona indirectamente con el proyecto, dado que a través de la construcción e implementación de la carretera se plantea la creación de oportunidades de empleo no solo durante las actividades que conlleva la construcción del proyecto sino también se espera, como ya se ha mencionado, la reactivación de la economía local y regional a través de la construcción de caminos que permitan hacer más accesible a la zona para la inversión de capital en proyectos turísticos, además, el aumento en las actividades productivas de la región a su vez impulsará la demanda de mejores servicios urbanos con el fin de ofrecer un lugar que preste servicios de calidad para el turista. Por lo anterior, el presente proyecto se insertará de manera indirecta en las políticas planteadas en el PMD sirviendo como parteaguas para el crecimiento económico de la región.

### III.2.5 Ordenamientos ecológicos locales y regionales decretados

Actualmente el Estado de Morelos no cuenta con un Ordenamiento Ecológico del Territorio en el que se especifique la situación actual del estado, la vocación del suelo y las condiciones ambientales existentes. Sin embargo, es importante destacar que actualmente se encuentra en desarrollo dicho Ordenamiento, por lo cual se han publicado estudios que avalarán el diagnóstico de las condiciones actuales del estado, dentro de dichos estudios se encuentra la Caracterización y Análisis de Ocupación del Territorio (CAOT), el cual fue publicado en el año 2006, dicho estudio no es ninguna disposición legal por lo que no se vincula legalmente con el proyecto, sin embargo, es fundamental ya que al publicarse el ordenamiento éste se basará en los resultados que se presentan en el CAOT, por tal motivo dentro del presente estudio, se cree fundamental vincular dicho documento con el proyecto.

Dentro de los principales objetivos que presenta el CAOT se encuentran:

- Caracterizar y analizar los patrones de ocupación del territorio
- Elaborar un diagnóstico temático de los diferentes elementos naturales, sociales y económicos que conforman la ocupación espacial del territorio y el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales del estado.
- Contribuir a la construcción de índices e indicadores para la evaluación de los efectos de las actividades sectoriales de la región en el desarrollo del Estado, bajo los lineamientos de aptitud de uso de suelo.

Del análisis realizado en el CAOT, en su *capítulo IV. Caracterización y Diagnóstico del Subsistema Natural, A. Áreas de Fragilidad y Criterios de Calidad Ambiental*, se menciona que una gran parte del territorio morelense se encuentra afectado por la alta fragmentación y transformación de las zonas forestales, indicando que solo el 27% de la superficie del estado cuenta con vegetación original, destacando la vegetación de Selva Baja Caducifolia y los bosques de coníferas y encinos. Asimismo, las áreas que presentan una mayor conservación de estos tipos de vegetación son la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) y el Corredor Biológico Chichinautzin (COBIO), por lo anterior, las áreas con mayor



fragilidad se definen en función de las áreas que presentan mayor vegetación original. Por lo tanto, una de las áreas que se encuentra definida como de alta fragilidad es el área con vegetación de selva baja caducifolia que se ubica en la REBIOSH, en los municipios de Jojutla, Tlaquiltenango y Tepalcingo, la cual cuenta con una calidad ambiental que oscila entre media y alta, con algunos fragmentos de calidad ambiental muy alta, otra área con alta fragilidad es la porción central de Morelos en la cual también se presenta Selva baja caducifolia y se ubica en los municipios de Ayala y Tlaltizapán, por último la región centro norte, presenta un fragmento de vegetación en el área conocida como Sierra de Montenegro la cual corresponde a un ANP de carácter estatal, ubicada entre los municipios de Tlaltizapán y Yautepec, presenta una calidad ambiental que va de media a baja.

De acuerdo a lo anterior, el SAR del Proyecto **“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuerón)”**, se ubica dentro de las tres áreas de alta fragilidad identificadas en el CAOT, sin embargo, es preciso mencionar que dentro del área que ocupará el trazo del proyecto la calidad ambiental que se presenta es relativamente baja tal como se muestra en el capítulo IV del presente estudio, específicamente en el apartado IV.2.4 Descripción de la Estructura y Función del Sistema Ambiental Regional, en el cual a través de la delimitación de unidades ambientales se presenta la calidad ecológica de la zona, así como la integridad ecológica funcional que presenta, identificando que la mayor parte del trazo del proyecto se ubica en áreas con uso de suelo agropecuario, y los manchones de vegetación existentes a lo largo del trazo, aunque corresponde a Selva baja caducifolia, ésta se encuentran afectadas previamente por lo que dominan especies oportunistas como las acacias, de acuerdo a lo anterior, se tiene muy presente que el SAR del proyecto como se mencionó anteriormente presenta algunas zonas de alta fragilidad, sin embargo el proyecto no atraviesa ninguna de estas áreas, aun así a fin de evitar cualquier acción que ayude en la degradación de las condiciones ecológicas que se presentan en la zona, el proyecto, en su capítulo VI propone una serie de medidas y acciones tendientes a evitar en todo momento contribuir con la degradación ecológica de la zona, entre las medidas que se precisan se encuentran:

- Elaboración e implementación de un Programa de Manejo y Disposición de Residuos Sólidos (peligrosos y no peligrosos) y Líquidos.
- Elaboración e implementación de un Programa de Rescate, Protección y Conservación de especies de flora y fauna que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
- Elaboración e implementación de un Programa de Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo de la Maquinaria y Equipos que se empleen dentro de las actividades del proyecto.

De igual forma se plantean acciones específicas como:

- Evitar la remoción de vegetación que se encuentre fuera del derecho de vía del Proyecto.
- Prohibir la captura de animales silvestres.
- Evitar la obstrucción de cuerpos de agua por la inadecuada disposición de residuos de construcción y domésticos,

Por otra parte, todas las acciones que se planteen estarán plasmadas en un Programa de Calidad Ambiental en el cual se especifiquen las acciones que permitirán prevenir, mitigar o compensar los impactos que se den por la construcción y operación del proyecto, así como los plazos de cumplimiento y las metodologías empleadas para llevar a cabo dichas acciones.

De igual forma, dentro del CAOT, en su capítulo V, denominado “Descripción Económica”, en el apartado A, Contexto Estatal en la Economía Nacional, en el punto 2, Estructura económica actual de la Entidad, se menciona que los municipios de Ayala y Jojutla presentan un potencial de crecimiento industrial, de igual forma, los municipios de Tlaquiltenango y Tlaltizapán presentan un alto potencial de desarrollo turístico, y



por último los municipios de Tepalcingo, Jantetelco y Jonacatepec presentan un potencial de desarrollo ya sea industrial o turístico, por lo anterior, la construcción de la carretera **“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuero)”** será benéfico debido a que proporcionará una vía de acceso a estos municipios lo cual acortará tiempos y distancia y abrirá nuevas vías de comunicación para promover el desarrollo turístico e industrial de la región, garantizando una vía en buenas condiciones.

### III.2.6 Comités de planeación para el desarrollo estatal o municipal (Coplades y Coplamun)

En el municipio de Ayala de acuerdo a lo establecido dentro del Plan Municipal de Desarrollo 2007 – 2009, se pretende instalar el Comité de planeación para el desarrollo municipal (COPLADEMUN), en el cual se condensará, se discutirá y se aprobará el desarrollo de programas de infraestructura en las comunidades del municipio, a fin de llevar a cabo la participación social en las decisiones y estrategias planteadas para un mejor desarrollo del municipio.

Dentro del municipio de Jantetelco el COPLADEMUN es la dependencia encargada de llevar a cabo la planeación de las acciones de la Administración Pública del Gobierno Municipal, estableciendo para ello objetivos, metas, estrategias y prioridades; coordinando acciones y evaluando resultados, asimismo, dicho comité fue el encargado de llevar a cabo los foros de consulta para la presentación del Plan Municipal de Desarrollo.

Dentro del municipio de Jojutla se cuenta con el Comité de Planeación y Desarrollo Municipal (COPLADEMUN), el cual en concordancia con lo que al respecto establece el Reglamento de COPLADEMOR así como la Ley Estatal y Nacional de Planeación y al Principio de Planeación Participativa y Democrática, esta instancia será el foro en donde se decidirán diversas acciones que tienen que ver con una adecuada inversión de los recursos disponibles para el municipio, en obras y acciones que tengan como prioridad abatir el enorme rezago en muchos aspectos de los servicios que brinda el Ayuntamiento.

Asimismo, el municipio de Tlaltzapán también cuenta con un Comité de Planeación y Desarrollo Municipal (COPLADEMUN), el cual fue integrado el 26 de enero de 2007, y tiene como finalidad llevar a cabo los programas en apego al Plan de desarrollo del municipio, así como promover la consulta ciudadana para la formulación de planes y programas que ayuden a impulsar el desarrollo social y económico del municipio.

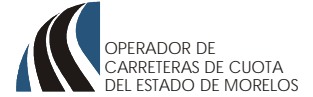
### III.2.7 Indicadores ambientales

Dentro de los indicadores ambientales que se pueden emplear para conocer la calidad de los componentes ambientales que se presentan en el SAR del proyecto se presentan los siguientes:

- **Desmontes**

A nivel estatal la vegetación natural ha sido altamente fragmentada y transformada, al punto de que apenas conserva un 27% de su superficie con vegetación poco perturbada, en el resto de la entidad, la vegetación ha sido severamente perturbado e incluso ha desaparecido por completo principalmente como resultado de la transformación de estas áreas en zonas de uso agropecuario o urbano.





A nivel SAR, se muestra que más del 70% del mismo, presenta zonas desmontadas empleadas para fines agrícolas, pecuarios o asentamientos humanos los cuales en ocasiones no se encuentran controlados por lo que provocan la erosión de los suelos, en la Figura 4 se muestra la superficie dentro del SAR que presenta esta afectación. Asimismo, dentro de dicha figura se puede observar que las áreas que no presentan desmonte se ubican principalmente en zonas que presentan geofomas correspondientes a sierras.

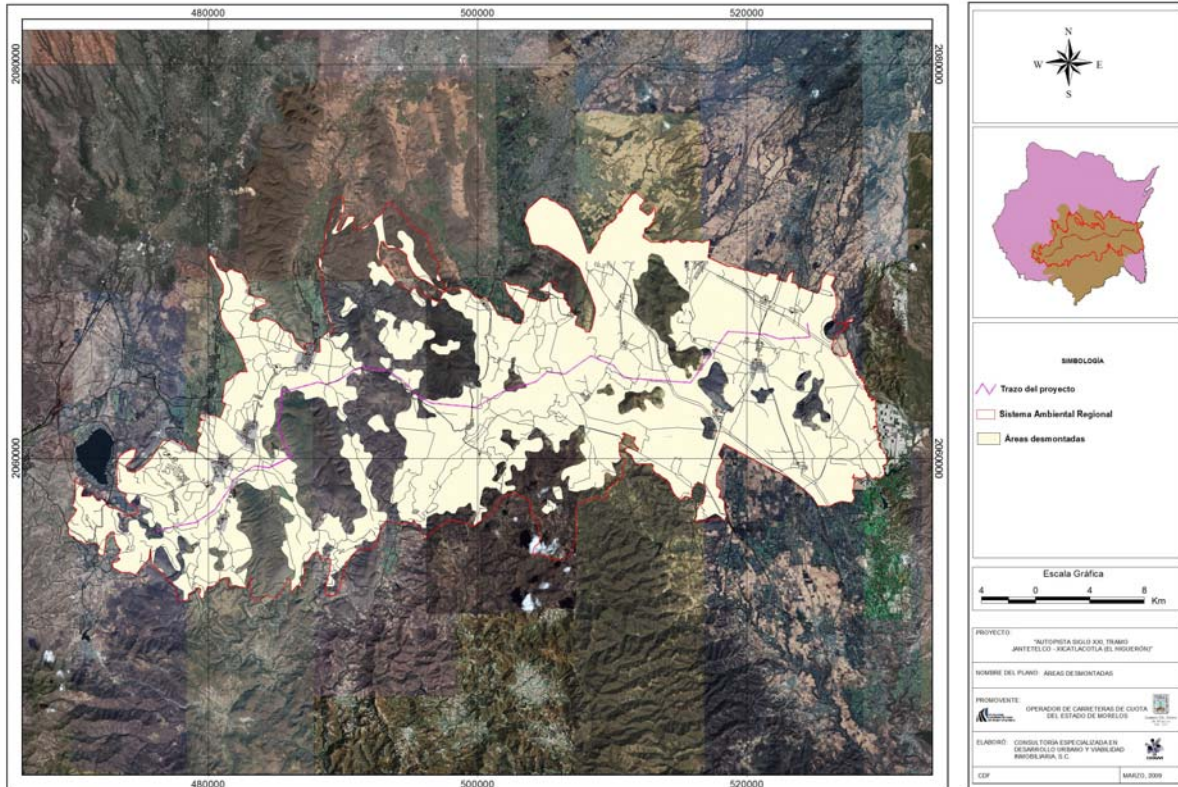


Figura 4. Desmontes presentes en el SAR del Proyecto.

• Contaminación del aire

Las principales causas de contaminación atmosférica están relacionadas con la concentración de gases contaminantes provenientes de las zonas industriales.

A nivel estatal la mayor concentración de industrias se localizan en la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), y en menor proporción en el parque industrial de Cuautla ubicado en el municipio de Ayala; existen también industrias, aunque en menor escala en Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata, Yautepec, Jojutla y Zacatepec.

Asimismo, otra fuente de emisiones de gases contaminantes es la que se genera en el Ingenio Emiliano Zapata, durante los meses de diciembre a mayo las chimeneas, arrojan a la atmósfera humos que son respirados por los habitantes de las áreas urbanas y rurales cercanas al lugar donde se ubican. El bagazo de la vara dulce de la caña de azúcar es usado como combustible y la ceniza que se produce afecta el sistema respiratorio de los seres humanos. Durante los meses indicados en el ingenio Emiliano Zapata de Zacatepec,





los vientos dominantes con intensidad débil se dirigen hacia el Sur, afectando la parte de la población de la conurbación de Jojutla-Tlaquiltenango-Zacatepec (Aguilar – Benítez, 1998).

- **Contaminación del agua**

Los problemas de la calidad del agua, en el SAR se originan principalmente por las descargas de aguas residuales urbanas e industriales, que son empleadas para irrigación, o que al infiltrarse al subsuelo contaminan los mantos acuíferos.

El proceso de contaminación hídrica, se ha dado en la mayoría de los escurrimientos que cruzan zonas industriales o urbanas; los lugares de mayor contaminación del agua, son los siguientes: El río Apatlaco entre Zacatepec y Jojutla, hasta su unión con el Río Amacuzac, principalmente por las descargas de la zona conurbada de Jojutla y del Ingenio Emiliano Zapata.

El Lago de Tequesquitengo por los desechos que arrojan las lanchas, las casas que lo rodean y los residuos de los agroquímicos utilizados en las áreas agrícolas cercanas.

En el SAR la mayor contaminación hídrica se da por los desechos de origen urbano, y los principales municipios afectados son: Puente de Ixtla y Tepalcingo.

El uso de plaguicidas en la agricultura también genera contaminación dentro del SAR, los municipios más afectados son: Ayala, Jantetelco, Tepalcingo, Jojutla, Jonacatepec y Tlaltizapán.

Otra fuente de contaminación hídrica es a través de lixiviados, debido a que la mayor parte del agua residual de ciertos municipios, se descarga de forma directa en las barrancas y pozos de absorción. Existen barrancas que pasan por las comunidades y llevan agua solo en época de lluvias, conservándose secas el resto del año, situación por lo que son utilizadas como basureros al aire libre.

La basura eleva el nivel freático dentro o debajo del basurero, lo que ocasiona que el lixiviado salga del depósito de basura, con lo que se da origen respectivamente a manantiales de lixiviados y a la contaminación del agua subterránea.

- **Contaminación del suelo**

Entre las principales causas de contaminación del suelo que se presentan dentro del SAR se encuentra la utilización de aguas residuales para riego y el uso de productos químicos en la agricultura, así como la producción de residuos sólidos municipales.

En Morelos, se generan aproximadamente 1,608 toneladas de basura al día, destacando el municipio de Cuernavaca que genera el 34% del total con 547 ton/día. En segundo orden de importancia de este rubro, se ubica el municipio de Cuautla, ya que genera 180 ton/día que representa el 11%; Jiutepec ocupa el tercer lugar al generar 130 ton/día que representa el 8% y el cuarto lugar es ocupado por Jojutla que genera 100 ton/día cantidad que representa el 6.2% del total de basura generada en el Estado.

- **Erosión del suelo**

La situación actual en donde el crecimiento demográfico establece una tendencia en la que se manifiesta que cada día hay más seres humanos que alimentar y menos tierras con vocación agrícola cultivables.



En contraste con la disminución de calidad y cantidad de los recursos naturales de Morelos, la población se ha incrementado aceleradamente, expandiendo de igual forma su mancha urbana.

Los suelos con vocación agrícola ya se dedicaban a este fin y desde el punto de vista ambiental no es recomendable continuar con la práctica establecida, de ampliar la frontera agrícola a costa de la deforestación de terrenos con vocación forestal, que en la actualidad provoca el desmonte de 1,600 hectáreas al año, cuya consecuencia es el arrastre de más de 24,000 toneladas de suelo fértil.

En el fascículo número ocho publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en 1995, referente a la erosión, se presenta un mapa de la República Mexicana, en donde se advierte que menos del 50% de la superficie de Morelos presenta erosión moderada.

Se considera que más del 80% del territorio morelense está sujeto a diversos grados de erosión.

Este apartado de erosión se presenta más extenso en el capítulo IV del presente documento específicamente dentro del apartado **IV.2.1.4.3 Grado de erosión del suelo.**

### III.3 Análisis de instrumentos normativos

#### III.3.1 Convenios

##### **Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de Flora y Fauna Silvestres CITES**

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés) surge con el fin de proteger a ciertas especies de su explotación excesiva una vez que su comercio ilegítimo y no reglamentado sobrepasó las fronteras entre los países. A partir de la reunión celebrada por la Unión Mundial por la Naturaleza, el 3 de marzo de 1963 en la ciudad de Washington, D.C., se ha estipulado la reglamentación para el comercio de especies amenazadas y/o en peligro de extinción para su protección y equilibrio ecológico. Hasta el día de hoy, CITES es una de las convenciones en materia ambiental con más Estados Miembros, en total 177.

La Reglamentación sobre el comercio de especies en peligro de extinción, amenazadas así como aquéllas que requieren de una restricción en su explotación, está basada en el listado incluido en los Apéndices I, II y III del CITES, los cuáles amparan a las especies incluidas en ellos; en efecto, en el Apéndice I se encuentran las especies consideradas en peligro de extinción, en el Apéndice II aquéllas que se estiman como amenazadas o que no se encuentran afectadas por el comercio pero que es considerada por los Estados para su protección especial y, en el Apéndice III se encuentran enlistadas las especies que a consideración de un país que las posee, deben incluirse bajo protección debido a su sobreexplotación comercial.

El presente proyecto no pretende de ninguna manera la comercialización de los organismos presentes en el Sistema Ambiental Regional y tomará en cuenta lo estipulado por el Convenio en materia de protección y medidas, sustanciado en su Artículo VIII.



### III.3.2 Leyes

En el **Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**, publicada el 5 de febrero de 1917, se expone claramente que “toda persona tiene el derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar”.

Igualmente en ella se establecen los lineamientos con los cuales se pretende conseguir un desarrollo sustentable de las distintas regiones del país. Lo anterior es considerado por el **artículo 25**, que a la letra dice: “Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste 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 esta Constitución.”

Pero al mismo tiempo que en la Constitución se promueve un desarrollo social y económico sustentable también se prevé que estos no sean alcanzados a costa del deterioro ambiental, ya que en el **Artículo 25 párrafo sexto** se establece que “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”.

En este mismo sentido, y con el propósito de mantener un ambiente sustentable en su **artículo 73 fracción XXIX-G** otorga facultades al congreso “para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico”.

Es por esto que un proyecto de infraestructura como el que aquí se trata se vincula con los preceptos antes mencionados pues tiene como finalidad comunicar distintas regiones del país, acortando las distancias entre ellas y permitiendo de esta manera un intercambio comercial efectivo, promoviendo así el desarrollo social sustentable de las mismas. Teniendo siempre una observancia a la legislación ambiental vigente para coadyuvar al desarrollo ambiental sustentable del país.

#### III.3.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Con el fin de reglamentar lo dispuesto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos referente a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción se publicó el 28 de enero de 1988 la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

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





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

En la misma **Sección V, artículo 30 de la LGEEPA** se plantea de manera general los lineamientos para integrar la manifestación de impacto ambiental, ya que este artículo dispone que *"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"*.

El procedimiento por el cual la Secretaría emitirá una resolución, y posible autorización, en materia de impacto ambiental está contemplado por la **Sección V, artículo 35 de la LGEEPA**, que establece que *"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. 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."*

*"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. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:*

- I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;*
- II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación..., o*
- III.- Negar la autorización solicitada..."*

En apego a lo establecido y antes citado en la LGEEPA se elabora la presente Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto **"Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuérón)"** con la intención de que esta actividad sea evaluada por la autoridad correspondiente, y en su caso proceda a emitir las autorizaciones ambientales correspondientes.

### **III.3.2.2 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos**

A nivel estatal, Morelos cuenta con la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos, publicada el día 22 de Diciembre de 1999 y cuya última modificación se dio el 5 de diciembre de 2007. Tiene el objeto de regular las actividades en el Estado y en los municipios en cuanto a la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico y mejoramiento del ambiente. Dicha Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Morelos, con fundamento en la fracción L del artículo 40 que faculta al Congreso del Estado a expedir leyes en el ámbito de su competencia, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico; así mismo, contempla los preceptos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.





En el Título Tercero, sobre política ambiental se establecen los siguientes principios:

*“...ARTÍCULO 12. Para la formulación y conducción de la política ambiental estatal y la expedición de los instrumentos previstos en ésta Ley, en materia de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente se observarán los siguientes principios:*

*I. Los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas de la entidad y del país;*

*II. Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad y contemplando una distribución equitativa de sus beneficios;*

*III. Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades en los términos de ésta y otras leyes, tomarán las medidas para garantizar ese derecho;*

*IV. Las autoridades en todos los niveles de gobierno federal, estatal y municipal, en forma conjunta con los particulares y con la sociedad organizada deben asumir la responsabilidad de la preservación y restauración del equilibrio ecológico y de la protección al ambiente;*

*V. 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 implique reinvertiendo los recursos en la propia restauración del daño. Así mismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;*

*VI. La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de la vida de las futuras generaciones;*

*VII. La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos;*

*VIII. El aprovechamiento de los recursos naturales renovables debe realizarse de manera sustentable con tecnologías adecuadas para asegurar su diversidad y renovabilidad;*

*IX. Los recursos naturales no renovables deben utilizarse de modo sustentable evitando su agotamiento, la generación de efectos ecológicos adversos y contemplando la utilización de tecnología adecuada y que evite la contaminación;*

*X. Los asentamientos humanos deben planearse contemplando los servicios necesarios para asegurar el equilibrio ecológico y la protección de las áreas naturales de reserva;*

*XI. La coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública y entre los distintos niveles de gobierno y la concertación con la sociedad, son indispensables para la eficacia de las acciones ambientales;*

*XII. El sujeto principal de la concertación de acciones para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente son los*



*grupos y organizaciones sociales, no los individuos; sin embargo, no se excluye la participación individual. El propósito de la concertación de acciones ecológicas es reorientar la relación entre la sociedad y la naturaleza;*

*XIII. En el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieren al Gobierno Estatal, para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y, en general, inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se considerarán los criterios de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente;*

*XIV. La política ambiental deberá ser revisada constantemente con la participación de la sociedad organizada;*

*XV. Garantizar el derecho de las comunidades, incluyendo a los pueblos indígenas, a la protección, preservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la salvaguarda y uso de la biodiversidad, de acuerdo a lo que determine la presente Ley y otros ordenamientos aplicables;*

*XVI. La erradicación de la pobreza es necesaria para el proceso de desarrollo sustentable;*

*XVII. Las mujeres cumplen una importante función en la protección, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y en el desarrollo. Su completa participación es esencial para impulsar el proceso de un desarrollo sustentable;*

*XVIII. El control y la prevención de la contaminación ambiental, el adecuado aprovechamiento de los elementos naturales y el mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos, son elementos fundamentales para elevar la calidad de la vida de la población;*

*XIX. Es interés del Estado de Morelos que las actividades que se llevan a cabo dentro de su territorio, no afecten el equilibrio ecológico de otros estados o zona de jurisdicción federal;*

*XX. Las autoridades competentes en igualdad de circunstancias ante los demás estados, promoverán la preservación y restauración del equilibrio de los ecosistemas regionales.*

*ARTÍCULO 13. Con arreglo a las disposiciones de éste Título cada ayuntamiento aprobará los principios, medios y fines de su política ambiental municipal que serán plasmados en sus respectivas disposiciones reglamentarias, procurando la participación de los diferentes sectores sociales interesados..."*

Es importante señalar que el Proyecto se ajustará a las disposiciones contenidas en la presente Ley, en específico al artículo XII fracción V, ya que como parte integral del presente documento, se establecen las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias para evitar y/o minimizar en lo posible los efectos adversos que se produzcan por la construcción e implementación del presente proyecto.

### **III.3.2.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)**

Con el objeto de reglamentar lo referente a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional, se publicó el 08 de enero de 2003 la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Esta Ley " *tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación*".



En virtud de que las actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo de este proyecto generarán una serie de desechos de diversos tipos se debe tener en cuenta la reglamentación aplicable a estos con la finalidad de tener el conocimiento para un manejo adecuado e integral, y así evitar una afectación a los cuerpos de agua o el suelo.

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

En atención a lo anterior se dispondrá la colocación de contenedores para llevar a cabo la subdivisión de los desechos en orgánicos e inorgánicos, particularmente en los sitios donde se lleven a cabo actividades de descanso, de toma de alimentos y sanitarios de los trabajadores, ya que este tipo de residuos sólidos son generados principalmente por las actividades propias de los trabajadores de la obra. Cabe señalar que estas medidas de prevención y mitigación serán especificadas en el capítulo VI del presente documento.

Otra clasificación prevista en la LGPGIR, aplicable a este proyecto, es la estipulada en su **artículo 19**; éste clasifica a los residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; así como aquellos residuos generados por las actividades agrícolas, silvícolas y forestales como residuos de manejo especial. Lo anterior debe ser considerado debido a que en distintas etapas del proyecto se llevan a cabo actividades como despalme, desmonte o explotación de bancos de materiales que generarán residuos considerados como de manejo especial como escombros, suelo o residuos vegetales que deben tener un manejo adecuado para un posible reaprovechamiento de los mismos. De igual forma, el proyecto en su afán de evitar en lo posible la afectación al ambiente, en su capítulo VI establece las medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables a los residuos de manejo especial.

Del mismo modo, en el **artículo 20** de la LGPGIR estipula que *"La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría."*

*Por su parte, los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, deberán publicar en el órgano de difusión oficial y diarios de circulación local, la relación de los residuos sujetos a planes de manejo y, en su caso, proponer a la Secretaría los residuos sólidos urbanos o de manejo especial que deban agregarse a los listados a los que hace referencia el párrafo anterior".* Mientras que en su **artículo 22** decreta que *"las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales"*. Por esta razón, y en apego a lo estipulado anteriormente se especificara más adelante sobre la normatividad actual, no sólo las especificaciones referentes a los residuos, sino también otros aspectos relevantes aplicables al proyecto aquí tratado.

### III.3.2.4 Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos

A nivel estatal, Morelos cuenta con la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos, la cual fue publicada el 17 de Octubre de 2007. Dicha Ley tiene por objeto regular la generación, aprovechamiento y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, los peligrosos de conformidad con lo que establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; así como la prevención de la contaminación y la remediación de suelos contaminados con Residuos Sólidos urbanos y de manejo







especial; a fin de propiciar el desarrollo sustentable en la Entidad. En virtud de que las actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo del Proyecto generarán una serie de desechos de diversos tipos se tendrá en cuenta la reglamentación aplicable a estos con la finalidad de tener el conocimiento para un manejo adecuado e integral de ellos, y así evitar una afectación a los cuerpos de agua o el suelo. En particular, el Proyecto se sujetará a las disposiciones contenidas en el Título Segundo del Manejo Integral de Residuos. En particular, de los enunciado en el Capítulo I a IX.

### III.3.2.5 Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Para regular la explotación, uso o aprovechamiento, distribución y control de las aguas nacionales, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable se publicó el 1° de diciembre de 1992 la Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Aun y cuando el presente proyecto no contempla llevar a cabo ningún aprovechamiento de los cuerpos de agua existentes en la zona de dicho proyecto, se debe tomar en cuenta la legislación actual vigente en esta materia con el fin de prevenir alguna posible afectación que pudiera ocasionar a los cuerpos de agua el desarrollo de este proyecto.

En su **Título Séptimo, Capítulo I** referente a la prevención y control de la contaminación del agua se establece en su **artículo 85** que *"en concordancia con las Fracciones VI y VII del artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley"*.

*"El Gobierno Federal podrá coordinarse con los gobiernos de los estados y del Distrito Federal, para que estos últimos ejecuten determinados actos administrativos relacionados con la prevención y control de la contaminación de las aguas y responsabilidad por el daño ambiental, en los términos de lo que establece esta Ley y otros instrumentos jurídicos aplicables, para contribuir a la descentralización de la gestión de los recursos hídricos"*.

*"Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:*

*a. Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y*

*b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales."*

**Art. 86 bis 2.** Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

En consideración a lo citado anteriormente se tomarán las medidas correspondientes para que no se realice ningún tipo de descarga a los cuerpos de agua ubicados en la zona del proyecto. En el caso de que existiese alguna descarga se deberán llevar las medidas mitigatorias correspondientes, como es que las descargas de



aguas residuales cumplan con los lineamientos establecidos en las normas ambientales aplicables al proyecto.

### III.3.2.6 Ley General de Vida Silvestre

Con la finalidad de reglamentar lo relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en todo el territorio nacional se publicó el 3 de julio de 2000 la Ley General de Vida Silvestre.

En su **capítulo II**, Hábitat Crítico para la Conservación de la Vida Silvestre, **artículo 64** establece que *“La Secretaría acordará con los propietarios o legítimos poseedores de predios en los que existan hábitats críticos, medidas especiales de manejo y conservación. La realización de cualquier obra pública o privada, así como de aquellas actividades que puedan afectar la protección, recuperación y restablecimiento de los elementos naturales en los hábitats críticos, deberá quedar sujeta a las condiciones que se establezcan como medidas especiales de manejo y conservación en los planes de manejo de que se trate, así como del informe preventivo correspondiente, de conformidad con lo establecido en el reglamento. . .”*

No obstante, y en virtud de que el área en donde se desarrollara el presente proyecto no es considerada hábitat crítico no debe estar sujeta a ningún plan de manejo, como lo estipula el artículo anteriormente citado de la LGVS, sin embargo, si posteriormente se determina que existen áreas críticas el proyecto se apegará a lo establecido en dicha Ley, asimismo, el proyecto contemplará las medidas de prevención, protección, conservación, mitigación y compensación necesarias para ayudar a proteger a las especies de flora y fauna que puedan ser afectadas por el proyecto, dichas medidas se establecerán en el capítulo VI del presente documento.

### III.3.2.7 Ley Estatal de Fauna

En el estado de Morelos se cuenta con la Ley Estatal de Fauna, publicada en el Periódico Oficial, No 3857, el día 30 de Mayo de 1997. Su finalidad es regular la protección de los animales domésticos y a las especies silvestres que se encuentren dentro del Estado de Morelos. En su artículo 7, se indica que *“...La protección de la fauna migratoria se ejerce de acuerdo con la normatividad federal vigente y los preceptos de esta Ley, su Reglamento y los Tratados Internacionales celebrados y los que en el futuro se celebren...”*

Cabe señalar que el Proyecto contempla sujetarse a la normatividad vigente a nivel federal y estatal en lo referente a protección de flora y fauna incluida en categorías de riesgo o su hábitat crítico.

### III.3.2.8 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; se encuentra regida por la Ley de Desarrollo Forestal sustentable (LDFS) publicada el 25 de febrero de 2003. Esta ley define en su Capítulo II **artículo 7** fracción V *“Cambio de uso del suelo en terreno forestal: la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;”*.



Dentro de las disposiciones que marca la Ley está sus **artículos 16, fracción, XX y 58, Fracción I**, que determina que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la encargada de expedir y otorgar la autorización de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.

El presente proyecto contempla el cambio de uso de suelo, ya que algunas de las áreas que se requerirán para la construcción del tramo carretero son forestales. En el Capítulo III referente al Manejo Forestal Sustentable y Corresponsable del Título Cuarto, en su **artículo 108** fracción IX establece que los servicios técnicos forestales comprenden la elaboración de Estudios Técnicos justificativos de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, los cuales serán realizados para el presente Proyecto.

El estado de Morelos cuenta con la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Morelos, la cual fue publicada el día 5 de diciembre de 2007. Dicha ley es de orden público e interés social y tiene por objeto garantizar la conservación y protección de los recursos forestales en el Estado de Morelos, promoviendo su restauración, mejora, sustentabilidad, aprovechamiento racional, el fomento al desarrollo en investigación y asesoría y gestión forestal, apoyándose en la solidaridad colectiva y la cohesión territorial, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan al gobierno estatal y los gobiernos municipales. Sus disposiciones son aplicables en los terrenos forestales, cualquiera que sea su régimen de propiedad o tenencia. El proyecto se apegará a las disposiciones contenidas en el Título Cuarto, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Forestales y el Título Quinto, Medidas de Protección y Conservación de los Recursos Forestales, ya que, como ha sido mencionado anteriormente, se contempla el cambio de uso de suelo, ya que algunas de las áreas que se requerirán para la construcción del proyecto son forestales.

### III.3.3 Reglamentos

#### III.3.3.1 Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental

El 30 de mayo de 2000 fue publicado el Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Este reglamento en su **artículo 5º** enumera las obras o actividades que para llevarse a cabo requerirán de una autorización previa de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de Impacto Ambiental. Entre estas obras o actividades se encuentran las vinculadas con las vías generales de comunicación, tales como: construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios, entre otras.

Por tal motivo, y con la intención de que la construcción del proyecto **“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuero)”** sea evaluada en materia de impacto ambiental se da cumplimiento a la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional para el Sector Comunicaciones y Transporte ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con base en el **capítulo III, artículo 11 de este Reglamento**.

Esta Manifestación de Impacto Ambiental de modalidad regional, se apega a los puntos previstos en el **artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA**, por lo que deberá especificar la información que la autoridad requiere para evaluar, y emitir resolutive, en el mejor de los casos autorizando la obra, requiriendo la obra o negándola. Estos puntos son:

- I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;





- II. Descripción del proyecto;
- III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
- IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
- V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
- VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
- VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, e
- VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

### III.3.3.2 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable se publicó el 21 de febrero de 2005 con el fin de regular 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.

Este reglamento contempla lo referente al cambio de uso de suelo, que deberá llevarse a cabo para la realización del presente proyecto, en su **Título Cuarto de las Medidas de Conservación Forestal, Capítulo Segundo del Cambio de Uso de Suelo en los Terrenos Forestales**.

En el **artículo 120** se marcan el formato y los lineamientos que se deberán seguir para solicitar el cambio de uso de suelo. El **artículo 121** indica la información que deberá contener el Estudio debido a que los residuos de construcción, mantenimiento y demolición en general, así como otros desechos generados durante la realización del presente proyecto, son clasificados por el **artículo 19** de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos como residuos de manejo especial, es muy importante tomar en cuenta lo contemplado a este respecto por el Reglamento de esta Ley, el cual fue publicado el 30 de noviembre de 2006.

En el **artículo 11** de este Reglamento se establece que "*La determinación para clasificar a un residuo como de manejo especial, en términos del artículo 19, fracción IX, de la Ley, se establecerá en la norma oficial mexicana correspondiente*". Mientras que los criterios de los que servirá la SEMARNAT para expedir las normas oficiales mexicanas para clasificar a los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que estarán sujetos a planes de manejo son establecidos en su **artículo 12**.

Por esta razón se sustenta en la normatividad actual vigente, tomando no sólo las especificaciones relativas a los residuos sino también de algunos otros aspectos relevantes que aplican en el presente proyecto.

Técnico Justificativo que es contemplado en el **artículo 117** de esta misma Ley.

El proceder de los trámites que han de realizarse para el cambio de uso de suelo están contemplados en los **artículos 122, 123, 124, 126 y 127** de este reglamento. Estos artículos no son referidos más ampliamente debido a que esta información es correspondiente del estudio técnico justificativo, el cual es un estudio alternativo a la presente Manifestación de Impacto Ambiental.



### III.3.3.3 Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Debido a que los residuos de construcción, mantenimiento y demolición en general, así como otros desechos generados durante la realización del presente proyecto, son clasificados por el **artículo 19** de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos como residuos de manejo especial, es muy importante tomar en cuenta lo contemplado a este respecto por el Reglamento de esta Ley, el cual fue publicado el 30 de noviembre de 2006.

En el **artículo 11** de este Reglamento se establece que *"La determinación para clasificar a un residuo como de manejo especial, en términos del artículo 19, fracción IX, de la Ley, se establecerá en la norma oficial mexicana correspondiente"*. Mientras que los criterios de los que servirá la SEMARNAT para expedir las normas oficiales mexicanas para clasificar a los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que estarán sujetos a planes de manejo son establecidos en su **artículo 12**.

Por esta razón se sustenta en la normatividad actual vigente, tomando no sólo las especificaciones relativas a los residuos sino también de algunos otros aspectos relevantes que aplican en el presente proyecto.

### III.3.3.4 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (RLAN) vigente, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994, con una reforma publicada el 29 de agosto de 2002, dicho ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales.

Este reglamento, específicamente en su artículo 30 menciona lo siguiente "Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará en su caso, el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "la Comisión".

De acuerdo a lo anterior, el proyecto dará cumplimiento a las condiciones y obligaciones establecidas en los lineamientos arriba mencionados, en lo que resulte aplicable a las características y requerimientos del Proyecto, con la finalidad de prevenir y controlar la contaminación de las aguas, en apego a este Reglamento.

## III.3.4 Normas

### III.3.4.1 Normas oficiales mexicanas

En la siguiente tabla se presentan las normas oficiales mexicanas así como las demás aplicables al proyecto.

Tipo	Nomenclatura	Contenido	Vinculación
Flora y Fauna	NOM-059-ECOL-2001. 06/03/2002	Especies y subespecies de Flora y Fauna Silvestres	<i>En la región en estudio se identificaron especies de fauna</i>



Tipo	Nomenclatura	Contenido	Vinculación
		terrestres y Acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, especificaciones para su protección	<i>enlistadas en dicha norma, con respecto a las especies de flora, no se identifico ninguna especie que se incluya en la citada norma, aun así durante el desmonte y despalme del derecho de vía deberá rescatarse los ejemplares susceptibles de transplantarse, incluidos en la NOM y reubicar los individuos de fauna incluidos en la citada NOM los cuales están identificados y listados en el Capítulo IV. Lo anterior se realizará siguiendo los lineamientos establecidos dentro de un Programa de Rescate, Protección y Conservación de las especies de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y los apéndices de la CITES (ver capítulo VI y VII de la presente MIA-R).</i>
Emisiones de Ruido	NOM-080-SEMARNAT-1994. 13/01/95.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	<i>Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción, sobre todo cuando trabajen cerca de poblaciones, para que no se exceda la norma.</i>
	NOM-081-SEMARNAT-2003	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	<i>En caso de que el proyecto requiera el empleo de maquinaria y/o equipo que sea considerado como fuente fija, se deberá cumplir con lo establecido dentro de esta norma, a fin de evitar y/o minimizar cualquier afectación al ambiente</i>
Emisiones Contaminantes a la Atmósfera	NOM-045-SEMARNAT 1996. 22/04/97	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible	<i>Su vinculación se debe a que la maquinaria que es utilizada en las obras del proyecto, usa como combustible el diesel, por lo que a ésta se le debe prestar un buen mantenimiento para estar dentro de la normativa</i>
	NOM 041 SEMARNAT 1999. 06/03/07	Que establece los límites máximos permisibles de	<i>Debido a que en el sitio del proyecto se desplazaran los vehículos, y por lo</i>



Tipo	Nomenclatura	Contenido	Vinculación
		emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	<i>tanto habrá emisiones de gases en la zona, por lo que se deben de tomar en cuenta el mantenimiento y verificación de los vehículos a gasolina a utilizar en la obra</i>
Control de Contaminación del Agua	NOM-001-SEMARNAT-1996. 06/01/97	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (Aclaración 30-abril-1997).	<i>Durante el desarrollo del proyecto se evitarán las descargas sanitarias mediante el uso de sanitarios portátiles secos.</i>
Residuos peligrosos	NOM-052-SEMARNAT 2005. 23/06/2006	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	<i>Aplica para determinar si alguno de los desechos generados durante la realización de este proyecto pertenece a esta clasificación, y de ser así proceder en consecuencia a esta norma.</i>
	NOM-054-SEMARNAT-1993 22/10/1993	Indica el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-2005.	<i>Aplica para determinar si alguno de los desechos generados durante la realización de este proyecto pertenece a esta clasificación, y de ser así proceder en consecuencia a esta norma.</i>
	NOM 138 SEMARNAT/SS 2003. 29/03/05	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y especificaciones para su caracterización y remediación	<i>Aplica ante la posibilidad de que la maquinaria pueda presentar derrames propiciados y/o accidentales, por lo que se aplicarán las medidas de remediación correspondientes y especificadas en la presente norma.</i>

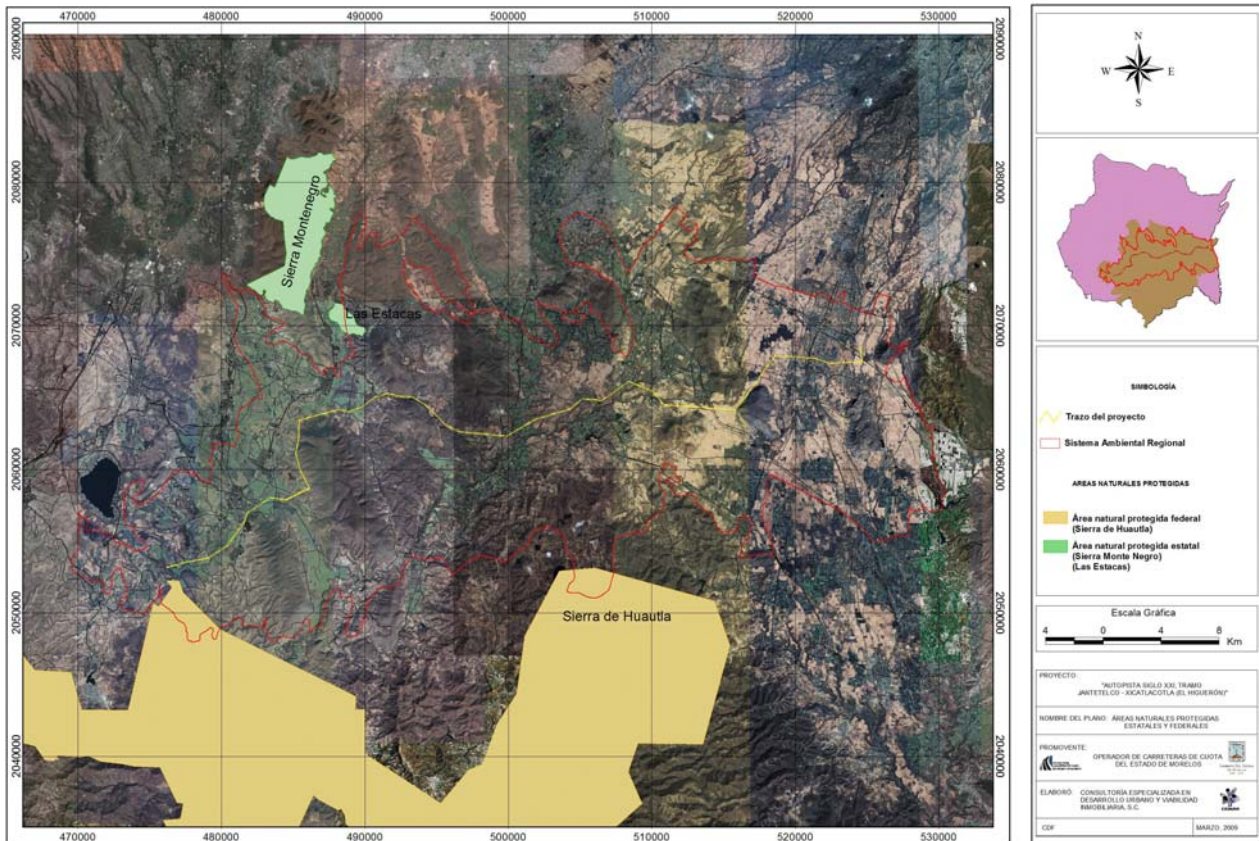
### III.3.5 Decretos de áreas naturales protegidas y; en su caso, sus planes de manejo

El estado de Morelos cuenta con diez áreas naturales protegidas (ANPs): cuatro de carácter federal y seis de carácter estatal. De los 4,941 Km<sup>2</sup> que conforman la superficie territorial del Estado de Morelos, actualmente se encuentran protegidas por Ley 131,924 hectáreas que representan el 26.7 % de la superficie total del Estado, por lo cual es uno de los estados con mayor proporción de superficie protegida. En el SAR del Proyecto se encuentran presentes tres ANP's; una con decreto federal y dos con decreto estatal. Es importante señalar que el derecho de vía del Proyecto no atraviesa ninguna Área Natural Protegida federal o estatal, por consiguiente, el Proyecto no se contrapone con las políticas de uso de suelo contempladas en los decretos y planes de manejo correspondientes (ver Tabla 4 y Figura 5).



Tabla 4. Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales presentes en el SAR del Proyecto.

Nombre	Categoría	Fecha de decreto	Superficie (Has)	Ecosistema	Distancia mínima con respecto al trazo del Proyecto (Km)
Sierra de Huautla	ANP Federal/ Reserva de la Biosfera	08- Septiembre- 1998	59,030	Selva baja caducifolia, Selva mediana caducifolia, bosque de encino y selva baja subcaducifolia	0.768
Sierra Monte Negro	ANP Estatal/Reserva Estatal	10- Junio - 1998	7,328	Selva baja caducifolia	6.477
Las Estacas	ANP Estatal/Reserva Estatal	10-Junio-1998	652	Selva baja caducifolia	4.372







### III.3.6 Decretos, programas y/o acuerdos de veda forestal

Ni el Sistema Ambiental Regional ni el área por la cual atravesará el proyecto se incluyen en zonas de veda, asimismo, el proyecto, en ningún momento pretende el aprovechamiento forestal de especies.

### III.3.7 Calendarios cinegéticos

El aprovechamiento de especies cinegéticas del estado de Morelos se encuentra regido por el Calendario de Época Hábil, temporada 2008-2009, elaborado por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT. Dentro del SAR del Proyecto se presentan ocho especies de interés cinegético (Tabla 5). El proyecto no tiene contemplado el aprovechamiento de dichas especies, únicamente se tiene contemplado establecer medidas de mitigación tendientes a minimizar posibles afectaciones a estas y otras especies faunísticas.

**Tabla 5. Especies de fauna presentes en el SAR del proyecto que se encuentran dentro de los calendarios de época hábil.**

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2001	CITES 2008	Aprovechamiento
Anatidae	<i>Anas crecca</i>	Cerceta Aliverde	No Incluida	No Incluida	31 Oct 2008 al 6 de Marzo 09
Anatidae	<i>Anas discors</i>	Cerceta Aliazul	No Incluida	No Incluida	31 Oct 2008 al 6 de Marzo 09
Anatidae	<i>Anas strepera</i>	Pato Pinto	No Incluida	No Incluida	31 Oct 2008 al 6 de Marzo 09
Columbidae	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma Aliblanca	No Incluida	No Incluida	7 Nov 08 al 1 Mar 09 / Canoras
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	No Incluida	No Incluida	7 Nov 08 al 1 Mar 09 / Canoras
Phasianidae	<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz-cotui norteña	No Incluida	No Incluida	16 Ene 09 al 5 Abr 09
Phasianidae	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz Barrada	No Incluida	No Incluida	18 Ene al 05 Abr
Canidae	<i>Canis latrans cagottis</i>	Coyote	No Incluida	No Incluida	5 Dic 08 al 16 Ene 09

Los Tratados y Convenios Internacionales, las Leyes, Reglamentos, Normas y demás disposiciones legales que se mencionan en el presente Capítulo, son aquéllas que se vinculan con las actividades del Proyecto desarrolladas durante las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento que tienen o pudieran tener un impacto ambiental directo o indirecto sobre el ambiente, sin perjuicio de las que sean aplicables en otras materias tales como comercio marítimo, obligaciones fiscales, laborales, en materia de salud, por mencionar solo algunas a modo de ejemplo.

Por lo anterior, el listado de legislación aplicable al Proyecto, contenido en este Capítulo, es enunciativo, más no limitativo. El Proyecto **“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuero)”** cumplirá cabalmente con la legislación aplicable y vigente, las disposiciones y medidas que las autoridades competentes determinen para el desarrollo de sus actividades.



### III.4 Bibliografía

- Diario Oficial de la Federación. 1988a. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Diario Oficial de la Federación. 1988b. Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.
- Diario Oficial de la Federación. 1988c. Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental – especies nativas de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Segunda sección. 153 p.
- Diario Oficial de la Federación. 2003a. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Diario Oficial de la Federación. 2003b. Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas, y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 10 p.
- Diario Oficial de la Federación. 2003c. Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera sección. 18 p.
- Diario Oficial de la Federación. 2003d. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera sección. 35 p.
- Diario Oficial de la Federación. 2003e. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-1996. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas de diesel como combustible. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 10 p.
- Diario Oficial de la Federación. 2005a, (Última Reforma). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Diario Oficial de la Federación. 2005b. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Pp: 1-45.
- Diario Oficial de la Federación. 2006a. Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión



de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera sección. 8 p.

- Diario Oficial de la Federación. 2006b. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006. Vehículos en circulación que usan diesel como combustible. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad, medida en coeficiente de absorción de luz, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Segunda sección. 12 p.
- Diario Oficial de la Federación. 2006c. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el proceso de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Segunda sección. 32 p.



## ÍNDICE GENERAL

IV.1	Delimitación del Sistema Ambiental Regional.....	1
IV.2	Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional.....	8
IV.2.1	Medio físico .....	8
IV.2.1.1	Clima .....	8
IV.2.1.1.1	Tipo de clima .....	8
IV.2.1.1.2	Temperaturas promedio, mensual, anual y extremas .....	10
IV.2.1.1.3	Precipitación promedio, mensual, anual y extremas (mm) .....	12
IV.2.1.1.4	Frecuencia de heladas, nevadas y huracanes entre otros eventos climáticos extremos .....	15
IV.2.1.1.5	Radiación o incidencia solar .....	16
IV.2.1.2	Aire.....	17
IV.2.1.2.1	Calidad del aire .....	17
IV.2.1.3	Geología y geomorfología .....	17
IV.2.1.3.1	Características litológicas del área .....	20
IV.2.1.3.2	Características geomorfológicas más importantes .....	24
IV.2.1.3.3	Características del relieve .....	24
IV.2.1.3.4	Presencia de fallas y fracturamientos .....	27
IV.2.1.3.5	Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra y posible actividad volcánica.....	28
IV.2.1.4	Suelos .....	30
IV.2.1.4.1	Tipos de suelos en el SAR.....	30
IV.2.1.4.2	Grado de erosión del suelo.....	34
IV.2.1.5	Hidrología superficial y subterránea.....	40
IV.2.1.5.1	Hidrología superficial.....	40
□	Recursos hídricos localizados en el SAR.....	40
IV.2.1.6	Hidrología superficial .....	43
IV.2.1.6.1	Embalses y cuerpos de agua cercanos.....	43
IV.2.1.6.2	Localización y distancia al predio del proyecto.....	43
IV.2.1.6.3	Corrientes intermitentes o perennes .....	44
IV.2.1.6.4	Usos principales .....	51
IV.2.1.6.5	Calidad del agua (pH, color, turbidez, grasas y aceites, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza total, N de nitratos y amoniacal, fosfatos totales, cloruros, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes totales, coliformes fecales, detergentes (sustancia activa al Azul de Metileno SAAM). .....	51
IV.2.1.7	Hidrología subterránea .....	53
IV.2.1.7.1	Localización del recurso.....	53
IV.2.1.7.2	Usos principales .....	55
IV.2.1.7.3	Calidad del agua.....	56
IV.2.2	Medio biótico .....	56
IV.2.2.1	Vegetación terrestre y/o acuática.....	56
IV.2.2.1.1	Tipos de vegetación y distribución .....	58
IV.2.2.1.2	Riqueza florística (índices de diversidad) .....	79
IV.2.2.1.3	Usos de vegetación en la zona.....	79
IV.2.2.1.4	Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección (NOM-059-SEMARNAT-2001 y CITES, 2007) .....	81
IV.2.2.2	Fauna terrestre y/o acuática.....	89
IV.2.2.2.1	Composición de las comunidades faunísticas.....	92
IV.2.2.2.2	Presencia de especies animales bajo régimen de protección (NOM-059-SEMARNAT-2001 y CITES, 2007) .....	101





IV.2.2.2.3	Aprovechamiento de especies (especies en veda o dentro del calendario cinegético)	102
IV.2.2.2.4	Abundancia, distribución, densidad relativa y temporadas de reproducción de las especies en riesgo o especies relevantes	106
IV.2.2.2.5	Localización en cartografía a escala 1:20,000 de los principales sitios de distribución de las poblaciones de las especies en riesgo presentes en el área de interés	116
IV.2.3	Paisaje	124
IV.2.4	Aspectos socioeconómicos	138
IV.2.4.1	Región económica	138
IV.2.4.2	Distribución y ubicación en un plano escala 1:50,000 de núcleos de población cercanos al proyecto y de su área de influencia	139
IV.2.4.3	Número y densidad de habitantes por núcleo de población identificado	142
IV.2.4.4	Índice de pobreza (según Conapo)	143
IV.2.4.5	Equipamiento: ubicación y capacidad de servicios para manejo y disposición final de residuos, fuentes de abastecimiento de agua, energía, etcétera	144
IV.2.4.6	Demografía	144
IV.2.4.6.1	Número de habitantes por núcleo de población identificado	144
IV.2.4.6.2	Tasa de crecimiento de la población considerando por lo menos 30 años antes de la fecha de realización del proyecto	144
IV.2.4.6.3	Procesos migratorios	144
IV.2.4.7	Tipos de organizaciones sociales predominantes	145
IV.2.4.8	Vivienda	146
IV.2.4.8.1	Oferta y demanda (existencia y déficit)	146
IV.2.4.8.2	Cobertura de servicios básicos (agua entubada, drenaje y energía eléctrica) por núcleo de población	148
IV.2.4.9	Urbanización	149
IV.2.4.9.1	Vías y medios de comunicación existentes	149
IV.2.4.9.2	Disponibilidad de servicios básicos y equipamiento	151
IV.2.4.10	Salud y seguridad social	153
IV.2.4.10.1	Sistema y cobertura de la seguridad social	153
IV.2.4.10.2	Características de la morbilidad y la mortalidad y sus posibles causas	155
IV.2.4.11	Educación	156
IV.2.4.11.1	Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	157
IV.2.4.11.2	Índice de analfabetismo	158
IV.2.4.12	Aspectos culturales y estéticos	158
IV.2.4.13	Aspectos sociales	160
IV.2.4.13.1	Presencia de grupos étnicos, religiosos	160
IV.2.4.13.2	Localización y caracterización de recursos y actividades culturales y religiosas identificadas en el sitio donde se ubicará el proyecto	161
IV.2.4.13.3	Valor del paisaje en el sitio del proyecto	162
IV.2.4.14	Aspectos económicos	162
IV.2.4.14.1	Principales actividades productivas	162
IV.2.4.14.2	PEA con remuneración por tipo de actividad	166
IV.2.4.14.3	PEA que cubre la canasta básica	169
IV.2.5	Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional	170
IV.2.6	Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas	183
IV.3	Diagnostico ambiental regional	189
IV.4	Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional	194
IV.5	Construcción de escenarios futuros	195
IV.6	Bibliografía	196





## ÍNDICE DE TABLAS

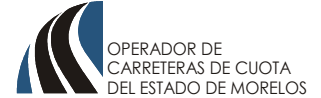
Tabla 1. Características que constituyen al SAR del proyecto "Autopista siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higueroón)".	6
Tabla 2. Estaciones climatológicas que se ubican dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto.	10
Tabla 3. Precipitación promedio anual y máxima reportada durante el periodo de 1971 – 2000 para el SAR a través de las estaciones climatológicas que se ubican dentro del mismo.	12
Tabla 4. Evaporación promedio mensual y anual reportada durante el periodo de 1971 – 2000 para el Sistema Ambiental Regional.	15
Tabla 5. Días con lluvia, niebla, granizo y tormenta eléctrica reportada durante el periodo de 1971 – 2000 para el Sistema Ambiental Regional.	16
Tabla 6. Ciclones registrados durante el período de 1970 – 2006 en el estado de Morelos.	16
Tabla 7. Litología del SAR del proyecto (superficie y porcentaje por unidad litológica).	23
Tabla 8. Superficie en hectáreas que ocupa cada geoforma dentro del SAR del proyecto.	25
Tabla 9. Sismos registrados durante el periodo de 1998 – 2008, en el estado de Morelos.	29
Tabla 10. Tipos de suelo que se presentan dentro del SAR del proyecto.	34
Tabla 11. Precipitaciones, periodo de crecimiento e índices de agresividad de la lluvia y del viento.	35
Tabla 12. Coeficiente asignado (CT) a los grupos de textura según el tipo de suelo	36
Tabla 13. Coeficiente correspondiente al uso del suelo.	36
Tabla 14. Valores de erosión eólica y clase.	36
Tabla 15. Coeficientes de erosionabilidad de los suelos (K)	37
Tabla 16. Coeficientes para uso del suelo y vegetación.	38
Tabla 17. Clase de erosión hídrica según FAO (1980).	38
Tabla 18. Grado de erosión eólica que se presenta en el SAR.	38
Tabla 19. Erosión hídrica que se presenta dentro del SAR del proyecto.	39
Tabla 20. Cuerpos de agua cercanos a la línea del trazo de la carretera.	43
Tabla 21. Corrientes de agua superficial que atraviesan la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto.	45
Tabla 22. Tipos de Uso de Suelo y Vegetación	59
Tabla 23. Parámetros ecológicos por especie registrada en el tipo de vegetación de SBC.	62
Tabla 24. Especies identificadas en el tipo de vegetación de Selva Baja Caducifolia.	63
Tabla 25. Índices de Valor de Importancia para las especies primarias de la SBC.	65
Tabla 26. Parámetros ecológicos por especie registrada en el tipo de vegetación de Pastizal inducido.	68
Tabla 27. Especies registradas en el tipo de vegetación de Pastizal Inducido.	69
Tabla 28. Volúmenes totales de los árboles que serán afectados durante el desmonte.	75
Tabla 29. Especies Identificadas en el derecho de vía del "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higueroón)".	76
Tabla 30. Valores de diversidad calculados para el Proyecto.	79
Tabla 32. Especies de peces presentes en el SAR del Proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higueroón)".	94
Tabla 33. Especies de anfibios presentes en el SAR del Proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (EL Higueroón)".	94
Tabla 34. Especies de vertebrados presentes en la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco- Xicatlacotla (El Higueroón)". Se indican las localidades donde fue registrada cada especie.	97
Tabla 35. Especies de fauna que presentan algún tipo de aprovechamiento dentro del SAR del proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higueroón)".	103
Tabla 36. Distribución de las especies de fauna en los diferentes tipos de vegetación presente dentro del Sistema Ambiental Regional.	106
Tabla 37. Especies de fauna registradas en los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia presente dentro del Sistema Ambiental Regional.	107
Tabla 38. Especies de fauna registradas en los subfragmentos del Complejo Santa María.	108





Tabla 39. Registros disponibles de las especies de fauna en la matriz que rodea a los grupos de fragmentos de Selva Baja Caducifolia presente dentro del Sistema Ambiental Regional. 108
Tabla 40. Distribución de las especies de fauna en las principales topoformas presentes dentro del Sistema Ambiental Regional. 109
Tabla 41. Abundancia relativa y esfuerzo de captura de las especies de reptiles presentes en localidades representativas de Selva Baja Caducifolia Conservada (Primaria) ubicadas en el SAR del Proyecto. 110
Tabla 42. Índice de huellas de las especies de mamíferos presentes en localidades representativas de Selva Baja Caducifolia Conservado (Primaria) ubicadas en el SAR del Proyecto. 111
Tabla 43. Abundancia relativa y esfuerzo de captura de la fauna presente en localidades representativas de la Selva Baja Caducifolia Perturbada existente dentro del SAR del proyecto. 112
Tabla 44. Índice de huellas de las especies de mamíferos presentes en localidades representativas de Selva Baja Caducifolia Perturbada (Secundaria) ubicadas en el SAR del proyecto. 112
Tabla 45. Abundancia relativa y esfuerzo de captura de la fauna presente en localidades representativas de acahuales y vegetación riparia del SAR del proyecto. 113
Tabla 46. Abundancia relativa y esfuerzo de captura de la fauna presente en localidades representativas de la matriz (campos de cultivo, pastizal inducido y zonas urbanas) del SAR del proyecto. 114
Tabla 47. Índice de Diversidad de Shannon Weaver de las comunidades faunísticas muestreadas dentro del SAR del Proyecto. 115
Tabla 48. Índice de Diversidad de Shannon Weaver de las comunidades faunísticas presentes en los diferentes tipos de hábitat del SAR del proyecto. 116
Tabla 49. Hábitat de las especies de anfibios y peces incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001, presentes en el SAR del Proyecto. 117
Tabla 50. Hábitat de las especies de reptiles incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001, presentes en el SAR. 118
Tabla 51. Hábitat de las especies de aves incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, presentes en el SAR del proyecto. 120
Tabla 52. Hábitat de las especies de mamíferos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001, presentes en el SAR del proyecto. 122
Tabla 53. Descripción física de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Sistema Cerro Jojutla. 129
Tabla 54. Descripción física de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Complejo Cerro Santa María. 131
Tabla 55. Descripción física de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Sistema de Barrancas y Cerros. 137
Tabla 56. Niveles de estratificación nacional, en orden descendente de estratos de mayor a menor ventaja relativa. 138
Tabla 57. Principales núcleos de población cercanos al área del proyecto. 140
Tabla 58. Número de habitantes totales, por sexo y tasa de crecimiento a nivel municipal. 142
Tabla 59. Grado de marginación que se presenta en los municipios correspondientes al SAR del proyecto. 143
Tabla 60. Condiciones de migración que se presentan dentro del SAR del proyecto. 144
Tabla 61. Número de viviendas por municipio dentro del SAR del proyecto. 147
Tabla 62. Servicios básicos con los que cuentan las viviendas por municipio dentro del SAR. 148
Tabla 63. Tasa de mortalidad durante el periodo de 1994 - 2000, en el municipio de Ayala. 155
Tabla 64. Número total de indígenas por municipio y su porcentaje con respecto al municipio. 161
Tabla 65. Población Ocupada por Sector de Actividad y Según Situación en el Trabajo. 168
Tabla 66. PEA según ingresos que perciben en el municipio de Ayala para 1990 - 2000. 169
Tabla 67. Tramos críticos dentro del área correspondiente al trazo del Proyecto. 185
Tabla 68. Cobertura de las diferentes categorías de conservación y fragilidad en la estructura y funcionalidad del SAR. 192
Tabla 69. Descripción física de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Sistema Cerro Jojutla. 193





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regionalización resultante de la intersección de las subcuencas hidrológicas con el área de influencia (5 km).	2
Figura 2. Geoformas que intersectan el área buffer del proyecto.	3
Figura 3. a) Combinación de los criterios subcuencas hidrológicas y geoformas y b) Eliminación de los polígonos resultantes que no intersectan el área buffer del proyecto.	3
Figura 4. a) Se presenta la sobreposición de los límites municipales y b) se observa el área resultante.	4
Figura 5. a) En color cian se presenta la delimitación realizada a partir de la imagen satelital y b) se observa el Sistema Ambiental Regional del Proyecto.	5
Figura 6. Tipos de climas que se distribuyen en el Sistema Ambiental Regional.	9
Figura 7. Estaciones climatológicas que se ubican dentro del Sistema Ambiental Regional.	10
Figura 8. Temperatura máxima, mínima y promedio reportada para la estación Moyotepec durante el periodo de 1971 – 2000.	11
Figura 9. Temperatura máxima, mínima y promedio reportada para la estación Jonacatepec durante el periodo de 1971 – 2000.	12
Figura 10. Precipitación media anual registrada para el Sistema Ambiental Regional.	13
Figura 11. Climograma de la estación climatológica Moyotepec.	14
Figura 12. Climograma de la estación climatológica Jonacatepec.	15
Figura 13. Provincias y subprovincias fisiográficas que se presentan en el SAR del proyecto.	18
Figura 14. Geología que se distribuyen dentro del SAR del proyecto.	19
Figura 15. Tipos de rocas que se distribuyen dentro del Sistema Ambiental Regional.	21
Figura 16. Topoformas que se presentan dentro del SAR del proyecto.	26
Figura 17. Regiones Sísmicas en México.	28
Figura 18. Zonas sísmicas en las que se ubica el SAR del proyecto.	29
Figura 19. Tipos de suelo que se distribuyen dentro del SAR del proyecto.	31
Figura 20. Grado de erosión eólica presente en el SAR del proyecto.	39
Figura 21. Erosión hídrica que se presenta dentro del SAR del proyecto.	40
Figura 22. Subcuencas hidrológicas en las que se sitúa el SAR del proyecto.	41
Figura 23. Escurrimiento medio anual dentro del SAR del proyecto.	52
Figura 24. Permeabilidad dentro del SAR del Proyecto.	54
Figura 25. Coeficientes de escurrimiento dentro del SAR del Proyecto.	55
Figura 26. Realización de cuadrantes para llevar a cabo el conteo de especies.	57
<b>Figura 27. Tipos de vegetación que se presentan dentro del SAR del proyecto "Autopista siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higerón)".</b>	<b>59</b>
Figura 28. Selva baja caducifolia presente en el SAR del proyecto, se ubica en geoformas representadas por sierras (baja, escarpadas, volcánica), llanura aluvial con lomeríos y mesetas de aluvión antiguo con cañadas.	61
Figura 29. Vista de la vegetación presente en fondo de Barranca. Tipo de vegetación Selva Baja Caducifolia. Coordenadas UTM: 516775, 2065516.	62
Figura 30. Porcentaje de especies primarias de SBC.	65
Figura 31. Índices de Valor de Importancia para las especies secundarias de la SBC.	66
Figura 32. Zonas de pastoreo las cuales se observan como áreas totalmente desmontadas en las cuales se han inducido pastizales, estas zonas con el paso del tiempo se erosionan.	67
Figura 33. Índices de Valor de importancia para las especies registradas en el Pastizal Inducido.	70
Figura 34. Las áreas agrícolas que se presentan dentro del SAR se ubican principalmente en áreas planas o semiplanas, ya sean valles o planicies, debido a que son zonas más accesibles y a que dichas zonas poseen condiciones favorables para los cultivos como son suelos leptosoles y buen drenaje.	71
Figura 35. Vegetación riparia dentro del SAR del proyecto. Se observan especies de <i>Acacias sp.</i> , <i>Pithecellobium sp.</i> , así como elementos característicos de la selva baja caducifolia a la cual está asociada este tipo de vegetación.	73







Figura 36. Se observó la presencia de ejemplares de junco, guamúchil, guayaba, acacia, guazuma, liliáceas y compuestas, estas asociadas a los campos de cultivo de maíz, en la localidad de Camino a Barranca La Cuera. Coordenadas UTM: 500508, 2063087. .... 74

Figura 37. Tamizado de tierra para preparar la trampa olfativa. .... 91

Figura 38. La trampa olfativa queda lista una vez que se ha delimitado un círculo de tierra tamizada y en el centro se coloca el atrayente, por último se marca una huella testigo. .... 91

Figura 39. Distribución de las especies de peces y anfibios incluidas dentro de categorías de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2001 y Lista roja de la IUCN) en el SAR del Proyecto. .... 117

Figura 40. Distribución de tres especies de reptiles incluidas dentro de categorías de riesgo en el SAR del proyecto. .... 119

Figura 41. Distribución de especies de aves y mamíferos incluidas dentro de categorías de riesgo en el SAR del Proyecto. .... 122

Figura 42. Distribución de los fragmentos de SBC dentro del SAR del Proyecto, es importante señalar que en estos fragmentos, se presentan los estadios sucesionales de SBC (acahual, SBC secundaria y SBC primaria). .... 128

Figura 43. Distribución espacial de los fragmentos de etapas sucesionales de SBC pertenecientes al Grupo I Sistema Cerro Jojutla, dentro del SAR del Proyecto. .... 130

Figura 44. Distribución espacial de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Grupo II Complejo Santa María, dentro del SAR del Proyecto. .... 133

Figura 45. Distribución espacial de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Grupo III Complejo de Cerros y Barrancas, dentro del SAR del Proyecto. .... 136

Figura 46. Regiones socioeconómicas de México. .... 139

Figura 47. Localidades urbanas más cercanas al área del proyecto. .... 141

Figura 48. Localidades urbanas más cercanas al área del proyecto. .... 142

Figura 49. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Meseta (porciones localizadas dentro del Polígono rojo) presente en el SAR. En esta foto satelital es factible observar las características de la matriz, algunos fragmentos de Acahuales y Selva Baja Caducifolia, localizados en las partes más altas o en el cauce de los ríos. .... 171

Figura 50. Sinopsis de la estructura y funcionalidad de la geoforma Meseta. .... 172

Figura 51. Sinopsis de la estructura y funcionalidad de la geoforma Llanura. .... 173

Figura 52. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Llanuras presente en la región Este del SAR. En esta foto satelital es factible observar las características de la matriz, relictos de Acahuales y Selva Baja Caducifolia localizados en las barrancas, rodeadas por una matriz representada por zonas urbanas y agricultura de riego y temporal. .... 174

Figura 53. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Llanuras (encerrada en el polígono amarillo) presente en la región Oeste del SAR. En esta foto satelital es factible observar las características de la matriz, la presencia de centros urbanos e infraestructura lineal. .... 175

Figura 54. Sinopsis de la estructura y funcionalidad de la geoforma Valles. .... 176

Figura 55. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Valles (encerrada en el polígono rojo) presente en el SAR. En esta foto satelital es factible observar las características de la matriz y los relictos de Acahuales y Selva Baja Caducifolia localizados en el río Cuautla y Barranca La Cuera. La flecha roja apunta a uno de los principales corredores biológicos del SAR, el Río Cuautla. .... 177

Figura 56. Sinopsis de la estructura y funcionalidad de la geoforma Sierras. .... 178

Figura 57. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Sierras (manchones oscuros) presente en la región centro del SAR. En esta foto satelital es factible observar el grado de erosión e infraestructura lineal dentro del Cerro Santa María-El Mirador .... 179

Figura 58. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Sierras (manchones oscuros) presente en la región oeste de SAR. En esta foto satelital es factible observar las características de la matriz que rodea a los fragmentos de selva baja caducifolia presentes en el Cerro Coachi (marcado con una flecha). .... 180

Figura 59. Sinopsis de la estructura y funcionalidad de la geoforma Lomeríos. .... 182

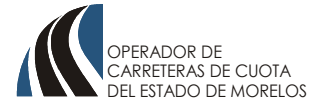
Figura 60. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Lomeríos (encerrada en el polígono rojo) presente en el SAR. .... 183

Figura 61. Áreas Críticas del SAR del Proyecto. .... 184

Figura 62. Sinopsis de la estructura y funcionalidad del Sistema Ambiental Regional del Proyecto. .... 190

Figura 63. Criterios de evaluación de la estructura y funcionalidad del SAR del Proyecto. .... 191






---

Figura 64. Descripción de las categorías de conservación y fragilidad que se presentan en el SAR del proyecto.....	192
Figura 65. Zonificación del SAR de acuerdo con su grado de conservación y fragilidad de la estructura y funcionalidad del SAR del Proyecto.....	193





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

### IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental Regional

Para llevar a cabo la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto denominado **“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuerón)”** se emplearon los siguientes criterios:

- 1) Área buffer: El área buffer será el área de influencia del proyecto, en la cual quedarán incluidos los impactos, de acuerdo con estudios realizados por Zapata-Ríos, et al. (2006), ésta área buffer esta determinada en función de diferentes factores, tanto ambientales como socioeconómicos, para el presente proyecto se tomaron las áreas buffer señaladas por estos autores las cuales se mencionan a continuación: **“el impacto de los poblados se representa en un buffer de 10 km”, mientras que “el área buffer para carreteras y áreas deforestadas se extiende a 3 km para tomar en cuenta los efectos de borde asociados”,** por lo tanto, el área buffer del proyecto se delimitó considerando que el efecto potencial del proyecto por tratarse de una carretera se extenderá a 3 km y tomando en cuenta que la influencia de los poblados, principalmente de las actividades antropicas como ganadería y agricultura, será un efecto acumulativo para el proyecto, y que la mayoría de los poblados se ubican en un rango entre 2 y 5 km, se ópto por tomar esta última distancia como el área buffer del proyecto.
- 2) Una vez establecidos los 5 km como área buffer y con el fin de obtener criterios más naturales para la delimitación del SAR se llevo a cabo la sobreposición de las subcuencas hidrológicas que intersectan dicha área buffer, la determinación de emplear las subcuencas hidrológicas como un criterio ambiental, se debe a que en estas zonas confluyen diversos componentes que interactúan entre sí como son la hidrología, suelo, vegetación, fauna y aspectos económicos, a través de esta sobreposición se encontraron un total de siete subcuencas, de las cuales la Subcuenca R. Cuautla se encuentra en la mayor superficie del área de influencia (ver Figura 1). La superficie que abarca esta delimitación **es de 1'284,298.214 ha.**, debido a que esta delimitación resulta ser demasiado extensa, se empleo otro criterio que son las geofomas.

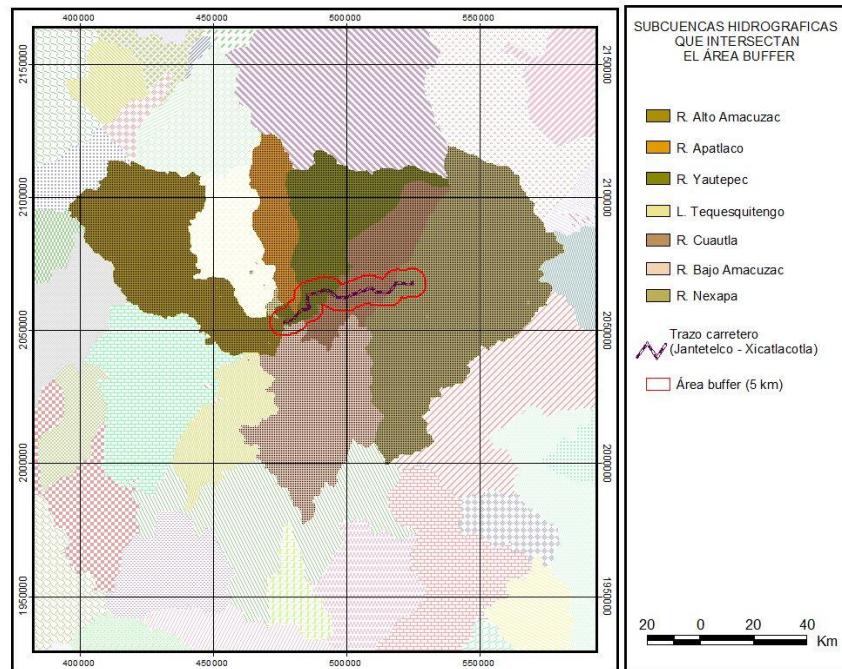


Figura 1. Regionalización resultante de la intersección de las subcuencas hidrológicas con el área de influencia (5 km).

- 3) La delimitación de las geofomas corresponde a que este elemento le proveerá ciertas características a las cuencas dependiendo del relieve y las altitudes que presente, por lo cual ayudará a formar unidades homogéneas, las geofomas seleccionadas serán las que intersectan el área buffer encontrando un total de nueve geofomas, entre las que destaca la llanura aluvial con lomerío, asimismo, otra geofoma que se distribuye ampliamente pero que se encuentra poco representada dentro del área buffer es la sierra volcánica de laderas escarpadas, la superficie que conforma ésta delimitación es de 1'079,033.705 ha., siendo también una superficie demasiado extensa.

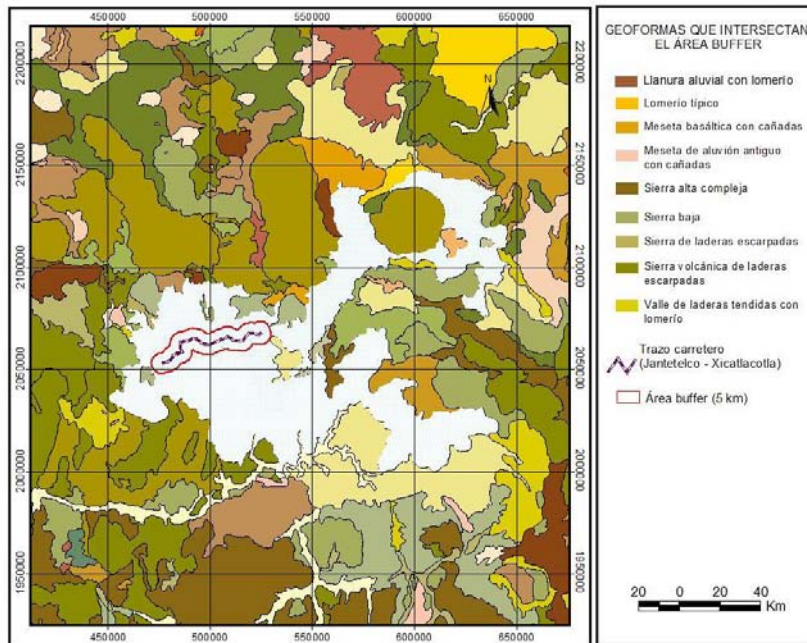


Figura 2. Geofomas que intersectan el área buffer del proyecto.

- 4) Posteriormente, para formar las unidades homogéneas o áreas que presenten características físicas similares, se combinaron los dos criterios antes señalados y se eliminaron todas aquellas áreas que no intersectaban con el área buffer del proyecto.

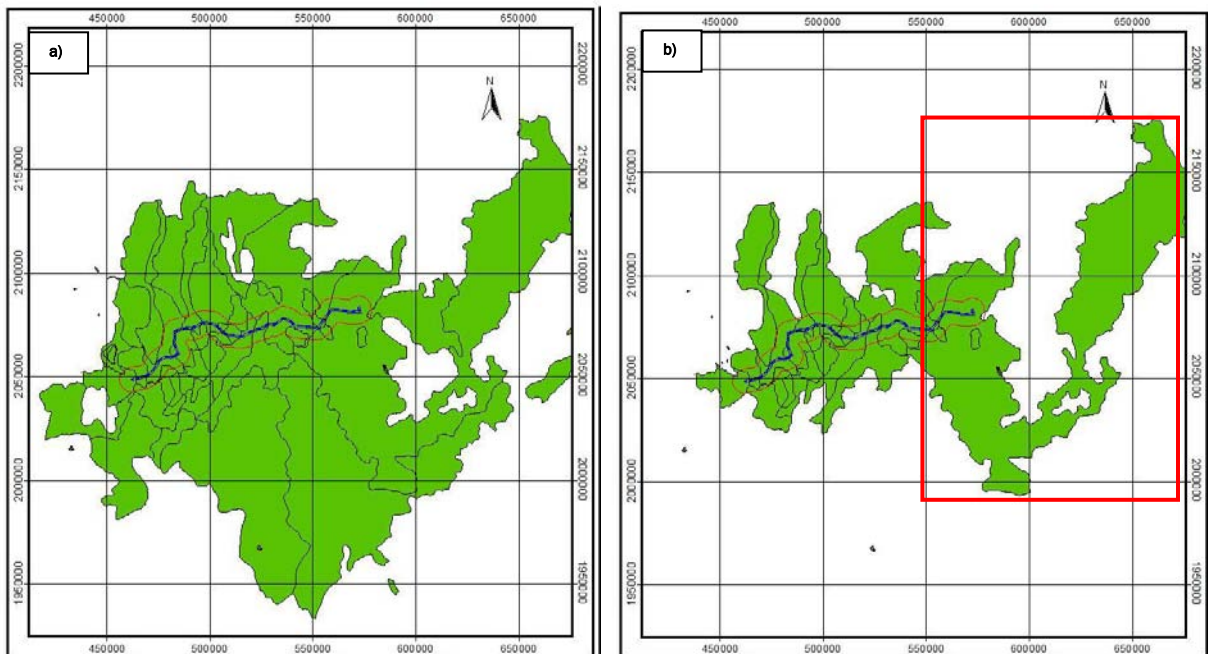


Figura 3. a) Combinación de los criterios subcuencas hidrológicas y geofomas y b) Eliminación de los polígonos resultantes que no intersectan el área buffer del proyecto.



- 5) Con el fin de delimitar más la unidad conformada por la subcuenca cuenca R. Nexapa geoforma llanura con lomerío (ver recuadro rojo en el inciso b) de la Figura 3), se emplearon los límites municipales esto enfatizando que el proyecto solo influirá en siete municipios: Ayala, Jantetelco, Jojutla, Tlaquiltenco, Tlaltizapan, Tepalcingo y Jonacatepec, la importancia de incluir los límites municipales en esta delimitación radica en que las actividades productivas que se desarrollan en la zona afectarán de manera directa o indirecta al ambiente, esto ocurre principalmente con las actividades antrópicas, las cuales afectan a los ecosistemas por la pérdida de cubierta vegetal para emplear el suelo como áreas de cultivo o pastoreo, por lo cual se vuelven impactos acumulativos o sinérgicos (ver Figura 4).

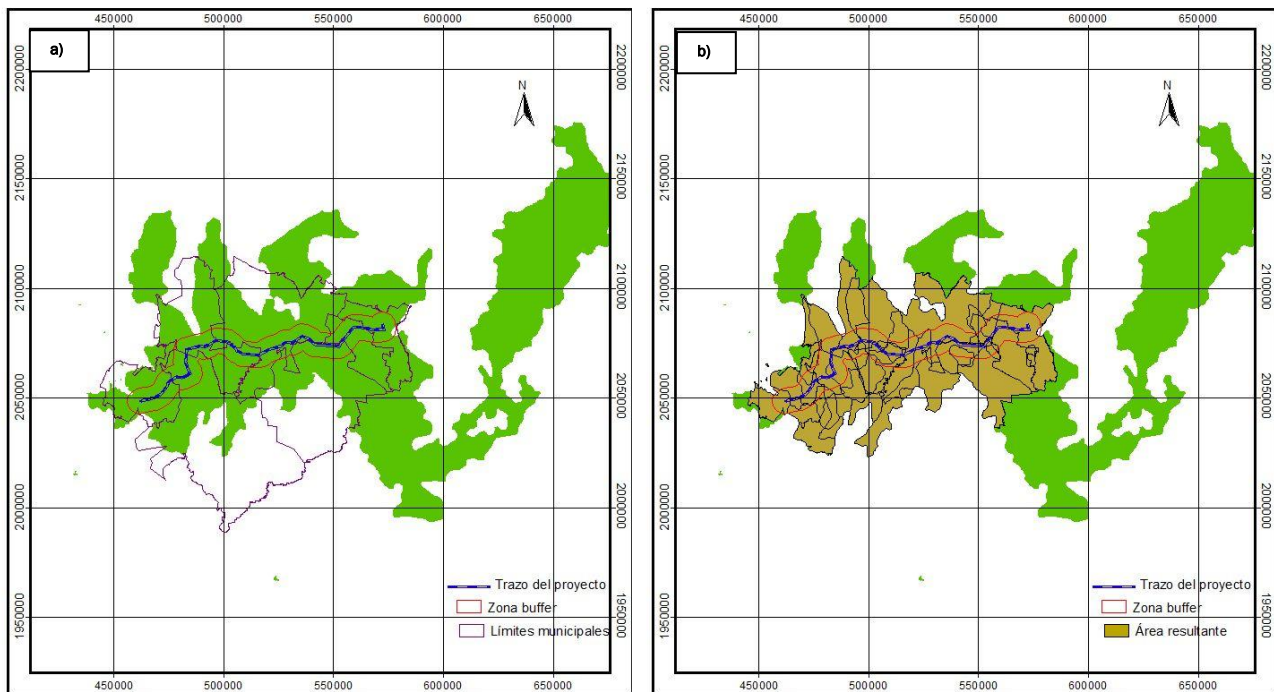


Figura 4. a) Se presenta la sobreposición de los límites municipales y b) se observa el área resultante.

- 6) Por último el área resultante de la combinación de los criterios antes mencionados se ajusto siguiendo una imagen satelital, este ajuste se debe a que las cartas de INEGI no se encuentran actualizadas, por eso fue necesario emplear dicha imagen satelital para precisar las condiciones actuales que presenta el sistema (ver Figura 5).

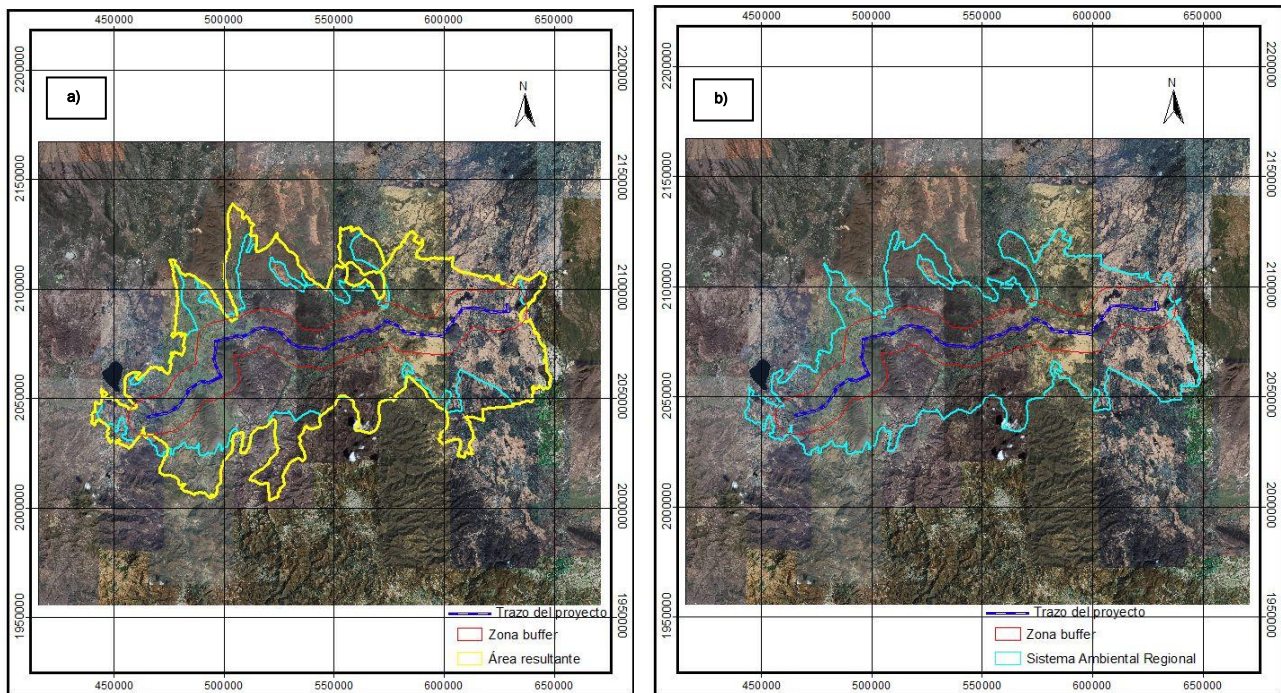


Figura 5. a) En color cian se presenta la delimitación realizada a partir de la imagen satelital y b) se observa el Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

La acotación se realizó principalmente en la parte Norte y Sur, es importante mencionar que la parte Sur-Oeste y Sur – Centro del SAR se delimito siguiendo los márgenes del Río Amacuzac y Cuautla, a la altura de los poblados de Pueblo Viejo, Mesa el Capire y Nexpa, dado que dichos cuerpos de agua forman un límite natural y constituyen una barrera natural para el tránsito de las especies de fauna, de igual forma en la parte Sur –Este del SAR se realizó otra delimitación siguiendo el parteaguas del cerro El Palmar y Cerro La Plaña, esto debido a que dicho parteaguas forma los limites de una microcuenca, los mismo ocurrió con los parteaguas de los cerros Chumil, Las Pilas, Las Escobas, Tepache y el Horno, asimismo se excluyo el área urbana de Tepalcingo, esto se debe a que por la presencia de dicha área ya se identifica un impacto ambiental dentro del Sistema, con lo cual no se espera que se extienda el impacto más allá de dicha zona.

En este sentido, la parte Este del SAR básicamente se encuentra delimitada por los márgenes del Río la Laja que se conecta al Sureste al Río Las Garzas, quien alimenta a su vez a la presa Ing. Manuel Pastor y Tierra y Libertad, es importante señalar que dichos ríos constituyen el límite entre los municipios de Jantetelco y Tepexco.

Con respecto a la parte Norte del SAR, esta se delimito en la parte Norte – Oeste siguiendo los márgenes de los límites municipales entre los municipios de Temoac y Jantetelco, por considerar que no se presentarán afectaciones más allá de los límites de los municipios, dado que en esta zona la mancha urbana actuara como una barrera que impedirá la expansión de los efectos de la carretera, de igual forma la parte Norte – Centro se delimito siguiendo los límites de la Barranca Tezozomoc a la altura del campo de golf cercano a la Unidad Mariano Matamoros en el Municipio de Ayala, se siguieron los límites de la Barranca San Juan a la altura de Tenextepango así como el parteaguas del Cerro Olinche ubicado cerca del poblado de Moyotepec la parte Norte –Este del SAR se delimito siguiendo el cauce del Río Cuautla a la altura de Moyotepec, asimismo, dentro de la delimitación se incluyeron los cerros El Aguacate, Rayado y Palo Grande, se decidió su inclusión primero debido a que dicho sistema se encuentra cercano al área correspondiente al derecho de vía del





proyecto y segundo a que se trata de un sistema integral en el cual se llevan a cabo procesos ecológicos importantes por tratarse de una geoforma de sierra en la que interactúan factores abióticos (hidrología y suelo) y factores bióticos (comunidades vegetales y faunísticas con grados de conservación relativamente altos), por lo tanto se considera importante evaluar la posible afectación a dichos procesos. Con lo anterior, se delimito un SAR, el cual abarca una superficie de 96,350.322 hectáreas.

Las características que constituyen al SAR se presentan a continuación:

**Tabla 1. Características que constituyen al SAR del proyecto "Autopista siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuero)".**

Componente		Superficie (ha)	Porcentaje (%)
<b>Climas</b>			
Aw0	Calido subhúmedo	62910.136	65.29
(A)C(w)	Semicalido subhúmedo	31952.600	33.16
BS1hw	Semiárido semicalido	1487.584	1.54
		96350.320	100.00
<b>Geología</b>			
Ki(cz)	Roca sedimentaria - caliza - cretácico inferior	786.829	0.82
Ks (cz)	Roca sedimentaria - caliza - cretácico superior	13029.604	13.52
Ks (lu - ar)	Roca sedimentaria - lutita - arenisca - cretácico superior	7958.001	8.26
Q (al)	Suelo - aluvial - cuaternario	12032.590	12.49
Q (B)	Roca ígnea extrusiva - basalto - cuaternario	1642.297	1.70
Q (Bvb)	Roca ígnea extrusiva - brecha volcánica básica - cuaternario	109.390	0.11
Q (Tb - Bvb)	Roca ígnea extrusiva - toba basáltica - brecha volcánica básica - cuaternario	734.476	0.76
Q (Tr)	Roca sedimentaria - travertino - cuaternario	134.786	0.14
T (Pa)	Roca ígnea intrusiva - perfido andesítica - terciario	1059.579	1.10
T (sk)	Roca metamorfica - skarn - terciario	1122.586	1.17
Ti (cg)	Roca sedimentaria - conglomerado - paleógeno	9840.834	10.21
Ti (ta)	Roca ígnea extrusiva - toba ácida - paleógeno	3642.814	3.78
Tpl (ar - cg)	Roca sedimentaria - arenisca - conglomerado - neógeno	35504.099	36.85
Ts (A)	Roca ígnea extrusiva - andesita - neógeno	163.647	0.17
Ts (A - Ti)	Roca ígnea extrusiva - andesita - toba intermedia - neógeno	7967.759	8.27
Ts (Ti)	Roca ígnea extrusiva - toba intermedia - neógeno	411.668	0.43
Ts (Vc)	Roca ígnea extrusiva - volcanoclástico - neógeno	209.361	0.22
		96350.320	100.00
<b>Geomorfología</b>			
Llanura aluvial con lomerío		44714.136	46.41
Lomerío de tobas con cañadas		7.537	0.01
lomerío típico		4820.717	5.00
Meseta basáltica con cañadas		0.346	0.00





Componente	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Meseta de aluvión antiguo con cañadas	7421.003	7.70
Sierra alta compleja	353.774	0.37
Sierra baja	4329.180	4.49
Sierra de laderas escarpadas	19297.377	20.03
Sierra volcánica de laderas escarpadas	8343.705	8.66
Valle de laderas tendidas con lomerío	7062.545	7.33
	96350.320	100.00
<b>Edafología</b>		
Castañozem cálcico	13673.859	14.19
Castañozem háplico	2284.461	2.37
Chernozem cálcico	1619.939	1.68
Feozem calcárico	337.719	0.35
Feozem háplico	12879.906	13.37
Litosol	3973.095	4.12
Regosol calcárico	427.512	0.44
Regosol éutrico	6643.835	6.90
Rendzina	12407.195	12.88
Vertisol pélico	41108.935	42.67
Zona urbana	993.864	1.03
	96350.320	100.00
<b>Subcuencas hidrológicas</b>		
R. Apatlaco	1819.272	1.89
R. Alto amacuzac	2862.988	2.97
R. Bajo amacuzac	3222.514	3.34
R. Cuautla	43843.725	45.50
R. Nexapa	19128.622	19.85
R. Yautepec	25473.199	26.44
	96350.320	100.00
<b>Uso de suelo y vegetación</b>		
Agricultura de riego cultivo anual	27513.974	28.56
Agricultura de riego cultivo semipermanente	2219.378	2.30
Agricultura de temporal anual	33540.400	34.81
Selva baja caducifolia de composición secundaria domina el estrato arbóreo	7787.887	8.08
Selva baja caducifolia de composición secundaria domina el estrato arbustivo	20699.241	21.48
Pastizal inducido	3595.827	3.73
Zona urbana	993.613	1.03
	96350.320	100.00

Municipios





Componente	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Tlaquiltenango	11503.693	11.94
Tlaltizapán	14409.818	14.96
Tepalcingo	13485.842	14.00
Jonacatepec	9025.628	9.37
Jojutla	11648.888	12.09
Jantetelco	9082.278	9.43
Ayala	27194.173	28.22
	96350.320	100.00

## IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional

La descripción de las condiciones físicas del SAR, permitirá establecer las condiciones bióticas que presenta el mismo, dado que los diversos grados altitudinales propician una gran diversidad de climas, los cuales a su vez están influenciados por los demás componentes abióticos como son: la geomorfología y la hidrología, los cuales en conjunto determinan el establecimiento de los tipos de vegetación quienes influyen en la distribución de las especies de fauna.

### IV.2.1 Medio físico

#### IV.2.1.1 Clima

Tradicionalmente se ha considerado al clima como el mayor determinante de la distribución de la vegetación, a continuación se presentan las condiciones climáticas que se distribuyen en el SAR a fin de poder relacionarlas con los componentes abióticos del mismo.

##### IV.2.1.1.1 Tipo de clima

Dentro del Sistema Ambiental Regional se distribuyen tres tipos climáticos de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por E. García (1988), los cuales corresponden a:

- Aw0 Clima Cálido Subhúmedo se caracteriza por ser el clima de más humedad de los subhúmedos. Este tipo de clima según García (1988), presenta una temperatura media anual mayor de los 22°C y tiene un coeficiente de precipitación/temperatura (P/T) menor de 43.2. La temperatura del mes más frío es mayor a los 18°C, la precipitación del mes más seco se encuentra entre 0 y 600 mm, asimismo, presenta un porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.
- (A) C (w1) Clima Semicálido Subhúmedo del grupo C, presenta una temperatura media anual mayor a los 18°C, la temperatura del mes más frío es menor a los 18°C, mientras que la temperatura del mes más caliente es mayor a los 22°C, la precipitación para el mes más seco es menor a los 40 mm,





asimismo, presenta un índice de precipitación/temperatura entre 43.2 a 5, lluvias en verano, se caracteriza por presentar un régimen de lluvia invernal de 5 al 10.2% anual.

- c) BS1hw corresponde al clima semiárido semicálido, se caracteriza por presentar una temperatura media anual mayor a los 18°C, la temperatura del mes más frío es menor a 18°C, la temperatura del mes más cálido es mayor a 22°C, este tipo de clima presenta menor humedad que los tipos climáticos antes mencionados.

En la Figura 6 se observa la distribución de los tipos climáticos dentro del SAR, es importante señalar que el tipo climático que se distribuye en la mayor superficie del SAR es el cálido subhúmedo, lo cual concuerda con lo que se presenta en la cuenca del Balsas.

Table with 4 columns: Componente, Climas, Superficie (ha), and Porcentaje (%). Rows include Aw0 (Calido subhúmedo), (A)C(w) (Semicalido subhúmedo), BS1hw (Semiárido semicalido), and a total row.

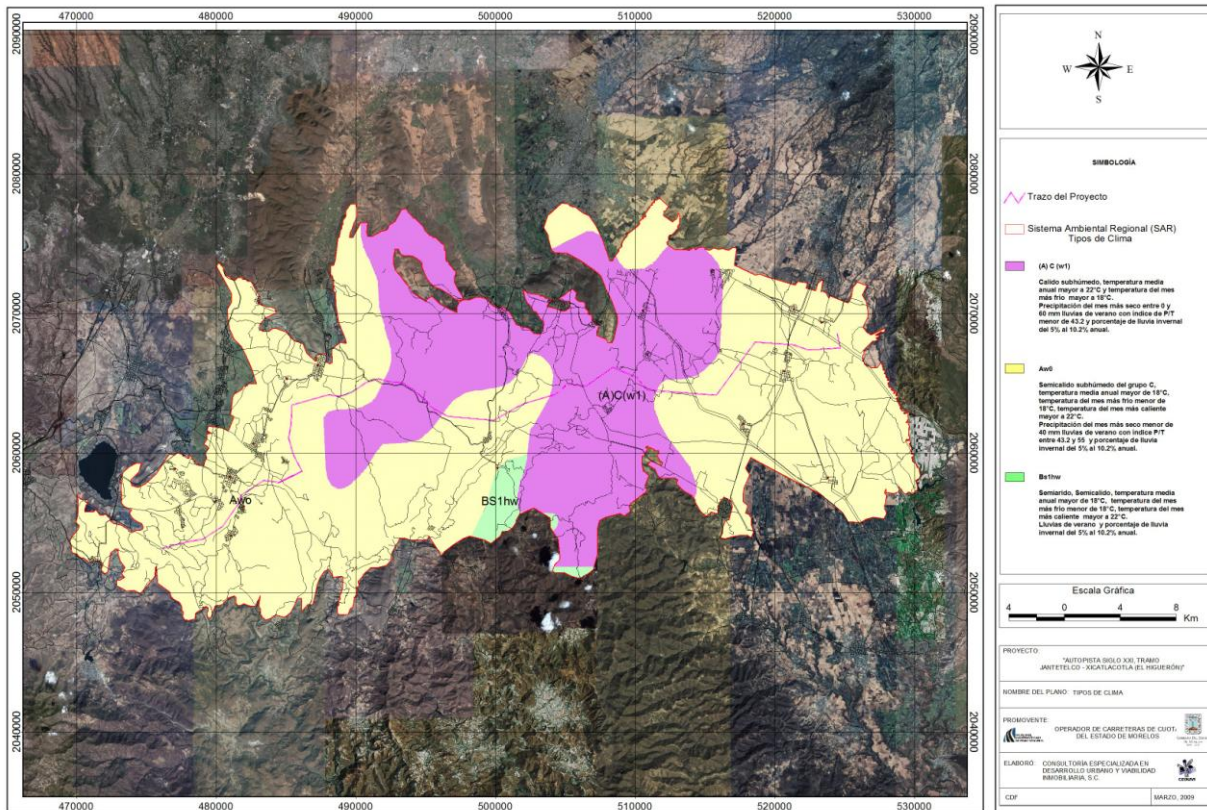


Figura 6. Tipos de climas que se distribuyen en el Sistema Ambiental Regional.

Fuente: Elaborado a partir de la Carta climática Clave E14 -5 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), escala 1:250 000.





Debido a que el clima se encuentra influenciado por la temperatura y la precipitación así como algunos otros factores meteorológicos entre los que destacan la humedad relativa, presencia de heladas, dirección e intensidad del viento, entre otras, se determinaran estos parámetros, para lo cual, se identificaron las estaciones climatológicas que se ubican dentro del SAR, obteniendo dichos parámetros de los datos que reporta el Sistema Meteorológico Nacional, en la Figura 7 se muestran las estaciones climatológicas dentro del SAR.

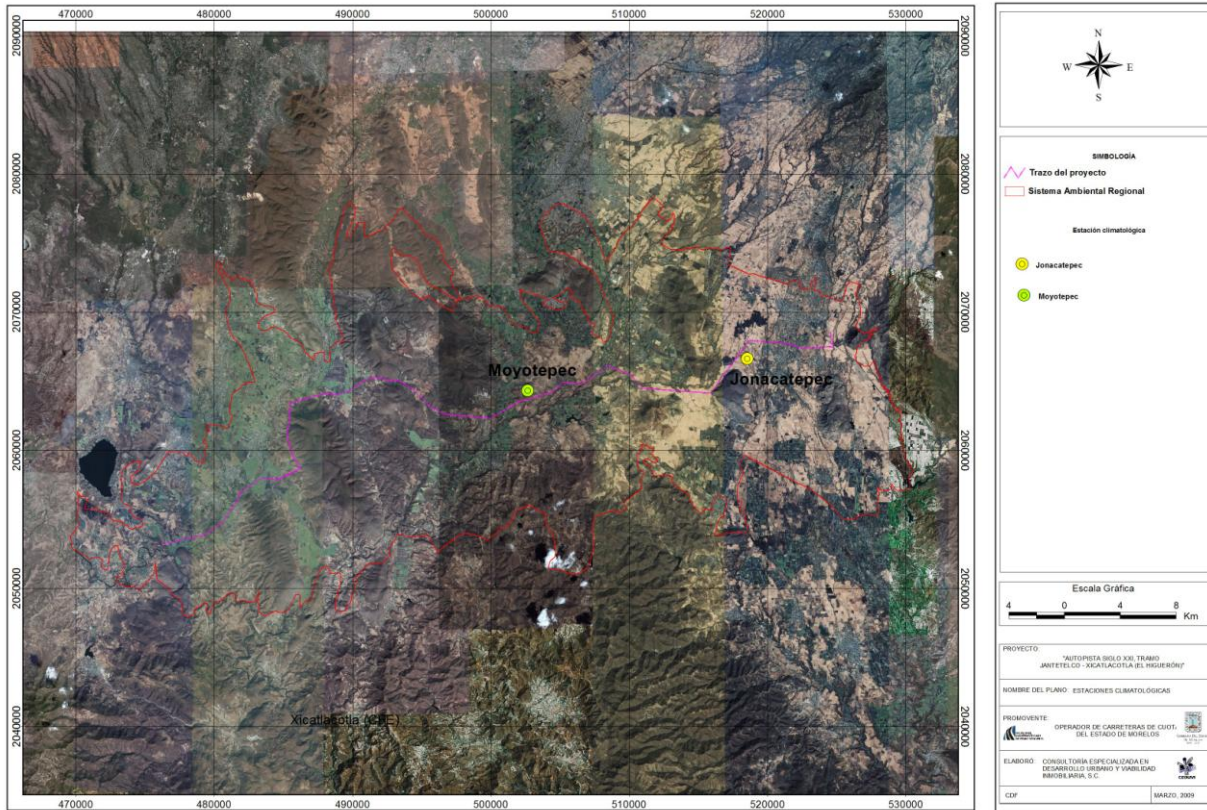


Figura 7. Estaciones climatológicas que se ubican dentro del Sistema Ambiental Regional.

Como puede observarse en la figura anterior, se ubican dos estaciones climatológicas dentro del SAR, las cuales son: Moyotepec y Jonacatepec, los datos reportados por la primera estación serán representativos de clima cálido subhúmedo, mientras que los datos reportados por la estación Jonacatepec serán representativos de climas semicálidos subhúmedos del grupo C.

IV.2.1.1.2 Temperaturas promedio, mensual, anual y extremas

En la Tabla 2 se muestran las estaciones y su ubicación en coordenadas UTM (NAD 27).

Tabla 2. Estaciones climatológicas que se ubican dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Municipio	Estación	X	Y
Ayala	Moyotepec	502607.123	2064282.774
Jonacatepec	Jonacatepec	518481.975	2066596.616

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, consultado en

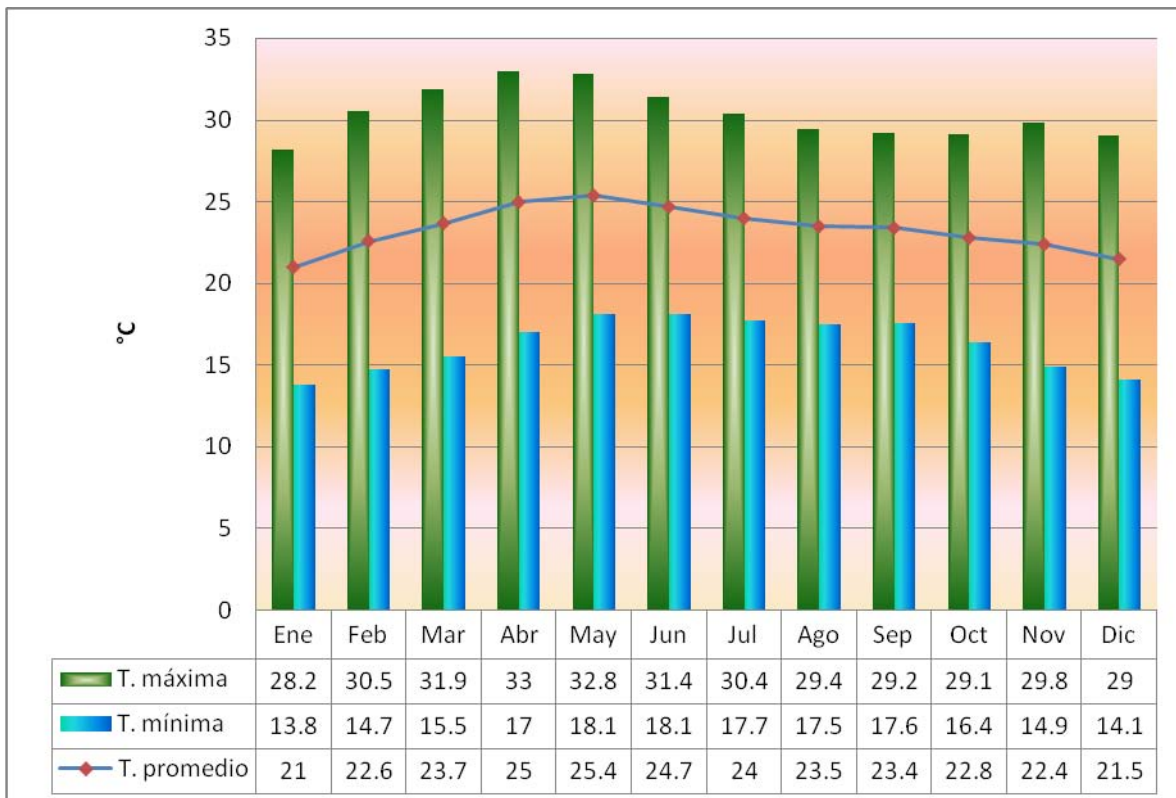




<http://smn.cna.gob.mx/normales/estacion>

A continuación se presentan los datos reportados por el Sistema Meteorológico Nacional durante el periodo de 1971-2000 para cada una de las estaciones.

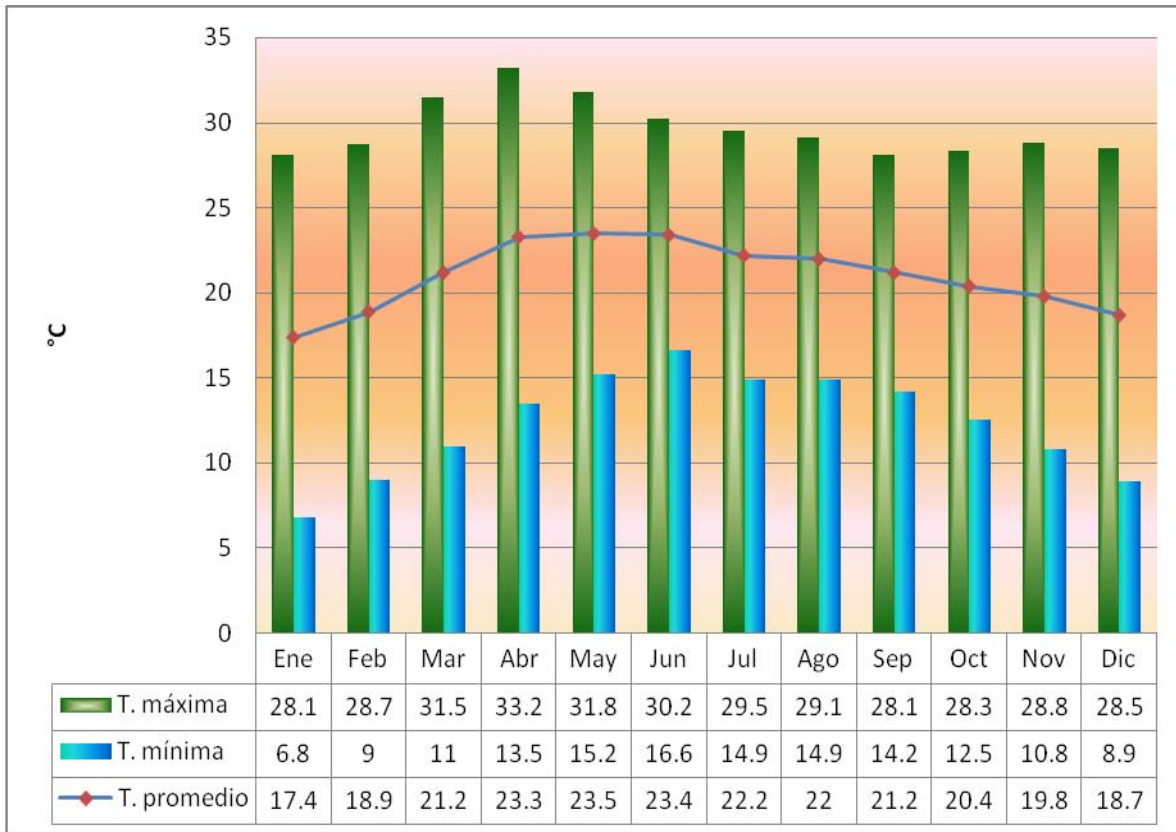
Para la estación Moyotepec ubicada en el municipio de Ayala, la temperatura promedio anual fue de 23.3°C, la máxima fue de 33.0°C registrada en el mes de Abril y la mínima en el mes de Enero con una temperatura mínima promedio de 13.8°C (ver Figura 8).



**Figura 8. Temperatura máxima, mínima y promedio reportada para la estación Moyotepec durante el periodo de 1971 – 2000.**

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, consultado en <http://smn.cna.gob.mx/normales/estacion/morNORMAL17054.TXT>

Como puede observarse en la figura anterior, la mayor temperatura se presenta en los meses de abril y mayo, en los cuales, en promedio se presenta una temperatura de 25°C, mientras que la menor temperatura promedio se presenta en el mes de abril alcanzando los 21°C.



**Figura 9. Temperatura máxima, mínima y promedio reportada para la estación Joncatepec durante el periodo de 1971 – 2000.**

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, consultado en <http://smn.cna.gob.mx/normales/estacion/morNORMAL17028.TXT>

Como puede observarse en la Figura 9, la temperatura máxima promedio que se registra en la estación Joncatepec, oscila entre 23.3 a 23.5°C, y se registra para los meses de abril a junio, de igual forma la temperatura mínima promedio es de 17.4°C registrada para el mes de enero.

#### IV.2.1.1.3 Precipitación promedio, mensual, anual y extremas (mm)

La precipitación promedio anual reportada para el SAR se presenta en la Tabla 3.

**Tabla 3. Precipitación promedio anual y máxima reportada durante el periodo de 1971 – 2000 para el SAR a través de las estaciones climatológicas que se ubican dentro del mismo.**

Concepto	Mes												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Estación: Moyotepec													
Promedio	11.3	1.4	2.4	6.9	40.2	140.9	144.1	158.8	157.0	62.8	11.7	9.1	746.6
Máxima mensual	95.3	23.0	18.5	39.8	151.0	257.6	215.8	278.0	292.5	192.6	78.5	60.0	
Estación: Joncatepec													
Promedio	14.7	2.3	4.6	11.3	60.0	181.2	147.6	199.6	180.6	67.2	17.8	5.7	892.6





Concepto	Mes												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Máxima mensual	149.0	23.0	26.5	73.0	209.1	311.0	243.2	416.8	505.8	201.3	91.0	50.0	

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, consultado en <http://smn.cna.gob.mx/normales/estacion>

En general, se registra un rango de precipitación media anual dentro del SAR que va de 600 a 1,000 mm (ver Figura 10).

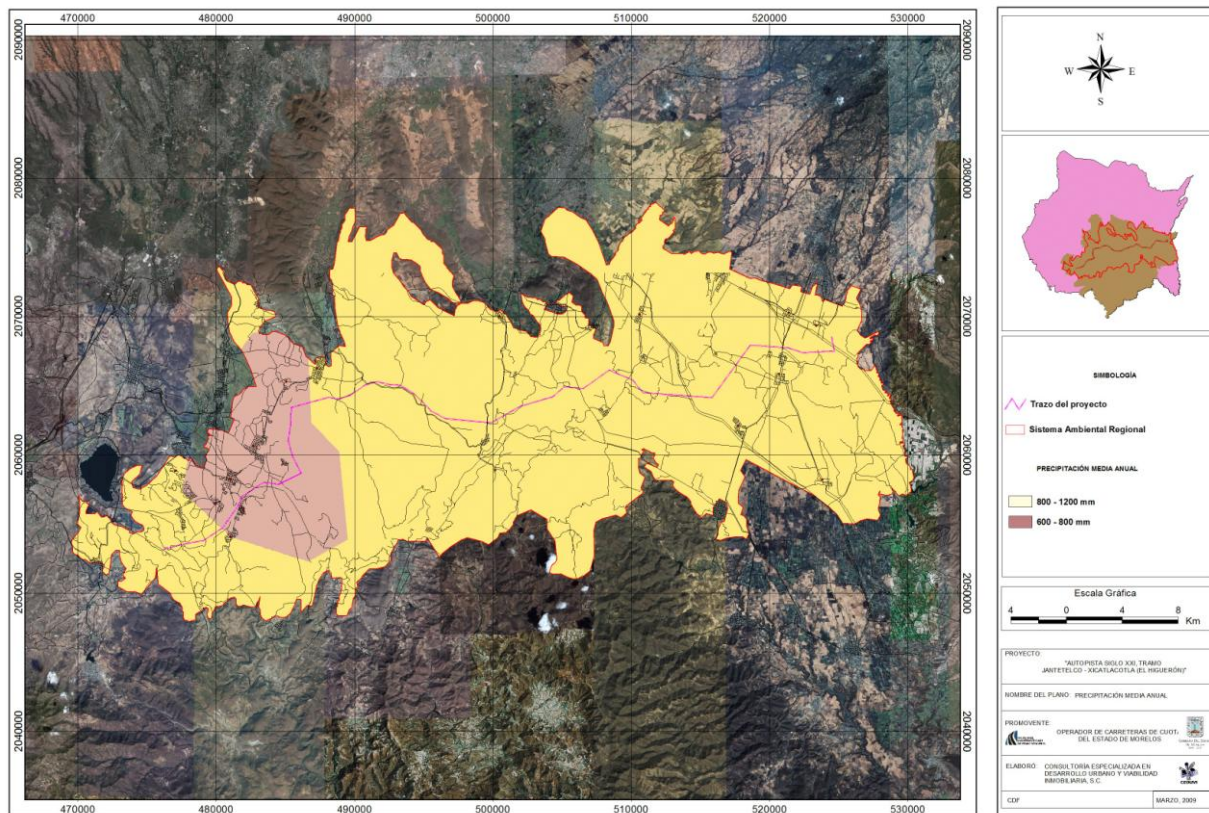


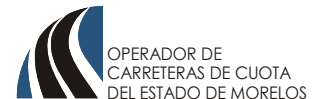
Figura 10. Precipitación media anual registrada para el Sistema Ambiental Regional.

Fuente: Elaborado a partir de Vidal – Zepeda, R. 1990. Precipitación media anual en Precipitación IV.4.6 Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1: 400 000. Instituto de Geografía. UNAM. México.

La relación entre la temperatura y precipitación que definen a cada uno de los tipos climáticos que se presentan en el SAR del proyecto, corresponden con los datos que se registran en las estaciones climatológicas, tal como se menciona a continuación:

La temperatura máxima promedio registrada en la estación Moyotepec es de 25.4°C mientras que la temperatura mínima promedio es de 21°C, lo cual es común en climas cálidos, asimismo, la temporada de lluvias se presenta en verano abarcado los meses de julio a septiembre, los cuales presentan precipitaciones máximas de 158 mm, por lo que, aunado a las temperaturas que se registran propician la aparición de un clima cálido subhúmedo, el cual genera condiciones favorables para el desarrollo de fauna neotropical. Con respecto a la estación Joncatepec, ésta presenta menores rangos de temperatura, registrando una





temperatura máxima promedio de 23.5°C, asimismo, la temperatura mínima promedio está por debajo de los 18°C, lo que caracteriza un clima semicálido, en el caso de la precipitación, ésta sigue un patrón similar a lo reportado en la estación Moyotepec, registrando una temporada de lluvias fuertemente marcada, la cual se presenta durante el verano, sin embargo la precipitación no sobrepasa los 200 mm, correspondiendo por tanto a un clima subhúmedo (ver Figura 11 y Figura 12).

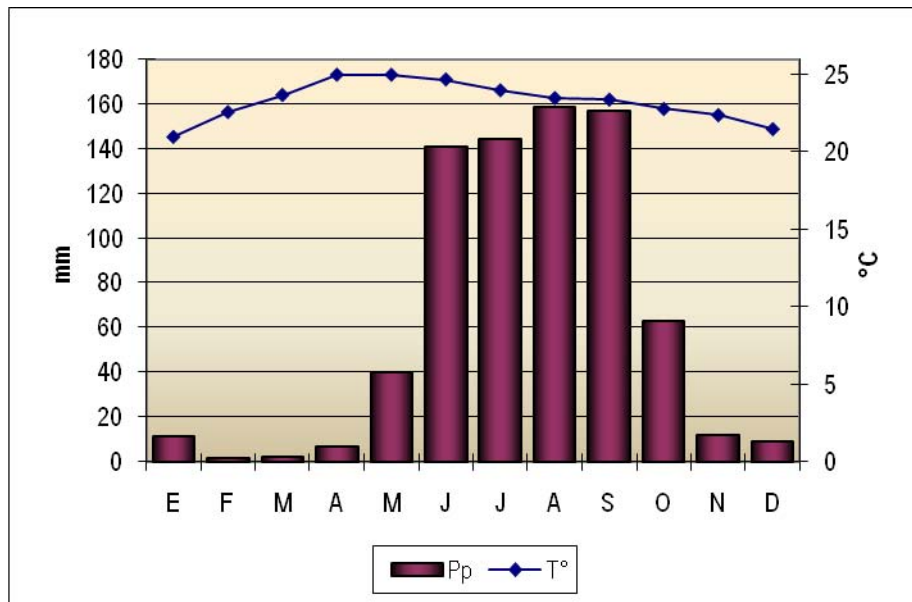


Figura 11. Climograma de la estación climatológica Moyotepec.

Como se mencionó anteriormente, en ambas estaciones la precipitación se origina en la temporada de verano, debido a que en dicha temporada se presentan los vientos alisios provenientes del Hemisferio Norte, los cuales atraviesan el Golfo de México, pasando por las aguas cálidas cargándose de humedad, ocasionando lluvias torrenciales que pueden ser superiores a los 600 mm. Lo contrario ocurre en diciembre, el cual es el mes más seco con un promedio de precipitación máximo reportado para la estación de Moyotepec de 9.1 mm y Jonacatepec de 5.7 mm, ya que los vientos alisios se debilitan y se desplazan hacia el sur, dominando los vientos del Oeste, estos vientos son considerablemente menos húmedos que los alisios, por lo que generan una mayor sequedad que predomina durante la época fría del año.

Por lo anterior, los meses anteriores a la época de lluvia (abril y mayo) son los meses que registran mayores temperaturas, mientras que las temperaturas mínimas se registran en enero, precediendo a los meses de estiaje (Aguilar- Benítez, S. 1998).





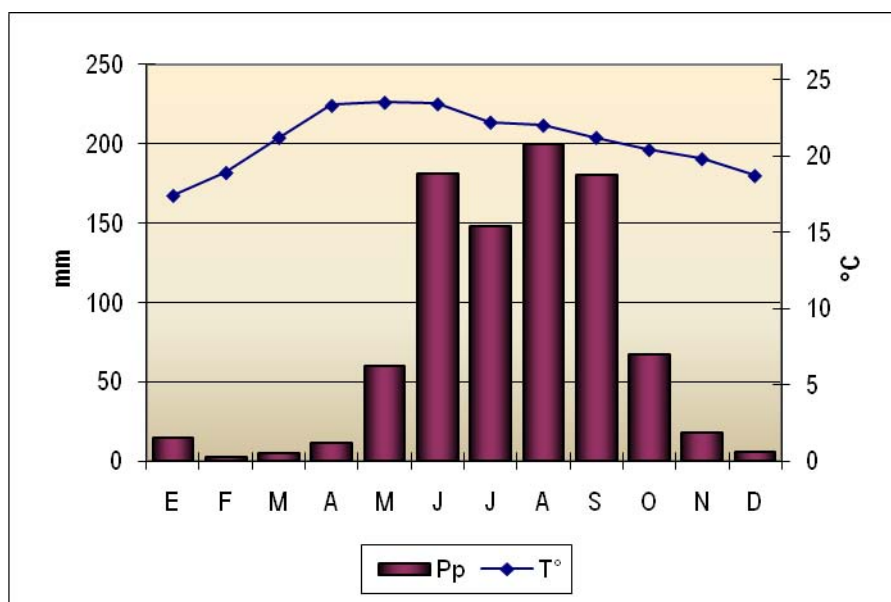


Figura 12. Climograma de la estación climatológica Jonacatepec.

Por otra parte, la humedad relativa, se relaciona con las altitudes que se presentan dentro del SAR, dado que a mayores altitudes, mayor será la humedad relativa, por lo tanto, la influencia orográfica juega un papel importante en la cantidad de precipitación recibida, dentro del SAR, las áreas más altas presentarán una mayor precipitación, cabe señalar, que la mayor superficie del SAR presenta una precipitación que va de 800 a 1000 mm, mientras que las zonas planas que se encuentran a menores altitudes solo alcanzan precipitaciones que van de los 600 a 800 mm. Asimismo, la orografía que presenta la zona en conjunto con la precipitación proven al SAR de importantes recursos hidrológicos, sin embargo, de acuerdo al ciclo hidrológico, no toda el agua se infiltra, sino que una parte de ella se evapora, dentro del SAR cerca de 2,500 mm/año se evaporan (ver Tabla 4), esto se debe a las temperaturas que se desarrollan dentro del SAR, por lo tanto es de imaginar que los meses más calurosos (abril y mayo), sean los meses que presentan la mayor evaporación, en cuanto a la evapotranspiración, dentro del SAR del proyecto se presenta un rango de evapotranspiración de 700 a 900 mm/año.

Tabla 4. Evaporación promedio mensual y anual reportada durante el periodo de 1971 – 2000 para el Sistema Ambiental Regional.

Concepto	Mes												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Estación: Moyotepec													
Promedio	142.6	161.7	239.4	249.0	228.3	182.3	159.9	158.9	148.7	152.9	133.1	132.3	2,089.1
Estación: Jonacatepec													
Promedio	164.9	181.8	234.2	254.3	250.1	215.3	204.5	192.8	150.6	158.6	153.2	155.8	2,316.1

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, consultado en <http://smn.cna.gob.mx/normales/estacion>

IV.2.1.1.4 Frecuencia de heladas, nevadas y huracanes entre otros eventos climáticos extremos

En el caso de los fenómenos climatológicos como las lluvias, niebla, granizo y tormentas eléctricas, el Sistema Meteorológico Nacional en las estaciones climatológicas que se ubican dentro del SAR, reporta 76 días con lluvia, en el caso de los días con Niebla, en general, son pocos los días registrados con este





fenómeno, asimismo, dadas las características climatológicas que se presentan en el SAR, es poco probable la presencia de días con granizo, lo mismo ocurre con las tormentas eléctricas, las cuales se presentan en un rango de 0.9 a 24.7 días con dicho fenómeno climatológico, cabe señalar que en la estación Jonacatepec es donde se registra el mayor número de días con tormenta eléctrica (ver Tabla 5).

**Tabla 5. Días con lluvia, niebla, granizo y tormenta eléctrica reportada durante el periodo de 1971 – 2000 para el Sistema Ambiental Regional.**

Concepto	Mes												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
<b>Estación: Moyotepec</b>													
Lluvia	1.2	0.3	0.6	1.3	5.2	12.8	14.6	15.9	14.6	6.9	1.8	1.1	76.3
Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormenta eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
<b>Estación: Jonacatepec</b>													
Lluvia	0.9	0.5	0.9	1.3	6.1	15.5	12.9	15.1	13.8	6.7	1.8	0.5	76.0
Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormenta eléctrica	2.2	0.4	2.3	3.7	2.6	2.5	1.3	1.4	0.7	3.6	3.2	0.8	24.7

Con respecto a Huracanes o Ciclones, el Servicio Meteorológico Nacional reporta para el periodo de 1970 – 2006 solo dos ciclones para el estado de Morelos, en la Tabla 6 se presenta dicho registro.

**Tabla 6. Ciclones registrados durante el periodo de 1970 – 2006 en el estado de Morelos.**

Año	Océano	Nombre	Categoría de impacto*	Lugar de entrada	Estados impactados	Período (Inicio – Final)	Día de impacto	Viento máximo en impacto
1989	Pacífico	Cosme	H1	Cruz Grande, Guerrero	Guerrero, Morelos, México, D.F., Hidalgo, San Luis Potosí, Tampico	18 – 23 junio	21 de junio	140
1973	Pacífico	Claudia	TT	Acapulco, Guerrero	Guerrero, Morelos	20 – 30 junio	28 de junio	100

\* TT. Tormenta tropical (Ciclón tropical bien organizado de núcleo caliente en el que el viento medio máximo en superficie es de 63 a 117 Km/h). H1. Huracán (Ciclón tropical de núcleo caliente en el que el viento medio máximo en superficie es de 119 – 153 Km/h).

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/>

Por lo anterior, es poco factible que se presente algún Huracán o Ciclón dentro del Sistema Ambiental Regional, de igual forma es poco probable que ocurran los fenómenos climatológicos antes descritos.

#### IV.2.1.1.5 Radiación o incidencia solar

En primavera la insolación es escasa; pero la ausencia de nubes propicia aumentos notables de temperatura. En verano es alta la insolación; pero la nubosidad y las precipitaciones la atenúan bastante. En otoño se tiene una mayor insolación, pues se presenta menos nubosidad y precipitaciones. En invierno puede ser aún mayor; pero la presencia de frentes y cierta nubosidad la disminuyen (Aguilar – Benítez, 1998).





## IV.2.1.2 Aire

### IV.2.1.2.1 Calidad del aire

En Morelos la contaminación de la atmósfera se debe a fuentes móviles y fijas. Existen dos zonas en el estado que representan las mayores fuentes de contaminación atmosférica:

- a) Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), y
- b) Ingenios Emiliano Zapata y la Abeja

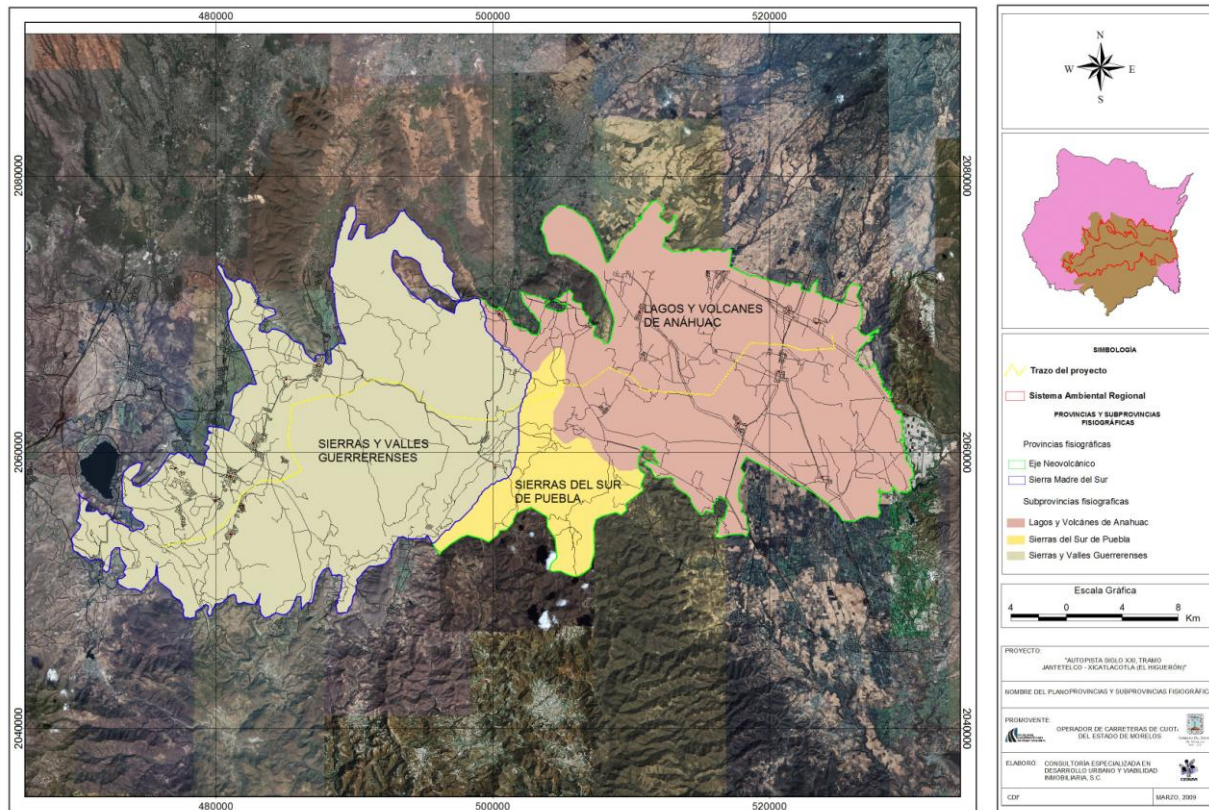
En la CIVAC, la contaminación del aire se torna peligrosa cuando éste es portador de polvos o vapores industriales tóxicos o irritantes. El régimen de lluvias y los vientos influyen en este aspecto. De junio a noviembre, los vientos dominantes en la CIVAC llegan al suroeste, por lo que el aire viciado va a aparar a la sierra de Tepoztlán, en un área despoblada. De febrero a mayo, en la época de secas, el viento dominante es del norte y el aire nocivo va hacia los municipios de Jiutepec, Temixco y Emiliano Zapata. La ausencia de lluvias impide que la atmósfera se limpie y, por tanto, la contaminación atmosférica se acentúa.

En el caso del Ingenio Emiliano Zapata, durante los meses de diciembre a mayo las chimeneas del ubicado en el municipio de Cuautla respectivamente, arrojan a la atmósfera humos que son respirados por los habitantes de las áreas urbanas y rurales cercanas al lugar donde se ubican. El bagazo de la vara dulce de la caña de azúcar es usado como combustible y la ceniza que se produce afecta el sistema respiratorio de los seres humanos. Durante los meses indicados en el ingenio Emiliano Zapata de Zacatepec, los vientos dominantes con intensidad débil se dirigen hacia el Sur, afectando la parte de la población de la conurbación de Jojutla-Tlaquiltenango-Zacatepec (Aguilar – Benítez, 1998).

Cabe señalar que de acuerdo con Bahena (1995), la contaminación del aire que resulta de la producción de azúcar de caña, es el principal emisor de contaminantes de la atmósfera de la región cañera morelense.

## IV.2.1.3 Geología y geomorfología

El SAR del proyecto se ubica en dos provincias fisiográficas: Sierra Madre del Sur ubicada al Oeste del SAR y el Eje Neovolcánico, el cual se ubica hacia la parte Este y centro del SAR, la primera provincia se encuentra representada por la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses, mientras que la provincia del Eje Neovolcánico se encuentra representado dentro del SAR por dos subprovincias, Lagos y Volcanes de Anahuac la cual abarca la parte Este y centro Norte del SAR y Sierras del Sur de Puebla, que se ubica en la parte Centro – Sur del SAR (ver Figura 13).



Específicamente dentro de la Subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses se presentan afloramientos de rocas sedimentarias en su mayor proporción, las cuales corresponden al cretácico, de igual forma en esta subprovincia se ubican afloramientos de rocas ígneas extrusivas hacia la parte NW del SAR, los afloramientos antes señalados pertenecen al terciario, por otra parte, dentro de esta misma subprovincia se presentan depósitos aluviales en los valles pertenecientes al cuaternario.

En el caso de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico, se presentan afloramientos de rocas sedimentarias ocupando la mayor superficie de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anahuac, asimismo, en esta subprovincia se presentan afloramientos de rocas ígneas intrusivas y extrusivas, así como rocas metamórficas todas pertenecientes al cenozoico, así como depósitos aluviales pertenecientes al cuaternario, con respecto a la subprovincia Sierras del Sur de Puebla, las rocas ígneas extrusivas son los afloramientos más representativos de dicha subprovincia, además de presentar afloramientos sedimentarios (ver Figura 14).



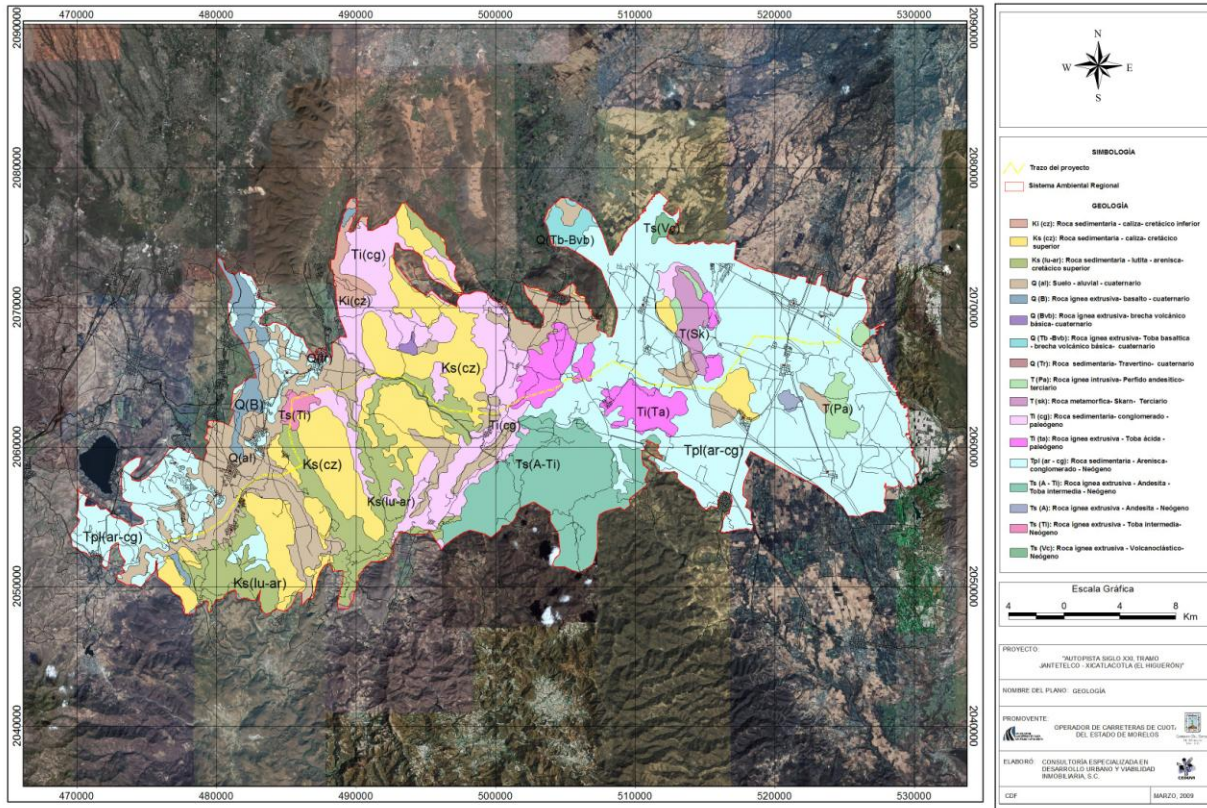


Figura 14. Geología que se distribuyen dentro del SAR del proyecto.

Fuente: Elaborado a partir de la carta geológica Clave E14-5 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Escala 1: 250 000.

Las formaciones geológicas que se presentan dentro del SAR son las siguientes:

1. La formación Cuautla del Cretácico Superior, se localiza al Oeste de la ciudad del mismo nombre, por lo que con respecto al SAR del proyecto se ubica en la parte Centro - Norte. Está constituida de calizas con lentes y nódulos de pedernal, así como fósiles silicificados, esta formación junto con la Morelos, al ser comprimidas y plegadas, sufrieron un intenso fracturamiento que, en muchos sitios, fue resellado por calcita blanca. Presenta además abundante disolución dado el carácter puro del carbonato. La formación Cuautla descansa sobre la formación Morelos, y es subyacente a la formación Mexcala.
2. La formación Mexcala del Cretácico Superior, se constituye por capas interestratificadas de arenisca, limolitas y lutitas calcáreas, con escasos lentes de calizas clásticas. Se ubica descansando sobre la formación Cuautla y está cubierta a su vez por depósitos aluviales del grupo Balsas, correspondientes al Terciario.
3. El grupo Balsas del Eoceno Superior, comprende una gran variedad de tipos de rocas (evaporizas, conglomerados de calizas, yesos lacustres, coladas máficas con capas Vulcano clásticas asociadas, así como limolitas y areniscas rojas o verdes). Aflora al Centro del SAR. Se sitúa descansando en discordancia angular por encima de las formaciones cretácicas descritas.





4. La Riolita Tilzapotla del Oligoceno, está integrada por brecha riolítica. Se encuentra en parte NW del SAR cercano al Lago de Tequesquitengo, sobrepuesta a rocas más antiguas del grupo Balsas.
5. La formación Tlaica del Oligoceno, comprende una serie de rocas silíceas que forman la base de la secuencia volcánica terciaria, al oriente del meridiano 99°10'. Fries (1961) indica que su localidad tipo queda al Norte de Tlaica (Centro – Norte del SAR), donde está constituida por derrames riolíticos e ignimbríticos que descansan sobre el grupo Balsas.
6. El grupo Ixtlilco del Mioceno, cubre en forma discordante a la formación Tlayca. Se halla constituido por derrames de lava de composición intermedia; es decir, andesítica, dacítica y riódacítica, interestratificadas con capas vulcanoclásticas.
7. El grupo Tepexco del mioceno, es una secuencia de rocas volcánicas de composición intermedia que afloran al Sur y Sureste de Jonacatepec, al NE del SAR. Está constituido por andesitas grises de textura fanerítica densa, fracturadas, con interestratificaciones de material vulcanoclástico.
8. La formación Cuayuca del Mioceno, queda conformada por una secuencia de capas lacustres divididas en tres fases, ubicadas al Sur de Tepalcingo y de Jonacatepec, al SE del SAR. Está compuesta por limos y arcillas, caliza y yeso.
9. La Gronodiorita Jantetelco del Mioceno, es una roca intrusiva de composición granodiorítica, que intrusionó al grupo Tepexco. Aparece al NE y SE del SAR, en el llamado cerro del Mono y en la Sierra del Camello. Al primero también se le llama Gordo; la segunda está formada por los cerros Delgado, Ancho Coyotes, Tenango y la Cantera, este último también denominado Chalcatzingo. Según Chipre (1992), al Sur del Valle del Río Tenango, donde se localiza la formación geológica en cuestión, se localizan los cerros bajos de Atotonilco, donde nace un manantial de agua caliente, y cerca de ese lugar hay una fuente de magnetitas que fue explotada por antiguos pobladores.
10. La Diorita Xalostoc del Mioceno, también es una roca ígnea intrusiva que consiste en dioritas que intrusionaron al grupo Balsas, así como a las formaciones Morelos y Tlayca. Se localiza al Centro – Norte del SAR. Esta intrusión provocó metamorfismo de contacto en las tobas calizas preexistentes y dio origen al "Skarn". Cabe destacar que el "Skarn" es la única roca metamórfica que aparece en Morelos.
11. Los aluviones cuaternarios del Holoceno, están integrados por los mismos sedimentos de los depósitos clásticos continentales, pero con menos elementos volcánicos.

En la siguiente sección se presentan las características litológicas superficiales que presenta el SAR del proyecto.

#### **IV.2.1.3.1 Características litológicas del área**

Dentro del SAR del proyecto, predominan los afloramientos sedimentarios ya que ocupan el 69.8% de la superficie total del mismo, seguido por las rocas ígneas (16.54%), el suelo aluvial ocupa el 12.49% de la superficie, mientras que las rocas metamórficas solo se presentan en el 1.17% de la superficie del SAR (ver Figura 15).

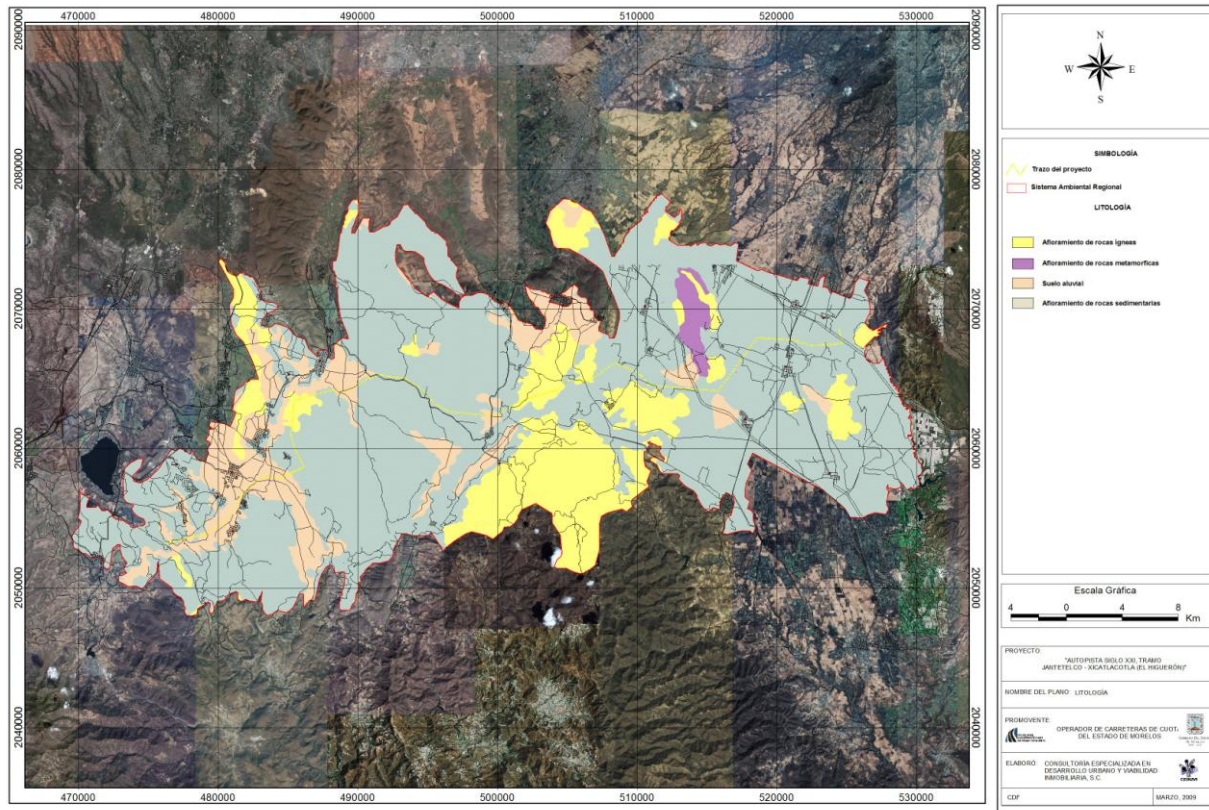


Figura 15. Tipos de rocas que se distribuyen dentro del Sistema Ambiental Regional.

Fuente: Elaborado a partir de las cartas geológica Clave E 14 – 5 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, escala 1:250 000.

A continuación se describen las características litológicas del SAR, por otra parte, dentro de la Tabla 7 se presentan la superficie y porcentaje que ocupa cada unidad litológica dentro del SAR:

- Rocas sedimentarias:

**Arenisca – conglomerado:** Esta composición corresponde al Terciario y abarca el 36.85% del SAR, se encuentra en dos fracciones la más extensa se localiza al Este del SAR, en la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, mientras que la otra porción se ubica al Oeste del SAR en la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses, en esta zona se observa claramente la asociación de esta composición con la mayor extensión de los suelos aluviales, asimismo, se encuentra fuertemente relacionada con las geoformas Mesetas de aluvión antiguo con cañadas, así como a la Llanura aluvial con lomerío. En términos generales, las areniscas – conglomerados son arenas y gravas intercaladas; las arenas presentan una granulación de mediana a gruesa y su grado de redondez varía de subanguloso a subredondeado y está constituida por cuarzos y feldespato.

**Caliza:** Las calizas ocupan el 14.34% de la superficie del SAR, y se ubican en la parte centro – oeste del mismo dentro de la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses, en el SAR se encuentran asociadas principalmente a sierras o lomeríos, las calizas se forman por acumulación y sedimento, por lo que son de origen secundario y es el resultado de la precipitación de restos orgánicos, asimismo consisten en granos minerales que se entrelazan, por lo que su textura es granular y puede ir de fina a gruesa. Con frecuencia





contienen restos fósiles, y se forma en capas. Las calizas dentro del SAR se encuentran relacionadas con la composición lutita – arenisca.

Lutita – arenisca: Esta composición se distribuye al Oeste del SAR, ocupando el 8.26% de la superficie total del mismo, las lutitas son rocas sedimentarias detríticas constituidas de granos menores a 2 micras, compuestas por arcillas como la caolinita, montmorillonita e illita que se forman en el campo sedimentario (de neoformación) y de restos de cuarzo, feldespato y mica. Mientras que la arenisca son también rocas detríticas formadas por clastos del tamaño de la arena en más del 75% de granos de cuarzo, así como feldespato y mica clara.

Travertino. El travertino dentro del SAR ocupa una superficie de 134.786 hectáreas, lo que representa el 0.14% de la superficie del SAR, se ubica en la parte centro Norte del mismo, el travertino se forma en zonas kársticas formadas por depósito de carbonato de calcio (roca caliza), en donde el agua disuelve a la roca y por la presencia de condiciones determinadas como las aguas termales o cascadas se forma el travertino, el cual está compuesto de calcita, aragonita y limonita. En el SAR se ubica asociado a topofomas de Sierra y Llanura donde es probable la aparición de cascadas y aguas termales.

Conglomerado: Los conglomerados son rocas sedimentarias de tipo detrítico formadas por cantos redondeados de otras rocas unidos por un cemento, sus fragmentos constitutivos son mayores a 2 micras. Este tipo de rocas se presentan en la parte central del SAR con dirección Norte – Sur, y cubren una superficie total de 9,840.834 hectáreas, lo que corresponde al 10.21% de la superficie total del SAR.

- Rocas ígneas extrusivas:

Toba basáltica – brecha volcánica básica. Esta asociación se ubica al Norte del SAR, con una superficie de 734.476 hectáreas, la toba basáltica se origina a partir de emisiones volcánicas, las cuales le confieren ciertas características a las rocas, la toba son materiales detríticos expulsados por las chimeneas volcánicas que al llegar a la superficie terrestre los la roca se enfría lo que ocasiona la generación de vacuolas, presentan una textura porfídica, observándose numerosos feldespatos y plagioclasa sódica, así como pequeños cristales de cuarzo y texturas vítreas. Por otra parte, la brecha volcánica son materiales sueltos o poco consolidados de origen piroclástico que forman gruesos depósitos con alternancia de capas de grano fino con capas de fragmentos de grano grueso de composición púmítica que originan pseudoestratos bien definidos y clasificados, se presentan poco alteradas y cubren pendientes suaves y abruptas que delimitan valles. El espesor varía de unos cuantos centímetros a algunos metros.

Toba ácida. La toba ácida dentro del SAR se distribuye en la Subprovincia Lagos y Volcanes de Ánahuac, al centro del SAR, principalmente sobre la geoforma de Llanura aluvial, ocupa el 3.78% de la superficie del SAR lo que corresponde a 3,642.814 hectáreas, de igual forma, esta roca corresponde al terciario.

Andesita, Toba intermedia, Andesita – Toba intermedia. La andesita es una roca ígnea, magmática de composición intermedia. Su composición mineral comprende generalmente plagioclasa, piroxeno y/u hornblenda. Frecuentemente están asociados a biotita, cuarzo, magnetita y esfena. La roca aparece en torrentes y diques de lava, dentro del SAR se ubica en la parte Noroeste del mismo, ocupando una superficie de 163.647 hectáreas, la toba ácida se ubica en la parte Este del SAR en la subprovincia Lagos y Volcanes de Anahuac, ocupando una superficie de 411.668 hectáreas, mientras que la composición de andesita – Toba intermedia ocupa la parte centro – sur del SAR, en la subprovincia Sierras del Sur de Puebla, en la geoforma de Sierra volcánica de Laderas Escarpadas y ocupa el 8.27% de la superficie del SAR.

Volcanoclástico. Esta tipo de roca se encuentra en el 0.22% de la superficie del SAR, asociado a la topofoma de Llanura aluvial con lomerío, son rocas constituidas por todo tipo de materiales volcánicos clásticos – con





independencia del proceso de fragmentación – dispersados por cualquier agente de transporte y depósitos en cualquier ambiente, o mezclados en proporción significativa con fragmentos no volcánicos.

- Rocas ígneas intrusivas:

Pérfido andesítico. Dentro del SAR solo se presenta estas rocas ígneas intrusivas, y se extienden al Este ocupando una superficie de 1,059.579.

- Rocas metamórficas:

Skarn. El skarn es un depósito formado en un ambiente de metamorfismo de contacto con roca de caja de carbonatos (calizas). Adicionalmente de los fenómenos del metamorfismo de contacto se puede detectar una fuerte metasomatosis (o alteración) en las rocas calizas. Los depósitos minerales de tipo skarn son yacimientos de reemplazo metasomático caracterizados por la presencia de minerales calcosilicatados faneríticos de grano grueso, de Ca, Fe, Mg y Mn. Reemplazan selectivamente a rocas carbonatadas y pueden asociarse con mineralización metálica de W, Cu, Zn, Pb, Sn, Fe – Ca y menor Au – Ag. Dentro del SAR este tipo de rocas se encuentra asociado principalmente a sierras bajas las cuales se ubican al NE del SAR en la subprovincia Lagos y Volcánes de Anáhuac, cubriendo una superficie de 1,122.586 hectáreas, asimismo estas rocas pertenecen al terciario.

- Suelo aluvial

Los suelos aluviales cubren el 12.49% del SAR y se encuentran asociados a compuestos de areniscas – conglomerados y calizas principalmente, se desarrollan en llanuras aluviales con lomeríos correspondientes al cuaternario, estos suelos están constituidos por grava, arena, limo y arcillas. De igual forma, este tipo de suelo puede presentar dos tipos de permeabilidad alta y baja permeabilidad lo que se relaciona con la hidrología subterránea de la zona en las que se distribuye.

**Tabla 7. Litología del SAR del proyecto (superficie y porcentaje por unidad litológica).**

Geología			
Ki(cz)	Roca sedimentaria - caliza - cretácico inferior	786.829	0.82
Ks (cz)	Roca sedimentaria - caliza - cretácico superior	13029.604	13.52
Ks (lu - ar)	Roca sedimentaria - lutita - arenisca - cretácico superior	7958.001	8.26
Q (al)	Suelo - aluvial - cuaternario	12032.590	12.49
Q (B)	Roca ígnea extrusiva - basalto - cuaternario	1642.297	1.70
Q (Bvb)	Roca ígnea extrusiva - brecha volcánica básica - cuaternario	109.390	0.11
	Roca ígnea extrusiva - toba basáltica - brecha volcánica básica - cuaternario	734.476	0.76
Q (Tb - Bvb)	Roca ígnea extrusiva - toba basáltica - brecha volcánica básica - cuaternario	734.476	0.76
Q (Tr)	Roca sedimentaria - travertino - cuaternario	134.786	0.14
T (Pa)	Roca ígnea intrusiva - pérfido andesítica - terciario	1059.579	1.10
T (sk)	Roca metamórfica - skarn - terciario	1122.586	1.17
Ti (cg)	Roca sedimentaria - conglomerado - paleógeno	9840.834	10.21
Ti (ta)	Roca ígnea extrusiva - toba ácida - paleógeno	3642.814	3.78
Tpl (ar - cg)	Roca sedimentaria - arenisca - conglomerado - neógeno	35504.099	36.85
Ts (A)	Roca ígnea extrusiva - andesita - neógeno	163.647	0.17



Geología			
	Roca ígnea extrusiva - andesita - toba intermedia -		
Ts (A - Ti)	neógeno	7967.759	8.27
Ts (Ti)	Roca ígnea extrusiva - toba intermedia - neógeno	411.668	0.43
Ts (Vc)	Roca ígnea extrusiva - volcanoclástico - neógeno	209.361	0.22
		96350.320	100.00

#### IV.2.1.3.2 Características geomorfológicas más importantes

Como se menciona anteriormente, el SAR del proyecto se ubica en dos provincias fisiográficas, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur.

- Eje Neovolcánico

Esta provincia colinda al Norte con la Llanura Costera del Pacífico, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte; al Sur, con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur. Por el Oeste llega al Océano Pacífico y por el Este al Golfo de México.

Se caracteriza por ser una enorme masa de rocas volcánicas de todos tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás) hasta el presente.

La integran grandes sierras volcánicas, grandes coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arena y cenizas.

Presenta también la cadena de grandes estrato-volcanes denominada propiamente "Eje Neovolcánico" integrado por: Volcán de Colima, Tancitaro, Zinatlécatl (Nevado de Toluca), Popocatepetl, Iztaccihuatl, Matlacuéyetl (Malinche) y Citlaltépetl (Pico de Orizaba), que casi en línea recta atraviesan el país, más o menos sobre el paralelo 19.

- Provincia de La Sierra Madre Del Sur

Esta provincia limita al Norte con la del Eje Neovolcánico, al Este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico, y al Sur con el Océano Pacífico. Está considerada como la más completa y menos conocida del país, y debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la placa de cocos. Esta es una de las placas móviles que integran la litósfera; emerge a la superficie del fondo del Océano Pacífico al Suroeste y Oeste de las costas, hacia las que se desplaza lentamente dos o tres centímetros al año para encontrar a lo largo de las mismas el sitio llamado "desubducción" donde buza nuevamente hacia el interior de la Tierra. A ello se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaquenses, siendo la trinchera de Acapulco una de las zonas más activas. Esta relación es la que seguramente ha determinado que alguno de los principales ejes estructurales de la provincia -depresión del Balsas cordilleras costeras, línea de costa, etc.- tengan estricta orientación Este-Oeste, condición que tiene importantes antecedentes en la provincia del Eje Neovolcánico, y que contrasta con la predominante orientación estructural Noroeste-Sureste del Norte del país.

#### IV.2.1.3.3 Características del relieve





Las características del relieve que se ubica dentro del SAR son las siguientes:

En el municipio de Jojutla se encuentran el cerro de Jojutla o también llamado Xoxotzin. Asimismo, el municipio de Ayala forma parte de los perfiles Valles del Plan de Amilpas, los cerros más importantes son el Matitica, El Aguacate, el Jumil y el Cerro Prieto, que alcanzan alturas de 1,500 msnm. Existe una llanura formada por la cuenca hidrológica del Río Cuautla al Oriente se ubican los cerros de las iglesias vieja de Tlayecac y el llamado de San Juan Jaloxtoc. En el caso del municipio de Jojutla este presenta valles fértiles, las zonas planas abarcan el 65% de la superficie del municipio y se localizan al Norte y Centro del mismo, las zonas semiplanas abarcan el 27% y las accidentadas al Sur de la cabecera municipal y cubren el 8% del territorio. Con respecto al municipio de Tlaltizapán, las zonas accidentadas ocupan el 17% del territorio al Norte de la cabecera municipal y sureste del municipio; las zonas semiplanas abarcan el 37% del territorio municipal, en las faldas de los cerros, y lomeríos al sureste y las zonas planas abarcan el 46% al centro del municipio. El municipio de Tlaquiltenango los cerros de mayor altitud son Santa María, Guajolote, Huautla éste presenta una altura aproximada de 1,642m, Palo Verde, Tierra Verde, Ciénega, Limón y los que limitan con el estado de Puebla y el municipio de Tepalcingo conocidos con los nombres de: Tetillas, Picacho del Encierro, Temascales y Cueva de San Martín. Las zonas accidentadas alcanzan el 44%, al centro y Sur del municipio; las zonas semiplanas ocupan el 38% del territorio; las zonas planas representan el 18% de la superficie.

El municipio de Tepalcingo, tiene zonas accidentadas que abarcan el 50% del territorio, además de tener áreas montañosas, entre las que destacan los cerros del Cacalote, del Jumil y el de Tesquican que llegan a una altura de 1,500 m. Sin embargo, la elevación más importante es el cerro Frío que tiene una altura de 1,700 m. En la cota de los 1,450 m., se encuentran los cerros Margarita y Melonar, en los 1,400 m. A 1,250 m. encontramos a los cerros Olicornio, El Diablo, El Mogote, Papalo, Pericón, La Bolita, Mesa de los Cuilotes, Coachic, La Zapatera, las Pilitas, La Loma Larga de Tlacotzingo y Mozochu. Las Zonas planas se encuentran en la parte central.

El municipio de Jonacatepec se caracteriza por que el 86% del territorio es semiplano y en 5.2% existen zonas accidentadas localizándose en ellas el Cerro de Tenango o El Gordo que mide 1,500 m. Los cerros del Mirador, Colorado y La Playa.

El municipio de Jantetelco, se encuentra ubicado entre lomeríos y barrancas de arrastre sedimentarios, en la parte central destacan los cerros de Jantetelco que alcanza una altura de 1,878 m y el de Chalcatzingo con 1,570 m. El resto del territorio está formado por planos sedimentarios.

En general dentro de la Tabla 8, se presenta la superficie que ocupa cada topoforma dentro del SAR del proyecto (ver Figura 16).

Tabla 8. Superficie en hectáreas que ocupa cada geoforma dentro del SAR del proyecto.

Geomorfología		
Llanura aluvial con lomerío	44714.136	46.41
Lomerío de tobas con cañadas	7.537	0.01
lomerío típico	4820.717	5.00
Meseta basáltica con cañadas	0.346	0.00
Meseta de aluvión antiguo con cañadas	7421.003	7.70
Sierra alta compleja	353.774	0.37
Sierra baja	4329.180	4.49





Geomorfología		
Sierra de laderas escarpadas	19297.377	20.03
Sierra volcánica de laderas escarpadas	8343.705	8.66
Valle de laderas tendidas con lomerío	7062.545	7.33
	96350.320	100.00

De acuerdo con la tabla anterior, se muestra que la mayor superficie del SAR esta conformada por la geoforma llanura aluvial con lomerío, ya que ocupa el 46.41% de la superficie, seguida de la geoforma Sierra de Laderas Escarpadas con el 20.03%, las demás geoformas en su conjunto ocupan el 33.66% del SAR.

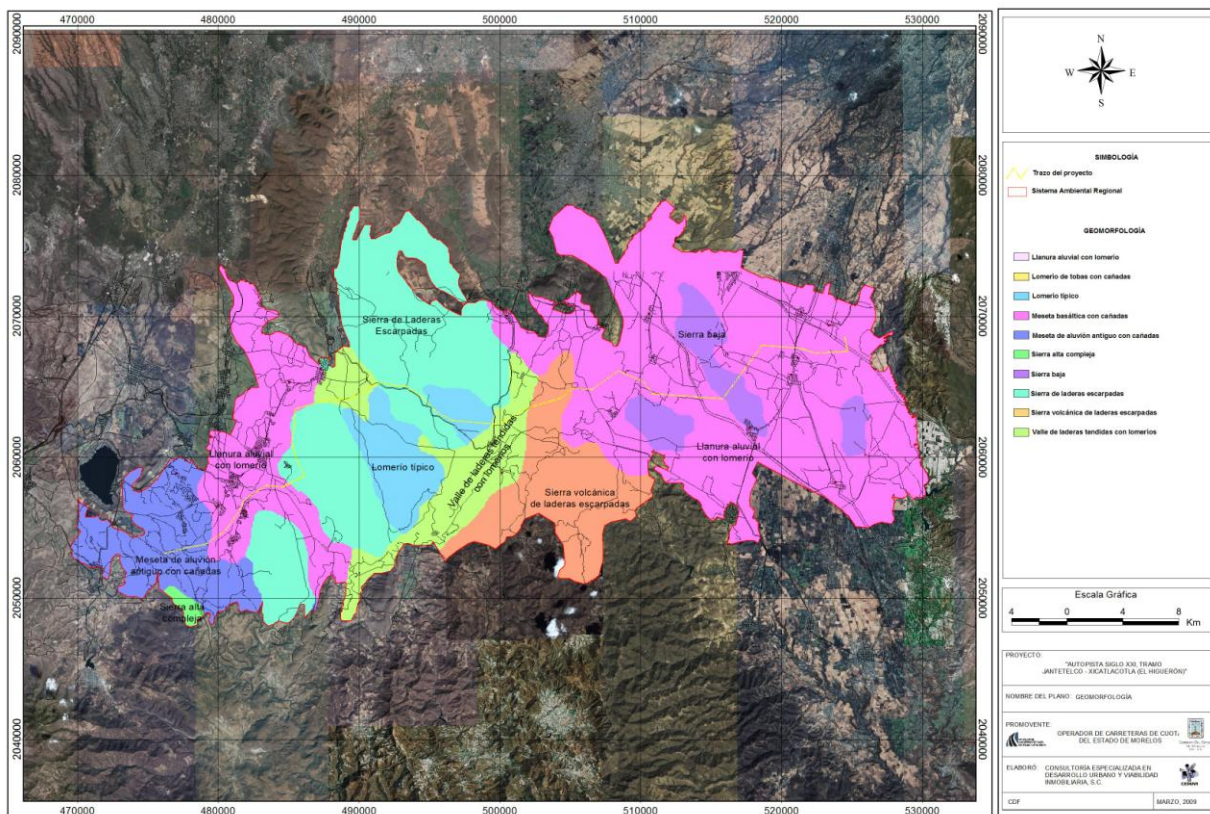


Figura 16. Topoformas que se presentan dentro del SAR del proyecto.

Fuente: Elaborado a partir de la carta fisiográfica E-14 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. Escala 1:250 000.

Específicamente dentro del trazo del proyecto (DDV del proyecto) las geoformas que predominan son las llanuras aluviales con lomerío, meseta basáltica con cañadas, valle de laderas con lomerío, sierra baja, sierra de laderas escarpadas y sierra volcánica de laderas escarpadas. Entre los principales cerros que se ubican en el SAR del proyecto se encuentran:

Geoforma	Municipio
Cerro Santa María	Tlaltizapan y Tlaquitenango
Cerro Temilpa	Ayala





Geoforma	Municipio
Cerro El Gallo	Ayala
Cerro Las Trincheras	Ayala
Cerro Bonete	Ayala
Cerro El Mirador	Ayala
Cerro La Piñuera	Tepalcingo
Cerro La Lima	Tepalcingo
Cerro El Chumilar	Tepalcingo
Cerro Nananchi	Tepalcingo
Cerro EL Cacalote	Tepalcingo
Cerro Cuachi	Tepalcingo y Jonacatepec
Cerro El Organal	Jonacatepec
Cerro El Mirador	Jonacatepec
Cerro Colorado	Jonacatepec
Cerro Diolochi	Jonacatepec
Cerro Santa Cruz	Jonacatepec
Cerro Tecolote	Jonacatepec
Cerro Gordo	Jantetelco

#### IV.2.1.3.4 Presencia de fallas y fracturamientos

En la carta geológica del estado de Morelos publicada por el Instituto de Geología de la UNAM (1997) se observa que el fracturamiento de la corteza terrestre es mayor en las sierras de Huautla y San Gabriel al Sur de Morelos. También existen fracturas en las sierras y montañas cretácicas plegadas como las de Jojutla, Santa María, Yautepec y Xochicalco, así como en las sierras de Tepetzotlán, Chichinautzin y en las laderas del Popocatepetl. Ramírez (1976) advierte en Morelos una serie de fallas y fracturas que corresponden a distintos períodos geológicos en las diversas formaciones que se presentan en la superficie.

La falla antigua más larga es la de Jojutla, que atraviesa la parte Sur- central de Morelos, con rumbo noroeste-sureste. Otra falla antigua importante es la del Cañón de Lobos, ubicada sobre las rocas cretácicas de las formaciones Morelos, Cuautla y Mexcala. Cabe destacar que la formación Mexcala se observa un intenso plegamiento, acompañado por fallas de carácter local, ya que los materiales arcillosos, limosos y calcáreos, por su plasticidad, se presentaron más a los esfuerzos compresivos de la orogenia Laramide.

El grupo de fallas postpliocénicas que rodean el Lago de Tequesquitengo son más recientes que la formación Cuernavaca, la cual formaba una planicie en el sitio de la depresión ocupada ahora por el agua. Estas fallas de carácter local se desarrollaron durante la formación de la dolina de Tequesquitengo, como resultado del hundimiento de la superficie, a medida que las rocas cretácicas subyacentes se disolvían con lentitud.

En el patrón estructural que predomina en el SAR, se destaca una serie de pliegues que representan gran similitud con los plegamientos de la Sierra Madre Oriental. Los anticlinales son de aspecto alargado, generalmente asimétricos, con los ejes orientados Norte – Sur o Noroeste – Sureste. Corresponden a las sierras de constitución calcárea cretácica. Los valles coinciden con los sinclinales alargados, angostos y fuertemente asimétricos.

Los principales pliegues de Morelos buzan por sus extremos y corresponden a los anticlinales siguientes: 1) Ticumán (que va de Bonifacio García a San Andrés de la Cal); 2) Ayala (de los Arcos, al Noroeste de Olintepepec); 3) Jojutla ( se inicia en el poblado del mismo nombre y termina en Nexpa); 4) Santa María

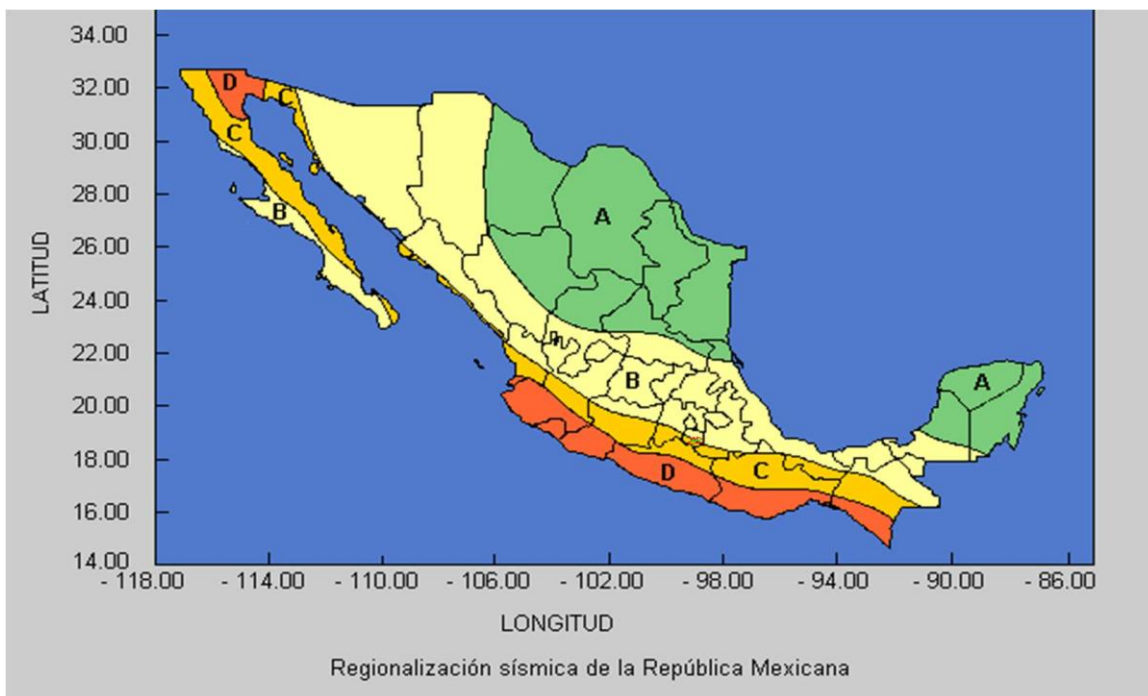


(desde el poblado del mismo nombre hasta Tlaltizapán), y 5) Colotepec (entre Palo Bolero y Xochitepec). Los correspondientes sinclinales son: 1) Acamilpa – San Gaspar (limitado por los poblados de los mismos nombres); 2) Oacalco (que comienza en el poblado del mismo nombre y finaliza en Tenextepango); 3) El Higuierón (de Nexpa al poblado del mismo nombre), y 4) Temilpa (desde el poblado del mismo nombre hasta San Pablo Hidalgo).

**IV.2.1.3.5 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra y posible actividad volcánica.**

• **Sismos**

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.



**Figura 17. Regiones Sísmicas en México.**

Fuente: Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad.

De acuerdo a lo anterior el estado de Morelos se ubica en dos Zonas Sísmicas B y C, cabe señalar que de acuerdo a los registros sismológicos del Servicio Sismológico Nacional, en el estado se han reportado en un

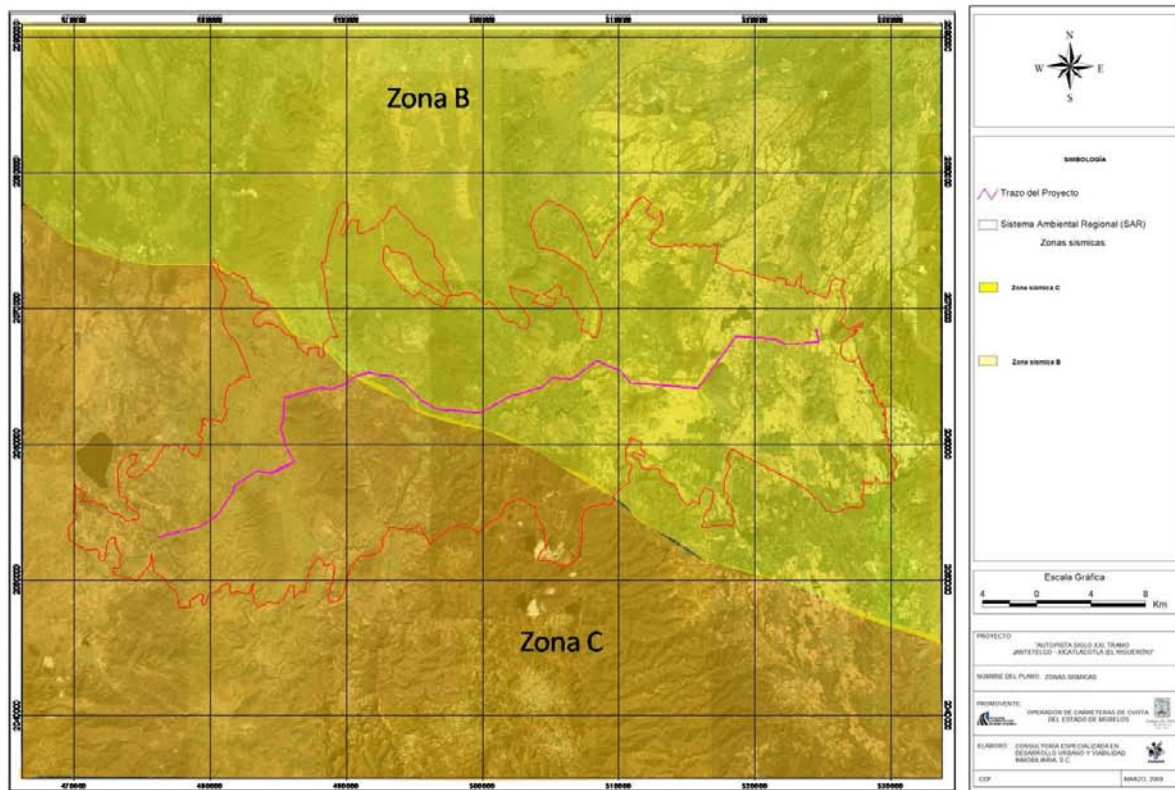


período de diez años (1998 – 2008) un total de cuatro sismos en la Tabla 9, se presenta el listado de los sismos registrados por el Servicio Sismológico Nacional.

**Tabla 9. Sismos registrados durante el período de 1998 – 2008, en el estado de Morelos.**

Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (km)	Mag.	Zona
2007-01-25	08:38:21	19.06	-99.06	14	3.8	9 km al NORESTE de TEPOZTLAN, MOR
2007-06-20	01:13:56	18.85	-98.81	1	3.7	6 km al SURESTE de YECAPIXTLA, MOR
2007-11-25	19:07:29	18.73	-99.34	2	3.8	12 km al NOROESTE de XOXOCOTLA, MOR
2008-04-19	00:31:28	18.72	-99.37	5	3.3	13 km al NOROESTE de PUENTE DE IXTLA, MOR

Fuente: Servicio Sismológico Nacional, consultado en: <http://www.ssn.unam.mx/>



**Figura 18. Zonas sísmicas en las que se ubica el SAR del proyecto.**

Es importante señalar que el SAR del proyecto en su mayor parte se ubican dentro de la zona sísmica C, lo que implica que es una zona de transición en la cual es poco frecuente la presencia de sismos, mientras que una pequeña porción del SAR (parte NE) se ubica en la zona sísmica B por lo que también corresponde a una zona de transición.

- **Inundaciones**



De acuerdo con los estudios realizados por la Dirección de Protección Civil del Estado de Morelos, se han identificado 28 zonas susceptibles de inundación, las cuales se concentran en nueve municipios. Los lugares con mayor número de sitios de riesgo son Yautepec y **Tlaltizapán**. En el primer municipio se ubican cinco: puente Oacalco, Galerías de Oacalco, puente Zaragoza, puentes Batea 1 y Batea 2 y El Vado; mientras en Tlaltizapán son cuatro: lado sur del Centro, balneario Santa Isabel, ayudantía y Galerías 1. Le siguen los municipios de Cuautla, Coatlán del Río, Tetecala, con tres zonas, y **Jojutla**, Zacatepec, **Tlaquiltenango** y Ciudad **Ayala** con dos en cada sitio. Las zonas de riesgo de inundaciones en el estado se refieren a zonas en las cuales atraviesan los ríos Yautepec, Cuautla, Apatlaco y Chalma.

- **Actividad volcánica**

Los estados de Puebla, Morelos, Chiapas y Colima son los de mayor riesgo volcánico en el País (Mancilla, 1993).

El principal riesgo de actividad volcánica en el estado de Morelos lo constituye el volcán Popocatepelt; ya que en los últimos años se ha registrado una alta actividad presentando explosiones y emisiones de cenizas; sin embargo, los municipios que representan el mayor riesgo dentro del estado son: Tetela del Volcán, Zacualpan, Yecapixtla, Ocuituco y Temoac.

De acuerdo con un estudio realizado por el Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regionales, el peligro volcánico con respecto a los períodos de actividad (histórica y actual), en los municipios involucrados en un radio de 30 km con respecto al cráter del volcán es de:

Tetela del Volcán	Alto a Moderado
Zacualpan	Moderado
Ocuituco	Moderado a Bajo
Yecapixtla	Bajo
Temoac	Bajo (fuera del área de 30 km)

Por lo anterior, dentro del SAR del proyecto el peligro a causa de actividad volcánica es bajo.

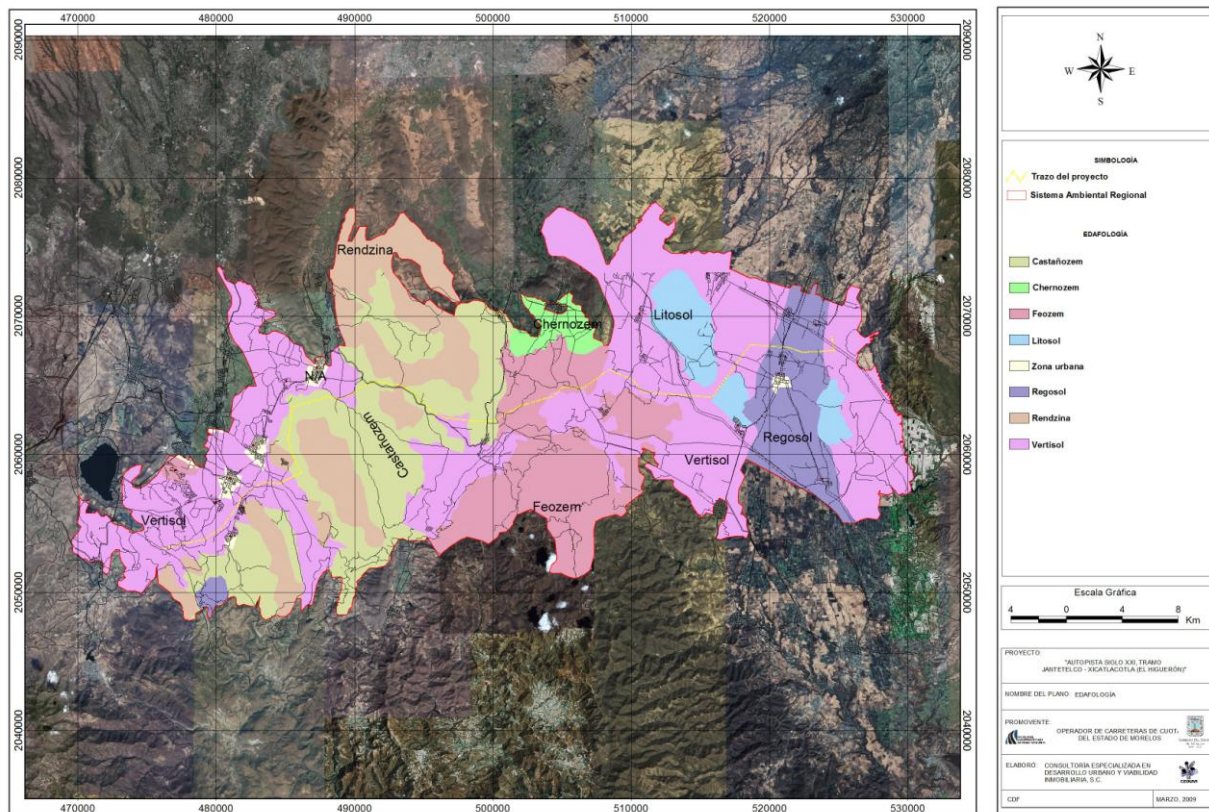
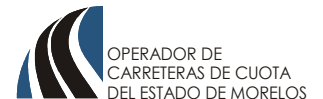
#### **IV.2.1.4 Suelos**

El sistema de clasificación de Suelos FAO implementado en 1968, fue modificado en 1970 para acoplarlo a los suelos mexicanos por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

##### **IV.2.1.4.1 Tipos de suelos en el SAR**

Dentro del SAR del proyecto, los tipos de suelos dominantes que se presentan son: castañozem, feozem, litosol, chernozem, regosol, rendzina y vertisol (ver Figura 19). Cabe señalar que de acuerdo a la clasificación que modificó el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, éste une a los suelos litosol y redzina para dar lugar a los leptosoles, cabe destacar, que dentro del SAR los suelos dominantes pueden presentar diferentes subunidades por lo que, al considerar esto se presentan un total de diez tipos de suelo. Asimismo, es importante señalar que los suelos tienen una relación directa con la geomorfología y geología del SAR, tal como se describe más adelante.





En la Tabla 10, se presentan los tipos de suelo, el área y porcentaje que ocupan dentro del SAR del proyecto.

Los **leptosoles** son suelos limitados en profundidad por una roca dura continua, o por material calcáreo, o por una capa continua cementada dentro de una profundidad de 30 centímetros a partir de la superficie; o que tiene menos de 20% de tierra fina hasta una profundidad de 75 centímetros; sin otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte A mólico, úmbrico u órico, con o sin horizonte B cámbico. Son suelos de textura media, poco desarrollados. En ellos persiste la influencia del sedimento superficial. Cabe señalar que los leptosoles han sido empleados con fines agrícolas; sin embargo, estos se erosionan fácilmente.

Dentro del SAR los leptosoles se ubican al NE, SE, NW y SW del mismo, principalmente dentro de geofomas correspondientes a Sierras (Sierra alta compleja, Sierra de laderas escarpadas y Sierra baja), principalmente se desarrollan sobre afloramientos sedimentarios en los que predominan las calizas y conglomerados, sin embargo en menor proporción se presentan en afloramientos de roca ígnea e incluso en afloramientos metamórficos. El tipo de vegetación que se desarrolla en estos tipos de suelo corresponde a selvas bajas caducifolias, las cuales pueden presentarse secas, conservadas o perturbadas, son de textura media y fina. Tienen una fase lítica somera.

Los **feozems** presentan un horizonte superficial oscuro, rico en materia orgánica y nutrientes. Son de clase textual media, presentan las siguientes fases: lítica, rúdica y petrocálcica. La mayoría se localiza en climas cálidos con lluvias veraniegas y con un régimen de humedad que va desde el ligeramente húmedo hasta el





seco. Dentro del SAR este tipo de suelos ocupan una superficie de 13,217.625 hectáreas correspondiente al 13.72% de la superficie del SAR, ubicándose en la parte central del mismo, se encuentran asociados a afloramientos de ígnea extrusiva en los que predominan la toba y la andesita, en cuanto a su asociación con la geoforma, estas se asocian a zonas planas (Valles de laderas tendidas con lomerío y llanura aluvial con lomerío), así como zonas con pendientes más pronunciadas como Sierra volcánica de laderas escarpadas, es importante señalar que los feozems son suelos empleados principalmente para la agricultura, por lo que dentro del SAR, el principal tipo de vegetación que se desarrolla es la agricultura, aunque en las zonas con pendientes más pronunciadas todavía se encuentran remanentes de selva baja caducifolia.

Dentro del SAR el feozem presenta dos subunidades calcárico y háplico, a continuación se describen las características.

- Feozem calcárico

Presenta dos horizontes  $A_{11}$  y  $A_{12}$ , el primero se caracteriza por tener una profundidad de 0-20 cm; su color en húmedo es gris muy oscuro. Contiene un 12% de arcilla, 34% de limo y 54% de arena y presenta una textura migajón arenosa. Su pH en agua (1:1) es de 7.7, la materia orgánica se presenta con 3.7% y la capacidad de intercambio catiónico es de 22.5 meq/100g. La conductividad eléctrica es menor a 2; y el drenaje interno es drenado.

El horizonte  $A_{12}$  tiene una profundidad de 20-40 cm; su color en húmedo es gris oscuro. Contiene un 14% de arcilla, 34% de limo y 52% de arena y presenta una textura migajón arenoso. Su pH en agua (1:1) es de 7.9, la materia orgánica se presenta con 1.7% y la capacidad de intercambio catiónico es de 23.2 mqe/100g. La conductividad eléctrica es menor que 2; y el drenaje interno es drenado.

- Feozem háplico

Presenta tres horizontes a continuación se describen las características que presentan cada uno de ellos:

Horizonte  $A_p$  tiene una profundidad de 0 -32 cm, su color en húmedo es pardo oscuro. Contiene un 16% de arcilla, 22% de limo y 62% de arena y presenta una textura migajón arenoso. Su pH en agua (1:1) es de 7.2; la materia orgánica se presenta con 1.6%; la capacidad de intercambio catiónico es de 15.0 mqe/100g. La conductividad eléctrica es menor que 2; y el drenaje interno es muy drenado.

Horizonte  $B_{11}$  tiene una profundidad de 31 -58 cm, su color en húmedo es grisáceo muy oscuro. Contiene un 16% de arcilla, 26% de limo y 58% de arena y presenta una textura migajón arenoso. Su pH en agua (1:1) es de 7.8; la materia orgánica se presenta con 0.8%; la capacidad de intercambio catiónico es de 13.5 mqe/100g. La conductividad eléctrica es menor que 2; y el drenaje interno es muy drenado.

Horizonte  $B_{12}$  tiene una profundidad de 58 -125 cm, su color en húmedo es pardo oscuro. Contiene un 14% de arcilla, 22% de limo y 64% de arena y presenta una textura migajón arenoso. Su pH en agua (1:1) es de 7.8; la materia orgánica se presenta con 0.8%; la capacidad de intercambio catiónico es de 14.2 mqe/100g. La conductividad eléctrica es menor que 2; y el drenaje interno es muy drenado.

Los **regosoles** son suelos poco desarrollados, formados por materiales no consolidados y blancos, exceptuando los aluviones recientes y las arenas ferrosas. Presentan muy poco contenido de materia orgánica en el horizonte A, que se sitúa sobre el material inicial, por lo que se consideran poco evolucionados hasta que no se constituya una estructura estable característica de un horizonte B. se caracteriza por no presentar capas distintas. En general son claros, y se parece bastante a la roca que subyace en ellos, cuando no son profundos. En su mayoría dentro del SAR se localizan en una franja dentro de la geoforma de Llanura



aluvial con lomerío que se extiende en la parte NE y SE del SAR, y otro manchón aunque de menor extensión se ubica al SW del SAR sobre la geoforma de Meseta de Aluvión antiguo con cañadas Este tipo de suelo en la parte NE y SE del SAR se encuentran asociado con agricultura de temporal, en áreas que anteriormente fueron selvas bajas caducifolias. En NW se asocian con baja caducifolia conservada o que presenta poco grado de perturbación. Dentro del SAR ocupan una superficie de 7,071.347 hectáreas correspondiente a 7.34% de la superficie total del SAR. Son de textura media y presentan fases dúricas, líticas y gravosas.

Los **vertisoles** son suelos de textura fina; tienen fases rúdica y lítica. Son de color negro, con abundante arcilla cementosa. Se hinchan con humedad y presentan muchas grietas de contracción cuando están secos. Dichas grietas son de por lo menos un centímetro de ancho, y van desde la superficie hasta cincuenta centímetros de profundidad. En los vertisoles predomina la arcilla montmorillonita, que en tiempo de lluvia se expande, con lo que sus poros se cierran y se vuelve chicloso el suelo. De modo contrario en la época de secas este suelo se endurece y agrieta. Se hallan distribuidos en casi todas las zonas de agricultura de riego y temporal, estableciéndose cultivos de arroz y caña de azúcar. Los períodos repetidos de secado y **rehumedecimiento causan levantamientos y producen la presencia de una fase "gligai" que da origen a un microrelieve característico.** Dentro del SAR se encuentra ampliamente distribuido ocupando 42.67% del mismo, se localiza en geoformas que van de llanuras a mesetas, pero no dentro de la topografía de sierra, es por ello que dentro del SAR como se mencionó anteriormente el tipo de vegetación que se distribuye es la de origen antropico, principalmente la agricultura.

Los **castañozem** tienen un perfil A, C. Presentan como característica una capa superior de color pardo o rojizo oscura, rica en materia orgánica y nutrientes, así como una acumulación de caliche suelto o ligeramente cementoso en el subsuelo. Tienen fases rúdica y lítica. Son de textura media. Se encuentran en climas tropicales secos, con una corta estación húmeda. La vegetación asociada es de selva baja caducifolia y matorrales. Se localizan en las laderas bajas de las sierras cretácicas, sobre afloramientos de roca sedimentaria, este tipo de suelo en el SAR se ubica en parte W del mismo, ocupando una gran extensión dentro de la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses, de igual ocupa el 16.56% de la superficie del SAR.

La subunidad que representa a los castañozem es el cálcico.

- Castañozem cálcico

Presenta cuatro horizontes A<sub>1</sub>, B<sub>21</sub>, B<sub>22</sub> y B<sub>23</sub>, a continuación se describen dichos horizontes:

El horizonte A<sub>1</sub> tiene una profundidad de 0 - 25 cm, su color en húmedo es pardo oscuro rojizo. Contiene un 32% de arcilla, 32% de limo y 36% de arena y presenta una textura migajón arcilloso. Su pH en agua (1:1) es de 6.0; la materia orgánica se presenta con 6.0%; la capacidad de intercambio catiónico es de 39.0 mqe/100g. La conductividad eléctrica es menor que 2; y el drenaje interno es drenado.

El horizonte B<sub>21</sub> tiene una profundidad de 25 - 40 cm, su color en húmedo es rojo amarillento. Contiene un 46% de arcilla, 40% de limo y 14% de arena y presenta una textura arcillosa. Su pH en agua (1:1) es de 7.8; la materia orgánica se presenta con 6.0%; la capacidad de intercambio catiónico es de 31.5 mqe/100g. La conductividad eléctrica es menor que 2; y el drenaje interno es drenado.

El horizonte B<sub>22</sub> tiene una profundidad de 40-67 cm, su color en húmedo es rojo amarillento. Contiene un 46% de arcilla, 40% de limo y 14% de arena y presenta una textura arcillosa. Su pH en agua (1:1) es de 7.8; la materia orgánica se presenta con 6.0%; la capacidad de intercambio catiónico es de 28.8 mqe/100g. La conductividad eléctrica es menor que 2; y el drenaje interno es drenado.

El horizonte B<sub>23</sub> tiene una profundidad de 67-125 cm, su color en húmedo es pardo claro rojizo. Contiene un 46% de arcilla, 38% de limo y 16% de arena y presenta una textura arcillosa. Su pH en agua (1:1) es de



7.9; la materia orgánica se presenta con 0.1%; la capacidad de intercambio catiónico es de 32.5 mqe/100g. La conductividad eléctrica es menor que 2; y el drenaje interno es drenado.

El perfil de los **chernozems** está constituido por dos capas. Debajo de la cubierta vegetal, el horizonte A, de color negro, se convierte de modo gradual en el horizonte B, de color pardo, que con una marcada línea de separación se transforma a su vez en el horizonte C, de color claro, con acumulaciones de carbonato de calcio. Son de fase lítica y de textura media. Este tipo de suelo se presenta en la parte centro – norte del SAR y se asocia a la llanura aluvial con lomeríos, así como a los depósitos aluviales del cuaternario, cubre una superficie de 2,284.461 que corresponde al 2.37% de la superficie del SAR.

- Chernozem cálcico

Presenta un Horizonte A, el cual tiene una profundidad de 0 – 28 cm; el color en húmedo es gris muy oscuro; con un 28% de arcilla, 26% de limo y 46% de arena; presenta una textura migajón arcillo-arenoso. Un pH en agua (1:1) de 7.8; la materia orgánica se presenta con 2.8%; la capacidad de intercambio catiónico es de 22.8 meq/100g y el drenaje interno drenado.

**Tabla 10. Tipos de suelo que se presentan dentro del SAR del proyecto.**

Edafología		
Castañozem cálcico	13673.859	14.19
Castañozem háplico	2284.461	2.37
Chernozem cálcico	1619.939	1.68
Feozem calcárico	337.719	0.35
Feozem háplico	12879.906	13.37
Litosol	3973.095	4.12
Regosol calcárico	427.512	0.44
Regosol éutrico	6643.835	6.90
Rendzina	12407.195	12.88
Vertisol pélico	41108.935	42.67
Zona urbana	993.864	1.03
	96350.320	100.00

#### **IV.2.1.4.2 Grado de erosión del suelo**

De acuerdo con Elton (1992), la apertura de nuevas tierras destinadas a la agricultura ha provocado el desmonte de áreas forestales, cuya consecuencia directa es el arrastre de 24,000 toneladas de suelo fértil.

Asimismo, otro tipo de erosión que se presenta dentro del SAR, es la erosión eólica, la cual adquiere ímpetu al final de la época de secas durante febrero, marzo y abril. En estos meses precedentes a la época de lluvias el viento levanta tolvaneras en los suelos que han perdido su cubierta forestal y que están dedicados a labores agropecuarias de temporal.

Silva (1991) señala que los vertisoles y regosoles son los suelos más propensos a la erosión, ya que son los que se drenan con mayor rapidez, cuando al no considerar su aptitud natural, son despojados de su cubierta vegetal y son dedicados a actividades agrícolas deteriorantes.





En cuanto a la erosión fluvial, ésta se manifiesta en las cabeceras de las cuencas hidrográficas, sobre pendientes deforestadas, surcos agrícolas descuidados y terraplenes de vías de comunicación no protegidas, donde se concentra agua en la temporada de lluvias.

Específicamente dentro del SAR la pérdida de suelo originada por la acción de la lluvia y del viento se evaluó a través de la técnica propuesta por SEDUE (1988), denominada Índice de Erosión Laminar (IEL), éste índice es una adaptación a la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), desarrollada por Wischmeir y Smith (1978).

Dicha metodología se basa en un conjunto de siete variables: periodo de crecimiento (días con lluvia al año), agresividad del viento, agresividad de la lluvia, erosionabilidad, textura y fase del suelo, topografía o longitud de la pendiente y uso del suelo (Llanes-Cárdenas *et al.*, 2006).

Para identificar el tipo de erosión, hídrica o eólica a evaluar, fue necesario calcular el Periodo de Crecimiento (PC), el cual se define como "el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo". El cálculo se realizó con base en la precipitación media anual.

$$PC = 0.2408 (Pa) - 0.0000372 (Pa)^2 - 33.1019$$

Donde:

PC: período de crecimiento

Pa: precipitación media anual

Una vez obtenido el PC, se calculó el *Índice de Agresividad de la Lluvia* (IALlu), y el *Índice de Agresividad del Viento* (IAV), para cada una de las unidades homogéneas que constituyen al SAR, mediante las siguientes fórmulas:

$$IALlu = 1.1244 (PC) - 14.7875$$

$$IAV = 160.8252 - 0.7660 (PC)$$

Donde:

IALlu: índice de agresividad de la lluvia

IAV: índice de agresividad del viento

PC: período de crecimiento

Si el valor que se obtiene de IALlu es mayor de 50, se considera zona de influencia para el estudio de la erosión hídrica. Si el valor que se obtiene del IAV es mayor de 20, se considera como zona de influencia para el estudio de la erosión eólica.

Los valores obtenidos aplicando las fórmulas que anteceden se presentan en la Tabla 11. Los valores de IALlu son superiores a 50 y los valores de IAV son superiores de 20, por lo tanto, la totalidad del SAR se considera como zona de influencia de la erosión eólica e hídrica.

**Tabla 11. Precipitaciones, período de crecimiento e índices de agresividad de la lluvia y del viento.**

Parámetro	Valor
Precipitación media anual (mm)	881.29
Periodo de crecimiento (PC)	150.22





Índice de agresividad de la lluvia (IALI)	154.12
Índice de agresividad del viento (IAV)	45.76

- Estimación de la erosión eólica

Para realizar el cálculo de la erosión eólica se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Erosión eólica} = \text{IAV} \times \text{CT} \times \text{CU}$$

Donde:

IAV: índice de agresividad del viento

CT: coeficiente de textura y fase

CU: coeficiente de uso del suelo

Los coeficientes de textura y fase (CT) considerados en la realización de los cálculos se indican en la Tabla 12, al igual que los coeficientes de uso de suelo (CU) asignados se presentan en la Tabla 13.

**Tabla 12. Coeficiente asignado (CT) a los grupos de textura según el tipo de suelo**

Tipo de suelos	Coeficiente (CT)	Textura y fase
Calcáreos (Xk, Rc, E)	3.50	1
	1.75	2
	1.85	3
Otros	3.50	1
	1.25	2
	1.85	3

Los valores de erosión eólica determinan las clases o grados de erosión, en la Tabla 14 se pueden observar la considerada en el presente estudio.

**Tabla 13. Coeficiente correspondiente al uso del suelo.**

Coeficiente del uso del suelo (CU)	Vegetación
0.80	Agricultura
0.30	Selva baja caducifolia
0.20	Pastizal inducido
0.1	Zona urbana

**Tabla 14. Valores de erosión eólica y clase**

Valor de la erosión eólica	Clase de erosión
Menor de 12 ton/ha/año	Sin erosión
De 12 a 50 ton/ha/año	Ligera
De 50 a 100 ton/ha/año	Moderada
De 100 a 200 ton/ha/año	Alta
Mayor de 200 ton/ha/año	Muy Alta

- Evaluación de la Erosión Hídrica





La erosión hídrica se estimó utilizando una metodología propuesta por la FAO (1980), basada en la Ecuación universal de la pérdida de suelo (Wischmeier y Smith, 1978) y aplicando la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C$$

Donde:

- E: Erosión del suelo t/ha/año
- R: Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr
- K: Erosionabilidad del suelo
- LS: Longitud y Grado de pendiente
- C: Factor de vegetación

Para explicar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que han permitido, a nivel nacional, hacer un uso adecuado de este modelo predictivo.

La erosividad de la lluvia (R), es la capacidad o agresividad de ésta para causar erosión, es representada por medio de índices de erosividad. El parámetro de erosividad (R) se calcula a partir del concepto de energía asociada a tormentas y la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos ( $EI_{30}$ ). La suma de los valores de  $EI_{30}$ , que se presentan en el año da como resultado el valor de erosividad de la lluvia. En México, Cortés (1991) regionalizó el territorio nacional en 14 áreas y con análisis de regresión estimó el valor de R en función de la precipitación anual. El SAR corresponde a la Región VII y la ecuación correspondiente es:

$$R = -0.0334P + 0.006661P^2$$

Donde:

- R: erosividad de la lluvia (MJ mm /ha hr año)
- P: precipitaciones anuales medias

El término erosionabilidad del suelo (K), se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo a ser erosionado (Figueroa, 1991). El factor de erosionabilidad del suelo, se expresa en t ha hr/MJ mm ha, y se calculó mediante la metodología propuesta por la FAO (1980), se asigna un coeficiente a partir de la textura superficial (utilizando tres grupos texturales) y la unidad de suelo dominante a la que pertenecen, ver Tabla 15.

**Tabla 15. Coeficientes de erosionabilidad de los suelos (K)**

Tipos de suelos dominantes	K
Litsoles (I)	0.11
Phaeozem	0.15
Regosoles	0.26
Rendzina (E)	0.06
Vertisol	0.20
Castañozem	0.30
Chernozem	0.05



El factor de Longitud y Grado de pendiente (LS) utilizado fue de 0.3 para Llanura y Valle, 0.4 para Lomerío y Meseta y 0.6 para Sierra (Edeso *et al.*, 1997).

El factor correspondiente al uso de suelo y vegetación (C) recibió una calificación de acuerdo a los criterios planteados en la Tabla 16.

**Tabla 16. Coeficientes para uso del suelo y vegetación.**

Uso del suelo y vegetación	Valor de C
0.8	Agricultura
0.3	Selva baja caducifolia
0.2	Pastizal inducido
0.1	Zona urbana

La clase de erosión hídrica según FAO (1980) se puede observar en la Tabla 17.

**Tabla 17. Clase de erosión hídrica según FAO (1980).**

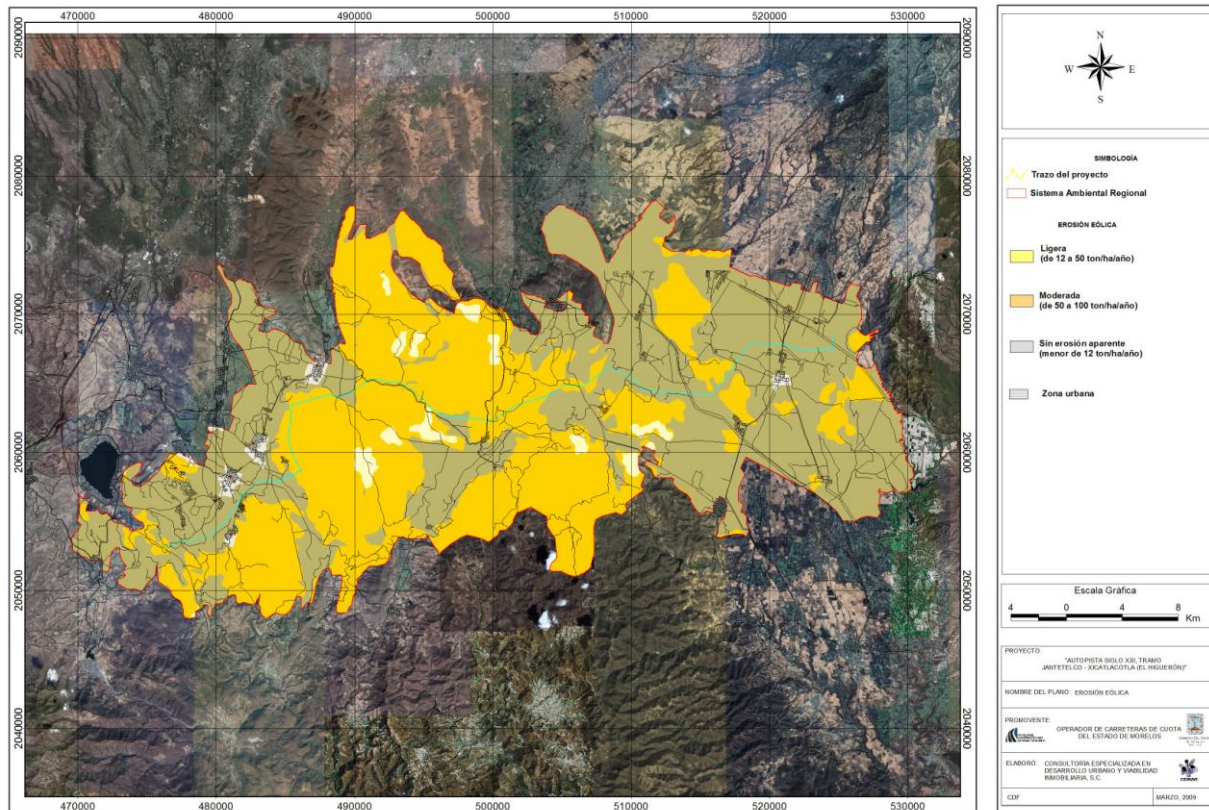
Valor de la erosión hídrica	Clase de erosión
Menor de 10 ton/ha/año	Ligera
De 10 a 50 ton/ha/año	Moderada
De 50 a 200 ton/ha/año	Alta
Mayor de 200 ton/ha/año	Muy Alta

A partir de lo anterior, se determinó que dentro del SAR se presenta un grado de erosión eólica que va de áreas sin erosión aparente a moderada, siendo esta última quien se presenta en la mayor superficie del SAR (51.81%) seguido de erosión ligera (45.16%), asimismo, las zonas sin erosión cubren el 2% de la superficie total del SAR (ver Tabla 18). Lo anterior es claramente visible en la Figura 20.

**Tabla 18. Grado de erosión eólica que se presenta en el SAR.**

Erosión eólica		
Grado de erosión	Superficie (ha)	Porcentaje
Zona Urbana	993.64	1.03
Sin erosión aparente	1,926.23	2.00
Ligera	43,509.47	45.16
Moderada	49,920.98	51.81
	96,350.32	100.00





Con respecto a la erosión hídrica, el 63.5% de la superficie del SAR presenta un grado de erosión muy alto, asimismo el 33.9% presenta un grado de erosión alto, y por último 1.58% presenta una erosión moderada (ver Tabla 19 y Figura 21).

**Tabla 19. Erosión hídrica que se presenta dentro del SAR del proyecto.**

Erosión hídrica		
Grado de erosión	Superficie (ha)	Porcentaje
Zona Urbana	993.63	1.03
Muy alta	61,179.16	63.50
Alta	32,658.52	33.90
Moderada	1,519.01	1.58
	96,350.32	100.00

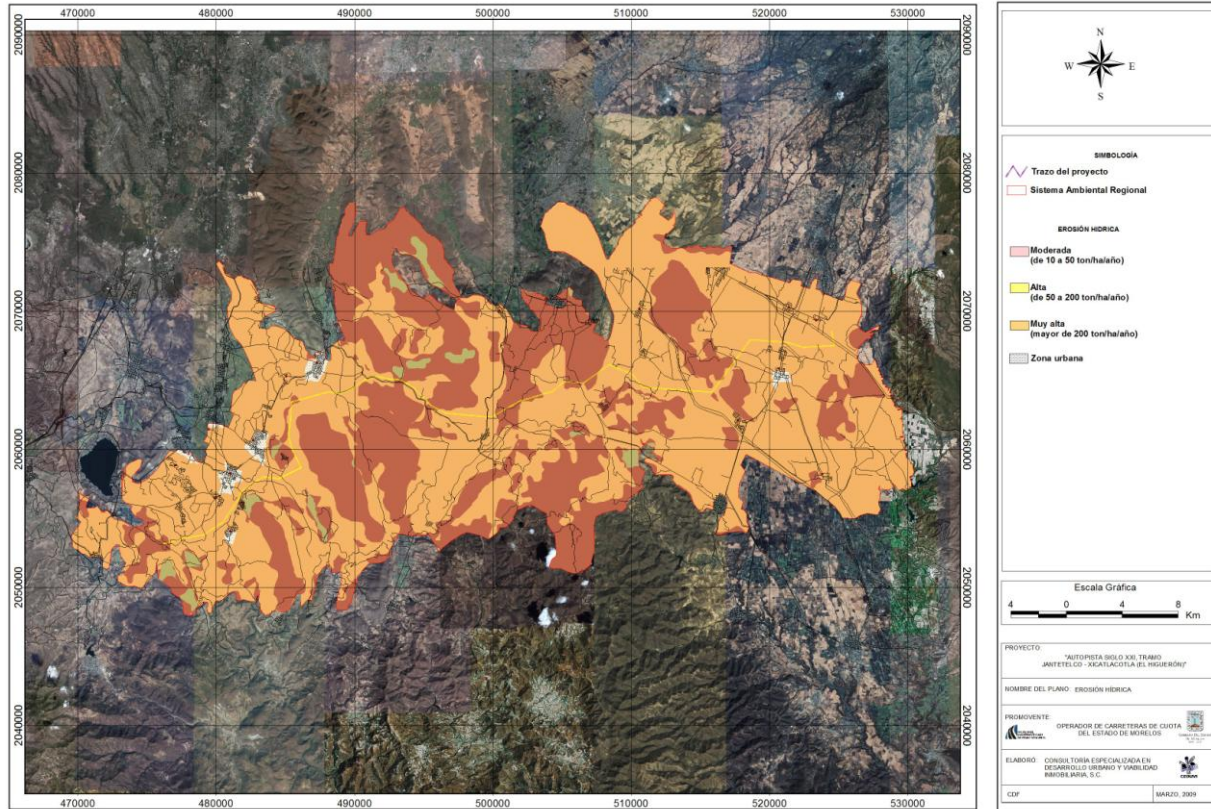


Figura 21. Erosión hídrica que se presenta dentro del SAR del proyecto.

#### IV.2.1.5 Hidrología superficial y subterránea

##### IV.2.1.5.1 Hidrología superficial

- **Recursos hídricos localizados en el SAR**

El SAR del proyecto se ubica en la región hidrológica RH-18 denominada "Río Balsas", específicamente dentro de las cuencas F y A denominadas R. Grande de Amacuzac y R. Atoyac respectivamente (ver Figura 22).

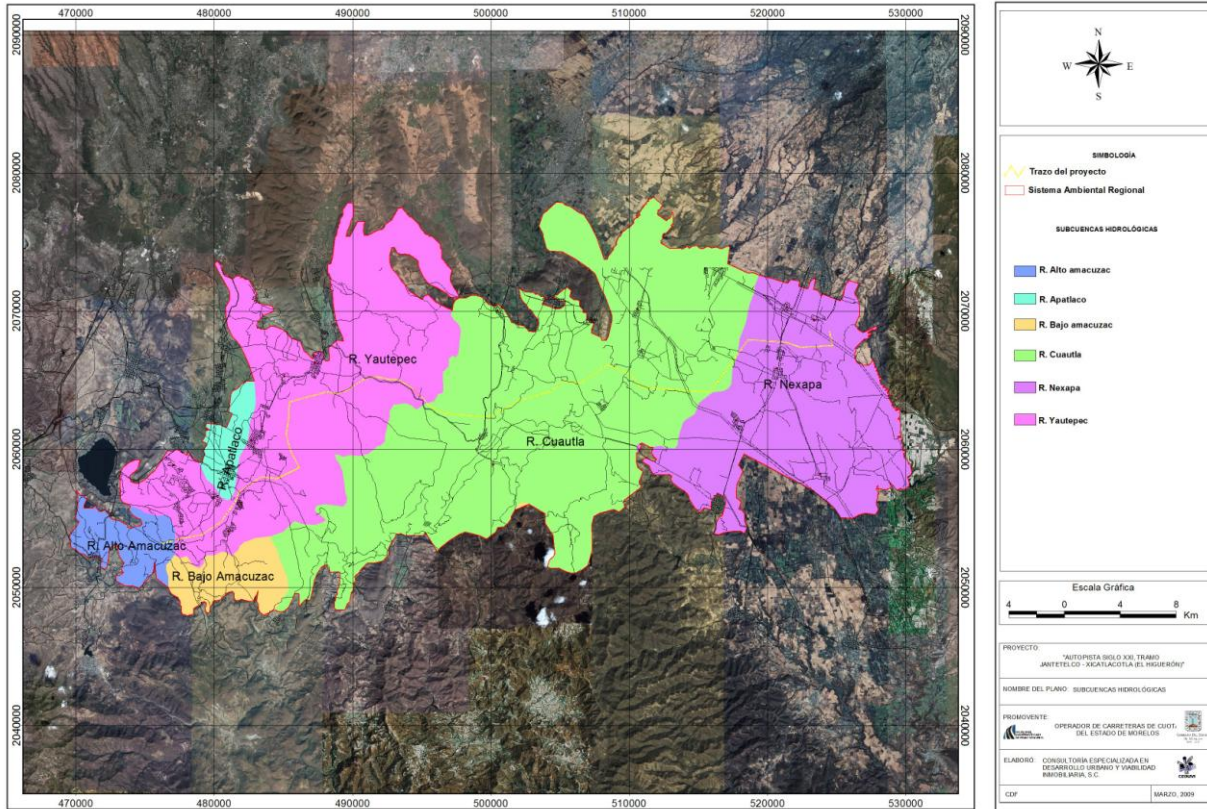


Figura 22. Subcuencas hidrológicas en las que se sitúa el SAR del proyecto.

Fuente: Elaborado a partir de la carta de hidrología superficial Clave E14-5 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Escala 1: 250 000.

Las subcuencas intermedias del Amacuzac corresponden a los ríos Cuautla, Yau-tepec, Apatlaco, Tembembe, Alto Amacuzac y Bajo Amacuzac. La única subcuenca intermedia del Atoyac, es la del río Nexapa. Cabe destacar que la mayoría de las subcuencas intermedias que se presentan en el Estado de Morelos se ubican dentro del SAR del proyecto, excepto la correspondiente al Río Tembembe.

Para efectos de la descripción de la hidrología superficial del Sistema Ambiental, conviene dividir a este en tres regiones: 1) Región Este; 2) Región Centro y 3) Región Oeste. A continuación se presenta una descripción de la red hidrográfica del SAR:

**Región Este.** La principales corrientes son los Ríos Amacuzac (Cuenca Alta del Amacuzac), Río Apatlaco y El Río Yau-tepec. El **río Apatlaco** nace en los manantiales de Chapultepec; recibe las aguas de las barrancas del Centro y Occidente de Cuernavaca. Entre ellas se destacan el Túnel, El Pollo, Pilcaya, Amanalco, El Limón, Tlazala y Los Sabinos. En la planicie de la cuenca, el Apatlaco aumenta su gasto con las contribuciones del Río Cuentepec y de los arroyos Salado, Fría, Agua del Salto, Colotepec y Poza Honda, entre otros. La barranca de Chalchiupan es el afluente morelense más septentrional del Apatlaco. Se alimenta de manantiales ubicados en el bosque mesófilo de montaña al noroeste de Cuernavaca y de un lugar tupido de vegetación conocido como Tepéite. Recibe también las aguas de las barrancas de Ahutlán, Zempante y Atzingo; cambia de nominación a Barranca San Antón, en la colonia del mismo nombre. Continúa hacia el Sur y, luego de recorrer el caudal de la barranca El Mango, varía su nombre por Barranca del Pollo. Prosigue su curso para desembocar en el Apatlaco, a la altura de Temixco. El límite del sistema de erosión fluvial en





cuestión se sitúa al Sur de Jojutla y al Oriente de Tlaltenchi, donde el Apatlaco se junta con el Yautepec. La cabecera del sistema fluvial del Río Apatlaco no tiene una red de drenaje establecida debido a la litología permeable.

El sistema fluvial del **río Yautepec** tiene forma de triángulo isósceles, cuya base ubicada en su cabecera, presenta suelos leptosoles. Este escurrimiento se forma, por la confluencia de varias barrancas, en los municipios de Atlatlahuacan, Totolapan, Tlalnepantla, Tepoztlán y Tayacapan. Su caudal se incrementa en forma progresiva con los manantiales el bosque, Oaxtepec, Itzamatlán y el Recreo ubicados en el municipio de Yautepec. Vuelve a incrementar su volumen con las aguas del río Tepoztlán (o Apanctezalco), que baja de la sierra del mismo nombre. Continúa su camino por Barranca Honda y Valle de Ticumán. Recibe más líquido del manantial de las Estacas, cerca de Tlaltizapán con lo que aumenta en forma considerable su gasto. Prosigue su curso rodeando el pliegue de Santa María. Pasa al Oriente de Tlaquiltenango. Luego atraviesa y rodea la ciudad y el plegamiento de Jojutla respectivamente, para desembocar en el río Amacuzac, en un lugar de belleza singular llamado los Lagartos. El sistema de drenaje del río Yautepec presenta una configuración subdendrítica en su parte superior y paralela en la inferior, que se inicia en el Cañón de Lobos. En las partes Central y Oriental de la cabecera, no hay red de drenaje establecida, a causa de la litología permeable que ocasiona que el agua se infiltre con lo que se evita la formación de corrientes superficiales.

El **río Amacuzac**, nace en Dos Bocas al Sur de la Sierra de Cacahuamilpa en el municipio de Coatlán del Río. Se dirige hacia el sureste y atraviesa las poblaciones de Huajintlán y Amacuzac. El sistema de drenaje del **Alto Amacuzac** es de configuración dendrítica. Predominan rocas sedimentarias clásticas del Terciario. En la parte Sur hay ígneas extrusivas e intrusivas terciarias y, en la Norte, calizas del cretácico.

El principal escurrimiento de la red hidrográfica morelense es el Amacuzac, que en algunos tramos alcanza una anchura de 60 metros. Su curso es sinuoso. El caudal crece sin cesar, al recibir en forma progresiva aportes de sus afluentes. Entre ellos se destaca el río Chiquito, que recoge las aguas del Tembembe y el Chalma. Luego de recibir el caudal del río Chiquito, al noreste del cerro El Clarín, pasa de la cuenca del Alto al Bajo Amacuzac; prosigue su sinuoso camino rumbo al sureste, cruza varias localidades como El Estudiante, Tehuixtla, Vicente Aranda, Chisco y Xicatlacotla, continúa hacia el Norte de la mesa El Capire; después de escurrir hacia el suroeste de Nexpa, sirve de límite natural entre Morelos y Guerrero, hasta llegar al paraje Balseadero, punto limítrofe de las entidades mencionadas y Puebla. En ese lugar recoge las aguas del Río Grande y se encamina hacia el Suroeste, fuera del estado de Morelos.

**Región Centro.** Las dos principales corrientes son el Río Cuautla y el Bajo Amacuzac. El **río Cuautla** denominado Chinameca en su curso inferior, se forma con parte de los escurrimientos del Popocatepetl y de los manantiales del Pazulco. Junto con sus tributarios, atraviesa los municipios de Tetela del Volcán, Yecapixtla, Atlatlahuacan, Ocuituco, Cuautla, Ayala y Tlaltizapán, para desembocar en el Amacuzac, al suroeste de la población de Mexía. El sistema de drenaje del río Cuautla presenta una configuración subdendrítica en su curso superior y anastomosada en el inferior, que se inicia al Oeste de la población de Tecomalco, donde recibe los aportes de la barranca de la Cuera.

El Sistema de Drenaje del Río **Bajo Amacuzac** presenta una configuración dendrítica en su margen Oriental, y rectangular en la Occidental. Los principales afluentes morelenses del Amacuzac llegan por su margen izquierda, y son los ríos Tembembe, Apatlaco, Yautepec y Cuautla. Entre sus tributarios meridionales, que bajan de la sierra de San Gabriel, se destacan los arroyos Rancho Viejo, Panchotas (Procedente de la presa Emiliano Zapata), las Anomias y Agua Salada. En este sistema de erosión fluvial predominan las rocas ígneas extrusivas oligomiocénicas, que integran una geoforma endógena volcánica acumulativa de ladera volcánica con erosión de moderada a fuerte. Al Sur de Tequesquitengo, en la parte noroccidental de la cuenca, en rocas sedimentarias clásticas terciarias, se ubica el relieve exógeno acumulativo de planicie aluvial.



Región Este. Los principales cuerpos de agua están asociados a la cuenca del Río Nexapa la cual que drena hacia el Atoyac Poblano. En el límite suroriental de Morelos con Puebla, el río Nexapa recibe los escurrimientos de sus principales afluentes: el Tepalcingo y la barranca de Amatzinac. El primero se origina en los manantiales ubicados en el municipio de Temoac. La segunda tiene su origen en las laderas del Popocatepetl, y es alimentado por el deshielo del mismo. El sistema de drenaje del río Nexapa presenta una configuración subdendrítica; en su región suroccidental, es rectangular. Las características geográficas de esta cuenca son variadas, por ocupar un territorio que se extiende a todo lo largo de Morelos en su región Oriental. Los recursos hidráulicos escurren siguiendo la pendiente de Norte a Sur y de Suroeste a Sur. Conducen aguas que se originan en las regiones montañosas de las laderas australes del Popocatepetl y de la porción oriental de la Sierra de Huautla. Las condiciones climáticas, geológicas e hidrológicas determinan que casi todas sus corrientes sean intermitentes. Esta cuenca está constituida en su mayor parte de rocas ígneas, depósitos aluviales cuaternarios y, en menor proporción (extremos nororiental y suroccidental), de materiales volcánicos terciarios. La permeabilidad de dichas estructuras explica en parte la inexistencia de corrientes perennes y, por lo tanto, la escasez de agua superficial en el talud y planicie del sistema fluvial. En la parte septentrional de la cuenda del Nexapa, la combinación del relieve escarpado con la perenne red hidrográfica proveniente del deshielo del Popocatepetl, origina la existencia de espectaculares caídas de agua, como las que pueden apreciarse a ocho kilómetros al norte de Tetela del Volcán.

IV.2.1.6 Hidrología superficial

IV.2.1.6.1 Embalses y cuerpos de agua cercanos

Morelos es una de las entidades de la república mexicana con más manantiales, en proporción a su territorio. Esto se debe en parte a que son una manifestación secundaria del vulcanismo y a que la entidad está casi totalmente rodeada por relieves endógenos volcánicos acumulativos, que favorecen la condensación y precipitación del agua atmosférica, que procede del Golfo de México transportada por los vientos alisios en verano.

La riqueza hidromineral destaca por su belleza escénica y por sus características termominerales, que permiten su uso terapéutico como el balneario de ISSSTEHUIXTLA, ubicado en el municipio de Jojutla, el de Atotonilco en Tepalcingo y Agua Hedionda en Cuautla. Los manantiales termales que cuentan con balnearios rústicos y alejados de zonas urbanas, están ubicados en el municipio de Tlaquiltenango, denominados las Huertas y los Manantiales.

IV.2.1.6.2 Localización y distancia al predio del proyecto

Dentro de la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto los cuerpos de agua que se encuentran cercanos se presentan en la Tabla 20:

Tabla 20. Cuerpos de agua cercanos a la línea del trazo de la carretera.

Table with 4 columns: Nombre, Kilómetro, Distancia al trazo del proyecto (m), Municipio. Rows include Bordo La Esperanza, Bordo Ayotan, and Bordo Jantetelco.





Nombre	Kilómetro	Distancia al trazo del proyecto (m)	Municipio
Bordo Amayuca	3+726.25	2,113.48	Jantetelco
Bordo sin nombre	15+034.92	2,014.39	Ayala
Bordo Amate amarillo	20+754.16	1,553.70	Ayala
Bordo sin nombre	20+754.16	1,619.09	Tepalcingo
Bordo sin nombre	22+153.15	60.14	Ayala
Presa Francisco Leyva	22+753.55	2,186.02	Ayala
Estanque acuícola	28+789.95	2,032.46	Ayala

#### IV.2.1.6.3 Corrientes intermitentes o perennes

En cuanto a las corrientes de agua que atraviesan por el SAR, a continuación se describen:

La región Este del SAR, dentro del municipio de Ayala, es atravesada por: 1) El río Cuautla, que nace en los manantiales de Pazulco y riega las tierras de los pueblos de Apatlaco, a la altura de villa de Ayala es donde recibe el nombre de río Cuautla, el único afluente de importancia es el río Ayala, éste nace en los ojos de agua de Casasano y en la barranca de Xochimilcatzingo y recibe los derrames del hospital de Calderón, de Anenecuilco, y se junta con el río Cuautla, sigue hacia el sur y atraviesa el pueblo de Olin-tepec, y más abajo de Moyotepec recibe las aguas de la barranca de Ahuehueyo; 2) Los escurrimientos de la barranca de Amayuca, que se transforma en el río Tepalcingo, abajo de la cabecera municipal de Tepalcingo, recibe las aguas de los manantiales de Atotonilco, pasa cerca de Ixtlilco el Grande y sirve de límite con el municipio de Axochiapan, unos kilómetros más abajo reciben las aguas del arroyo texcaltepec. Existen pequeñas presas, 6 bordos y 63 pozos; 3) El Río Amatzinac y es cruzado en la parte media por una corriente que nace arriba del pueblo de Amayuca y que va a formar el río Tepalcingo, existen además de tres pozos de temporal localizados junto a la localidad de Jonacatepec y una pequeña presa. El municipio de Jantetelco está atravesado por los ríos Amatzinac, Tenango, los santos y Tepalcingo; existen 8 pozos para riego; 4) La parte oriental de este municipio lo cruza el río la barranca de la Cuera que pasa por el poblado de Tlayecac, sigue hacia el sur, pasando por el poblado de Jaloxtoc, y aguas abajo se une con el río Cuautla, este río tiene carácter de temporal, pero cubre una amplia hidrografía, pues trae aguas desde Tetela del Volcán y se le une a las corrientes de las barrancas de Malpaso, de Tezongo y la de Ortiz; donde se une esta con el río Cuautla en Tecomalco. Las zonas de captación de mantos acuíferos se localizan en las sierras bajas presentes en la región, como el Cerro Ancho, Cerro Gordo, Cerro El Tecolote, Cerro Coachi.

En el centro de SAR, la única corriente superficial de importancia es: 1) El Río Cuautla, el cual se localiza hacia la parte norte y atraviesa los poblados de La Mezquitera, Lorenzo Cruz, San Pablo Hidalgo y San Rafael Zaragoza. La geoforma dominante en la región centro del SAR son las Sierras de ladera escarpadas y lomeríos típicos, esto ha favorecido la proliferación de una gran cantidad de escurrimientos, cuyo flujo laminar contribuye a mantener los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, como sucede con los Cerros Temilpa-Palo Grande, Santa María-El Mirador, Corralillo y Aguacate. Por consiguiente, dentro del SAR, se trata de la mayor zona de captación de mantos acuíferos.

La región W del SAR, es atravesado por: 1) El Río Alpuyeca que es alimentado por derrames de las cercanías de Xoxocotla, recibiendo el nombre del río Apatlaco. El río Amacuzac atraviesa los poblados de: Chisco, Tehuixtla, río Seco y Vicente Aranda en el lugar denominado Tenayuca, recibe al río Higuierón o Yautepec, otros recursos acuíferos son: los manantiales de Tehuixtla y 98 pozos profundos; 2) el Río Yautepec después de la comunidad de Bonifacio García, también conocida como Colemia Alejandra, toma el nombre de río Verde; recoge las aguas de los manantiales de Las Estacas. Este río recibe las aguas del río dulce, cuenta con





el río salado de Temilpa de gran caudal y 2 Km. de recorrido. 3) el río Cuautla o Chinameca, que se une al Amacuzac. Se cuentan con los manantiales: El Rollo, Nexpa, los Elotes, Valle de Vázquez y las Huertas. Además cuenta con 22 pozos profundos. En el caso de la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto, las corrientes que la atraviesan se muestran en la Tabla 21:

**Tabla 21. Corrientes de agua superficial que atraviesan la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto.**

Cadenamiento	Cruzamiento	Cauce Federal
0+319.53	Canal de riego	*
0+571.03	Canal de riego	*
0+745.64	Canal de riego	*
0+848.43	Canal de riego	
0+929.55	Canal de riego	*
1+164.50	Canal de riego	
1+353.10	Canal de riego	
1+435.65	Canal de riego	*
1+454.82	Canal de riego	
1+600.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
1+815.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
2+036.71	Canal de riego	
2+162.95	Canal de riego	*
2+475.01	Canal de riego	*
2+620.00	Arroyo intermitente sin nombre	
2+765.00	Canal de riego	*
2+807.30	Arroyo intermitente sin nombre	
2+955.65	Canal de riego	*
3+153.75	Canal de riego	*
3+300.00	Arroyo intermitente sin nombre	
3+508.51	Canal de riego	*
3+633.80	Arroyo intermitente sin nombre	
3+707.10	Canal de riego	
3+834.00	Río Cuautla	*
4+009.99	Canal de riego	*
4+160.00	Arroyo intermitente sin nombre	
4+275.83	Canal de riego	*
4+401.63	Canal de riego	
4+600.00	Arroyo intermitente sin nombre	
4+796.16	Canal de riego	*
4+877.08	Canal de riego	*
5+071.92	Canal de riego	*
5+072.60	Arroyo intermitente sin nombre	



Cadenamiento	Cruzamiento	Cauce Federal
5+317.70	Canal de riego	*
5+440.00	Arroyo intermitente sin nombre	
5+632.04	Canal de riego	*
5+811.03	Canal de riego	*
5+835.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
5+906.97	Canal de riego	*
5+985.06	Canal de riego	*
6+286.16	Canal de riego	*
6+510.00	Arroyo intermitente sin nombre	
7+220.00	Arroyo intermitente sin nombre	
7+360.00	Arroyo intermitente sin nombre	
7+554.70	Canal de riego	
7+610.73	Canal de riego	*
7+686.21	Canal de riego	*
7+780.00	Arroyo intermitente sin nombre	
7+838.77	Canal de riego	*
7+897.88	Canal de riego	*
8+140.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
8+450.03	Canal de riego	*
8+460.00	Arroyo intermitente sin nombre	
8+780.00	Canal de riego	*
8+880.00	Arroyo intermitente sin nombre	
9+120.00	Canal de riego	*
9+320.00	Canal de riego	*
9+468.69	Canal de riego	*
9+493.11	Canal de riego	*
9+760.00	Arroyo intermitente sin nombre	
9+960.00	Arroyo intermitente sin nombre	
11+400.00	Arroyo intermitente sin nombre	
11+680.00	Arroyo intermitente sin nombre	
12+031.00	Arroyo intermitente sin nombre	
12+223.00	Arroyo intermitente sin nombre	
12+623.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
12+654.69	Arroyo intermitente sin nombre	*
12+824.64	Arroyo intermitente sin nombre	
12+912.03	Arroyo intermitente sin nombre	
12+983.33	Arroyo intermitente sin nombre	
13+128.97	Arroyo intermitente sin nombre	*
13+463.10	Arroyo intermitente sin nombre	*







Cadenamiento	Cruzamiento	Cauce Federal
13+920.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
14+048.80	Arroyo intermitente sin nombre	*
14+563.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
14+700.00	Arroyo intermitente sin nombre	
14+800.00	Arroyo intermitente sin nombre	
15+125.5	Arroyo intermitente sin nombre	
15+226.5	Arroyo intermitente sin nombre	
15+342.70	Arroyo intermitente sin nombre	*
15+531.6	Arroyo intermitente sin nombre	
15+640.00	Arroyo intermitente sin nombre	
15+750.00	Arroyo intermitente sin nombre	
15+874.35	Arroyo intermitente sin nombre	
15+991.9	Arroyo intermitente sin nombre	
16+060.0	Arroyo intermitente sin nombre	
16+137.7	Arroyo intermitente sin nombre	
16+824.7	Arroyo intermitente sin nombre	
17+360.0	Arroyo intermitente sin nombre	
17+480.0	Arroyo intermitente sin nombre	
17+648.1	Arroyo intermitente sin nombre	
17+720.0	Arroyo intermitente sin nombre	
18+450.0	Arroyo intermitente sin nombre	
18+771.0	Arroyo intermitente sin nombre	
19+107.35	Arroyo intermitente sin nombre	*
19+420.0	Arroyo intermitente sin nombre	*
19+800.0	Arroyo intermitente sin nombre	*
20+220.0	Arroyo intermitente sin nombre	*
20+353.9	Arroyo intermitente sin nombre	
20+353.900	Canal de riego	
20+573.83	Arroyo intermitente sin nombre	
21+871.0	Arroyo intermitente sin nombre	
24+204.94	Arroyo intermitente sin nombre	
24+760.00	Arroyo intermitente sin nombre	
25+078.19	Arroyo intermitente sin nombre	*
25+160.00	Arroyo intermitente sin nombre	
25+340.00	Arroyo intermitente sin nombre	
25+652.00	Arroyo intermitente sin nombre	
25+860.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
26+006.00	Arroyo intermitente sin nombre	
26+214.00	Arroyo intermitente sin nombre	





Cadenamiento	Cruzamiento	Cauce Federal
26+488.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
26+640.00	Arroyo intermitente sin nombre	
26+900.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
27+020.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
27+120.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
27+488.00	Arroyo intermitente sin nombre	
27+640.00	Arroyo intermitente sin nombre	
27+880.00	Arroyo intermitente sin nombre	
28+100.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
28+350.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
28+760.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
28+840.00	Arroyo intermitente sin nombre	
28+990.00	Arroyo intermitente sin nombre	
29+090.00	Arroyo intermitente sin nombre	
29+300.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
29+361.81	Arroyo intermitente sin nombre	
29+534.50	Arroyo intermitente sin nombre	
29+640.00	Arroyo intermitente sin nombre	
30+440.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
30+920.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
31+320.00	Arroyo intermitente sin nombre	
31+594.661	Canal de riego	
31+720.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
32+187.24	Arroyo intermitente sin nombre	
32+364.940	Canal de riego	
32+580.00	Arroyo intermitente sin nombre	
33+058.000	Canal de riego	
33+200.00	Arroyo intermitente sin nombre	
33+420.00	Río Cuautla	*
33+600.000	Canal de riego	*
33+772.230	Canal de riego	
33+900.00	Arroyo intermitente sin nombre	
34+200.00	Arroyo intermitente sin nombre	
35+151.10	Arroyo intermitente sin nombre	
35+420.00	Arroyo intermitente sin nombre	
35+690.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
36+154.22	Arroyo intermitente sin nombre	
36+243.00	Arroyo intermitente sin nombre	
36+320.00	Arroyo intermitente sin nombre	





Cadenamiento	Cruzamiento	Cauce Federal
36+840.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
37+100.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
37+460.00	Arroyo intermitente sin nombre	
37+932.81	Arroyo intermitente sin nombre	*
38+101.70	Canal de riego	
38+486.66	Arroyo intermitente sin nombre	*
38+840.00	Arroyo intermitente sin nombre	
39+068.49	Canal de riego	*
39+460.00	Arroyo intermitente sin nombre	
39+680.00	Arroyo intermitente sin nombre	
39+855.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
40+550.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
40+740.00	Canal de riego	
40+995.66	Canal de riego	
41+220.00	Canal de riego	
41+420.00	Arroyo intermitente sin nombre	
41+469.72	Canal de riego	*
41+560.00	Arroyo intermitente sin nombre	
41+580.00	Canal de riego	*
41+930.43	Canal de riego	
42+028.00	Canal de riego	
42+190.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
42+322.20	Canal de riego	
42+491.43	Canal de riego	
42+610.67	Canal de riego	
42+910.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
43+329.04	Canal de riego	
43+512.91	Canal de riego	
43+850.00	Arroyo intermitente sin nombre	
44+025.51	Canal de riego	
44+220.00	Arroyo intermitente sin nombre	
44+625.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
45+154.30	Canal de riego	
45+323.50	Canal de riego	
45+330.00	Arroyo intermitente sin nombre	
45+756.88	Canal de riego	
46+328.05	Canal de riego	
46+651.29	Canal de riego	
46+882.87	Canal de riego	





Cadenamiento	Cruzamiento	Cauce Federal
47+160.00	Arroyo intermitente sin nombre	
47+340.00	Arroyo intermitente sin nombre	
47+520.00	Arroyo intermitente sin nombre	
47+770.84	Arroyo intermitente sin nombre	*
47+980.00	Arroyo intermitente sin nombre	
48+080.00	Arroyo intermitente sin nombre	
48+324.95	Arroyo intermitente sin nombre	*
48+743.80	Arroyo intermitente sin nombre	
49+260.00	Arroyo intermitente sin nombre	
49+420.00	Arroyo intermitente sin nombre	
49+760.00	Arroyo intermitente sin nombre	
50+260.00	Arroyo intermitente sin nombre	
50+600.00	Arroyo intermitente sin nombre	
51+400.00	Arroyo intermitente sin nombre	
51+761.03	Arroyo intermitente sin nombre	*
51+986.48	Arroyo intermitente sin nombre	*
52+118.42	Arroyo intermitente sin nombre	*
52+140.00	Río Yautepec	*
52+500.00	Arroyo intermitente sin nombre	
52+680.00	Arroyo intermitente sin nombre	
53+000.00	Arroyo intermitente sin nombre	
53+116.15	Arroyo intermitente sin nombre	
53+722.08	Río Yautepec	*
53+940.00	Arroyo intermitente sin nombre	
54+325.12	Río Yautepec	*
54+476.05	Arroyo intermitente sin nombre	*
54+700.00	Arroyo intermitente sin nombre	
54+980.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
55+174.09	Arroyo intermitente sin nombre	*
55+380.00	Arroyo intermitente sin nombre	
55+751.48	Arroyo intermitente sin nombre	*
55+948.00	Río Yautepec	*
56+420.00	Arroyo intermitente sin nombre	
56+784.83	Arroyo intermitente sin nombre	*
57+402.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
57+402.78	Canal de riego	*
57+630.50	Canal de riego	*
57+660.00	Arroyo intermitente sin nombre	
57+773.46	Canal de riego	*





Cadenamiento	Cruzamiento	Cauce Federal
58+180.00	Arroyo intermitente sin nombre	
58+660.00	Arroyo intermitente sin nombre	
58+814.35	Canal de riego	
59+200.00	Arroyo intermitente sin nombre	
59+705.00	Arroyo intermitente sin nombre	*
59+920.00	Arroyo intermitente sin nombre	
60+033.00	Río Yautepec	*

#### IV.2.1.6.4 Usos principales

Los principales usos que tienen los cuerpos y corrientes de agua superficiales a lo largo del SAR del proyecto, son principalmente:

Para uso domestico, asimismo, son empleados en actividades productivas como es el riego de áreas agrícolas, así como atractivos turísticos como es el caso de los balnearios que se presentan en la región, por otro lado también son empleadas en actividades como las granjas psícolas.

#### IV.2.1.6.5 **Calidad del agua (pH, color, turbidez, grasas y aceites, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza total, N de nitratos y amoniacal, fosfatos totales, cloruros, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes totales, coliformes fecales, detergentes (sustancia activa al Azul de Metileno SAAM).**

Entre los cuatro lugares de mayor contaminación del agua están: 1) El Río Apatlaco entre Zacatepec y Jojutla y hasta su unión con el Río Amacuzac, principalmente por las descargas de los municipios señalados y del Ingenio Emiliano Zapata; 2) La conurbación urbana de Jiutepec, Tejalpa y Tlahuapan, que recibe las aguas de desecho de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), que al infiltrarse han incorporado a los acuíferos diversos tipos de contaminantes; 3) La Barranca del Pollo, que transporta parte de las aguas residuales de los municipios de Cuernavaca y Temixco y las deposita en el Río Apatlaco y 4) El Lago de Tequesquitengo, por los desechos que arrojan las lanchas, las casas que lo rodean y los residuos de los agroquímicos utilizadas en las áreas agrícolas más cercanas.

Con respecto a la contaminación del Río Apatlaco, se presenta lo siguiente:

Las aguas provenientes del Ingenio Emiliano Zapata, así como las aguas residuales domésticas del área conurbada de Jojutla, han contaminado parte del río Apatlaco y porciones de los suelos aluviales cañeros y arroceros de los municipios de Jojutla, Tlaquiltenango y Zacatepec. En uno de los puntos críticos, el río Apatlaco también recibe las descargas de algunas colonias como Zacatepac, Galeana, Tetelpa y Jojutla. Los asentamientos humanos irregulares no cuentan con drenaje ni mucho menos con sistema de tratamiento de aguas residuales, como por ejemplo las colonias unidas que se ubican alrededor del ingenio de Zacatepec.

En la llanura agrícola del higuieron se unen las aguas residuales de la zona conurbada de Jojutla y del Ingenio Emiliano Zapata que conducen al Río Apatlaco, con el líquido del río Yautepec que transporta las descargas urbanas de Tlaltizapán y Tlaquiltenango.



Según García Jesús (1991) en Morelos los cultivos que consumen mayor cantidad de plaguicidas son maíz, sorgo y jitomate, y los municipios más afectados por la contaminación del agua de retorno agrícola con tales sustancias son: Yautepec, Villa de Ayala, Cuautla, Jantetelco, Tepalcingo, Zacualpan, Axichiapan, Jojutla, Miaquatlán, Emiliano Zapata, Jonacatepec, Ocituco, Tlatizapan, Totolapan y Puente de Ixtla.

En relación con el lago de Tequesquitengo del 18 de diciembre al 1º de enero es mayor la contaminación, ya que en ese lapso las oscilaciones térmicas son mayores y generan un proceso de movimiento del agua en forma de celdas, que mezcla las capas superficiales con las profundas del cuerpo lacustre. Salgado et al. (1989) registran entre los contaminantes presentes en el Lago, grasas, aceites, hidrocarburos fósiles, heces fecales, microorganismos de tracto intestinal y detergentes.

Otro factor de contaminación para las aguas residuales es la descarga de forma directa en barrancas y pozos de absorción; por ejemplo en la barranca los Guayabos al Sur de Cuautla, se encuentra un tiradero de basura sobre el cauce del escurrimiento, que afecta a las poblaciones aguas abajo como Nueva Olinitepec y Moyotepec del municipio de Ayala.

De los estudios realizados para conocer la calidad del agua, se encuentra el de Valadez et al. (1996), los cuales mencionan algunas especies de algas típicas de ambientes acuáticos poco contaminados, por ejemplo los que se localizan en la fuente termal llamada Los Manantiales en el municipio de Tlaquiltenango, entre las especies que se encontraron en dicho estudio están: *Lyngbya aestuarii*, *Phormidium tenue*, *Oscillatoria princeps*, *Phormidium retzii*, *Calothrix braunii*, *Audouinella pygmaea*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*.

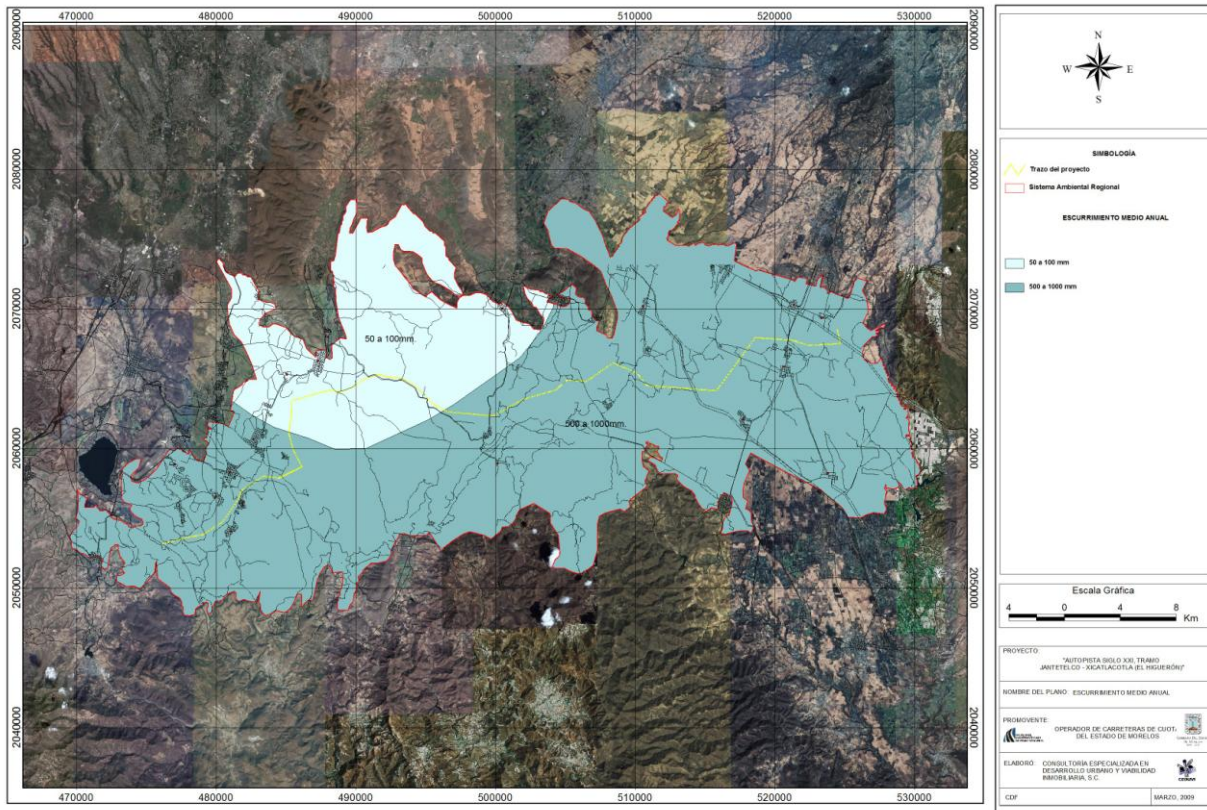


Figura 23. Ecurrimiento medio anual dentro del SAR del proyecto.





Fuente: Elaborado a partir de Jiménez R., A. y Maderey R., L. E. (1992). "Esgurrimiento medio anual". En: Hidrogeografía IV.6.4. Atlas Nacional de México. Vol. II, Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.

#### IV.2.1.7 Hidrología subterránea

##### IV.2.1.7.1 Localización del recurso

Morelos está casi totalmente rodeado por relieves endógenos volcánicos acumulativos, que como se ha dicho, favorecen la condensación del agua en la atmósfera, así como su precipitación e infiltración. Por la altitud y permeabilidad de las rocas, las principales zonas de recarga de acuíferos se localizan en las sierras del Chichinautzin, Zempoala y Nevada. Otra zona de recarga, menos importante, se ubica en el complejo oligomiocénico volcánico del Sur de Morelos, integrado por rocas ígneas extrusivas que corresponden a las Sierras de San Gabriel, Tilzapotla y Huautla. El Norte y Sur de Morelos son zonas de recarga y el centro de descarga, con la presencia de una depresión relativa en el suroeste de la entidad, hacia la que fluyen la mayoría de los escurrimientos superficiales y subterráneos.

De acuerdo con la Síntesis Geográfica de Morelos (1981), los recursos hídricos subterráneos de Morelos se han ubicado en cinco unidades geohidrológicas, que se clasifican en dos grupos: consolidado y no consolidado, cada uno con posibilidades altas, medias o bajas de funcionar como acuíferos.

Dentro del SAR, las unidades geohidrológicas que se ubican son:

- Material consolidado con posibilidades bajas
- Material no consolidado con posibilidades altas
- Material no consolidado con posibilidades medias
- Material no consolidado con posibilidades bajas

La unidad geohidrológica de material consolidado con posibilidades bajas corresponde a casi todas las geoformas endógenas y endógenas modeladas, integradas por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

La unidad geohidrológica de material no consolidado con posibilidades altas, se vincula con el relieve exógeno acumulativo del piedemonte del Plan de Amilpas; el cual está constituido por clastos aluviales de permeabilidad alta, asimismo, también se vincula con el relieve exógeno acumulativo del "glacis" de Buenavista, y al relieve exógeno acarreados y depositados por corrientes fluviales.

La unidad geohidrológica de material no consolidado, con posibilidades medias, abarca una pequeña parte de Morelos, ubicado al Norte del valle Lorenzo Vázquez y al Oriente del poblado de San Juan Chinameca. Corresponde al relieve exógeno acumulativo de planicies aluvial.

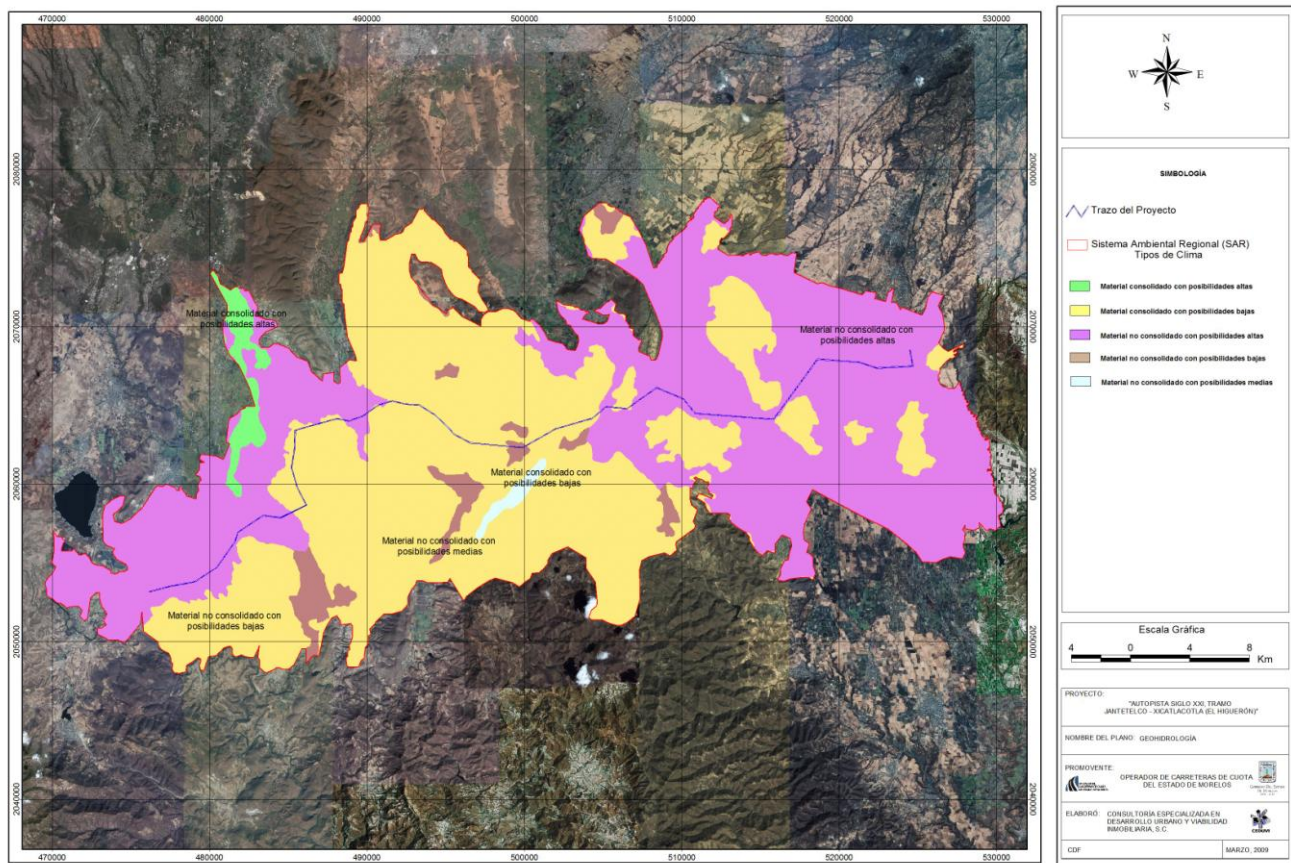
La unidad geohidrológica de material no consolidado, con posibilidades bajas, pertenece al relieve endógeno modelado de ladera volcánica con erosión fuerte, integrado por brechas y tobas andesíticas que presentan fracturamiento intenso.

En cuanto a la recarga de mantos acuíferos, aproximadamente un 49% de la superficie del SAR cuenta con una mala recarga, debido a que se trata de suelos con material consolidado con posibilidades bajas, el 45% de la superficie del SAR tiene una buena recarga de mantos acuíferos, debido a la presencia de material no consolidado con posibilidades altas (ver Tabla 22 y Figura 24). El derecho de vía del Proyecto atraviesa exclusivamente ambas zonas.



**Tabla 22. Posibilidades geohidrológicas dentro del SAR del Proyecto.**

Descripción	Superficie (HA)	% Superficie
Material consolidado con posibilidades altas	1,497.873	1.554612361
Material consolidado con posibilidades bajas	47,521.015	49.32107595
Material no consolidado con posibilidades altas	44,079.995	45.74971266
Material no consolidado con posibilidades bajas	2,786.74	2.892299653
Material no consolidado con posibilidades medias	464.697	0.482299379
Superficie total	96,350.320	100.00



Cabe destacar que la mayor parte de los mantos acuíferos subterráneos dentro del SAR del Proyecto se encuentran en veda (ver Tabla 23). Al respecto, es conveniente aclarar que el Proyecto no contempla el aprovechamiento de dichos mantos acuíferos.

**Tabla 23. Superficie ocupada por zonas de veda dentro del SAR del Proyecto.**

Descripción	Superficie (Ha)	% Superficie
Área de veda	94949.774	98.5464024
Área libre	1400.546	1.45359765
Superficie total	96,350.320	100.00

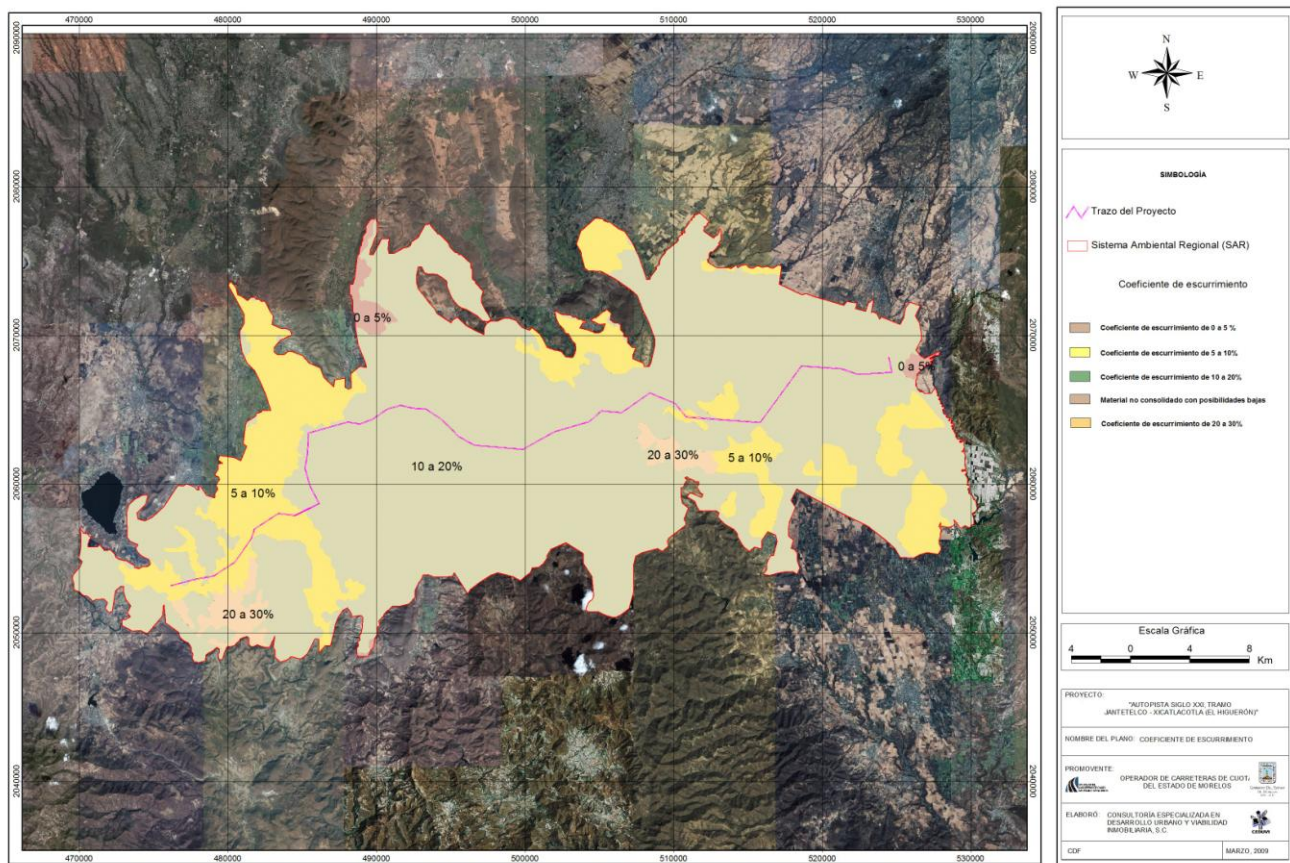




Por otra parte, el coeficiente de escurrimiento puede catalogarse como alto, ya que casi el 90% de la superficie del SAR presenta un coeficiente de escurrimiento de 10 al 20% (ver Tabla 24). Por consiguiente, el derecho de vía del Proyecto atraviesa en su mayor parte zonas con un Coeficiente de escurrimiento de 10 a 20% y en menor medida, zonas con un Coeficiente de 5 a 10% (ver Figura 25).

**Tabla 24. Superficies para diferentes coeficientes de escurrimiento dentro del SAR del Proyecto.**

Descripción	Superficie (Ha)	% Superficie
Coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%	1,026.395	1.065274096
Coeficiente de escurrimiento de 5 a 10%	18,344.686	19.03956728
Coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%	74,862.381	77.69811351
Coeficiente de escurrimiento de 20 a 30%	2,116.86	2.197045116
Superficie total	96,350.320	100.00



**Figura 25. Coeficientes de escurrimiento dentro del SAR del Proyecto.**

#### IV.2.1.7.2 Usos principales

El aprovechamiento más significativo de aguas subterráneas es del acuífero del valle de Cuernavaca, se encuentran concentrados en la capital de la entidad y en la CIVAC, asimismo, el uso que se ha dado principalmente de los recursos hídricos subterráneos es para consumo humano, ya que se extrae agua a través de pozos o manantiales.



El agua que abastece al valle de Cuernavaca y al valle de Jojutla y Zacatepec, procede principalmente del área de recarga de las sierras de Zempoala y Chichinautzin, este proceso hidráulico ha impedido problemas de agotamiento de los recursos hídricos por la extracción de agua dedicada a irrigar los campos cañeros y arrozeros.

También es importante señalar que el agua que antes llegaba para usos agrícolas y urbanos a poblaciones del talud de la cuenca de Apatlaco como Alpuyeca, ahora es retenida en las cisternas de los asentamientos humanos que han surgido al occidente de Cuernavaca y Temixco.

De acuerdo con la Gerencia Estatal en Morelos de la CNA, en la cuenca del Nexapa, en el acuífero del valle de Tepalcingo-Axochiapan, los niveles freáticos han bajado, decenas de pozos se han inutilizado y el rendimiento de muchos ha decaído, se ha mermado el caudal de manantiales pequeños y el costo de extracción del agua ha aumentado, razón por la cual se estableció una veda rígida.

#### **IV.2.1.7.3 Calidad del agua**

La gerencia del estado de Morelos de la Comisión Nacional del Agua (1991), determinó cuatro acuíferos alojados en los valles de Axochiapan –Tepalcingo, Cuernavaca, Zacatepec, Cuautla –Yautepec, en los que a excepción del último presentan buena calidad del agua. Sin embargo en el caso del acuífero de Cuernavaca, este se encuentra deteriorado ya que como lo mencionaron Salgado *et al.* (1989), "las aguas subterráneas del acuífero de Cuernavaca se han deteriorado por la infiltración de aguas domésticas descargadas a través de pozos de absorción y por el tipo de suelo predominante.

De igual forma, el inadecuado manejo y disposición de residuos sólidos a provocado que exista contaminación en los cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos, ya que es común que los residuos sólidos sean depositados en barrancas o arroyos intermitentes por donde no pasa agua durante la temporada de secas; sin embargo, durante la temporada de lluvias el agua que pasa por estas zonas arrastra la basura, lo que ocasiona la contaminación de dichos cuerpos de agua, asimismo, al infiltrarse el agua para la recarga de los mantos acuíferos esta ya va contaminada, lo mismo ocurre con las aguas residuales que se descargan a los cuerpos de agua y a pozos de absorción.

### **IV.2.2 Medio biótico**

#### **IV.2.2.1 Vegetación terrestre y/o acuática**

De acuerdo con la revisión bibliográfica y la sobreposición cartográfica de la superficie que ocupa el SAR con respecto a la carta de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1998), fueron identificados tres tipos generales de vegetación, siendo la Selva Baja Caducifolia, el único tipo de vegetación natural, presentándose en su mayor parte comunidades florísticas derivadas del desarrollo de actividades antropogénicas.

Los tipos de vegetación identificados son:





- Selva Baja Caducifolia
- Agricultura
- Pastizal

De igual forma, aun y cuando en las cartas de uso de suelo y vegetación no se distingue que dentro del SAR del proyecto exista vegetación ripario o acuática, físicamente durante los muestreos se observó este tipo de vegetación, por lo cual, también se describe.

Para llevar a cabo la caracterización de la vegetación presente dentro del SAR del proyecto “Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuero)”, se utilizó el método de cuadrados, por considerarse un método adecuado para el tipo de vegetación que se presenta (selva baja caducifolia), en donde predominan estratos arbóreos y arbustivos.

A continuación se presenta la descripción de dicho método:

- Método del cuadrado

El objetivo de este método es obtener una muestra significativa de las poblaciones con un área mínima, por lo cual se trazaron cuadrantes de 10 X 10 m (100 m<sup>2</sup>) para llevar a cabo un conteo de las especies florísticas incluidas en el cuadrante, tomando datos de DAP (diámetro a la altura del pecho), cobertura, altura y frecuencia.



**Figura 26. Realización de cuadrantes para llevar a cabo el conteo de especies.**

Para cada sitio de muestreo se describió la estratificación, tomando en cuenta la altura de las especies encontradas en el sitio. En cada estrato se anotó el diámetro, estado fenológico y forma de crecimiento.

Para el estrato arbóreo se calculó el área basal, el cual consiste en medir a 1.3 metros el diámetro de tronco (DAP).

Los datos obtenidos servirán para calcular los siguientes parámetros para cada especie:

- Cobertura (ci): área cubierta por especie (ai) / área total de la muestra
- Cobertura relativa: cobertura por especie (ci) / sumatoria de las coberturas
- Dominancia: área basal o cobertura de follaje / área muestreada
- Dominancia relativa: dominancia por especie / dominancia total



- Densidad: número de individuos de la especie  $n_i$  / área o volumen muestreado
- Densidad relativa: densidad por especie  $n_i$  / densidad de todas las especies

Para llevar a cabo la identificación de las especies se emplearon las guías de identificación de Arreguín *et al.* (1997), Guizar E. *et al.* (1991) y Rzedowski J. (2001).

El Índice de Valor e Importancia fue calculado mediante la sumatoria de los valores de Frecuencia, Densidad Relativa y Dominancia Relativa calculadas para cada especie.

$$IVI = Fr + Dr + Dom$$

El valor de IVI puede fluctuar de 0 a 300 (o sea el 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie de planta en una comunidad determinada.

#### **IV.2.2.1.1** *Tipos de vegetación y distribución*

Tipos de vegetación y distribución

Con base en los recorridos de campo y la integración de la sobreposición cartográfica se determinaron seis categorías de cobertura vegetal, cabe señalar que en el caso de la vegetación riparia o acuática, no se cuantificó la superficie que esta ocupa dentro del SAR sin embargo, si se llevó a cabo su descripción.

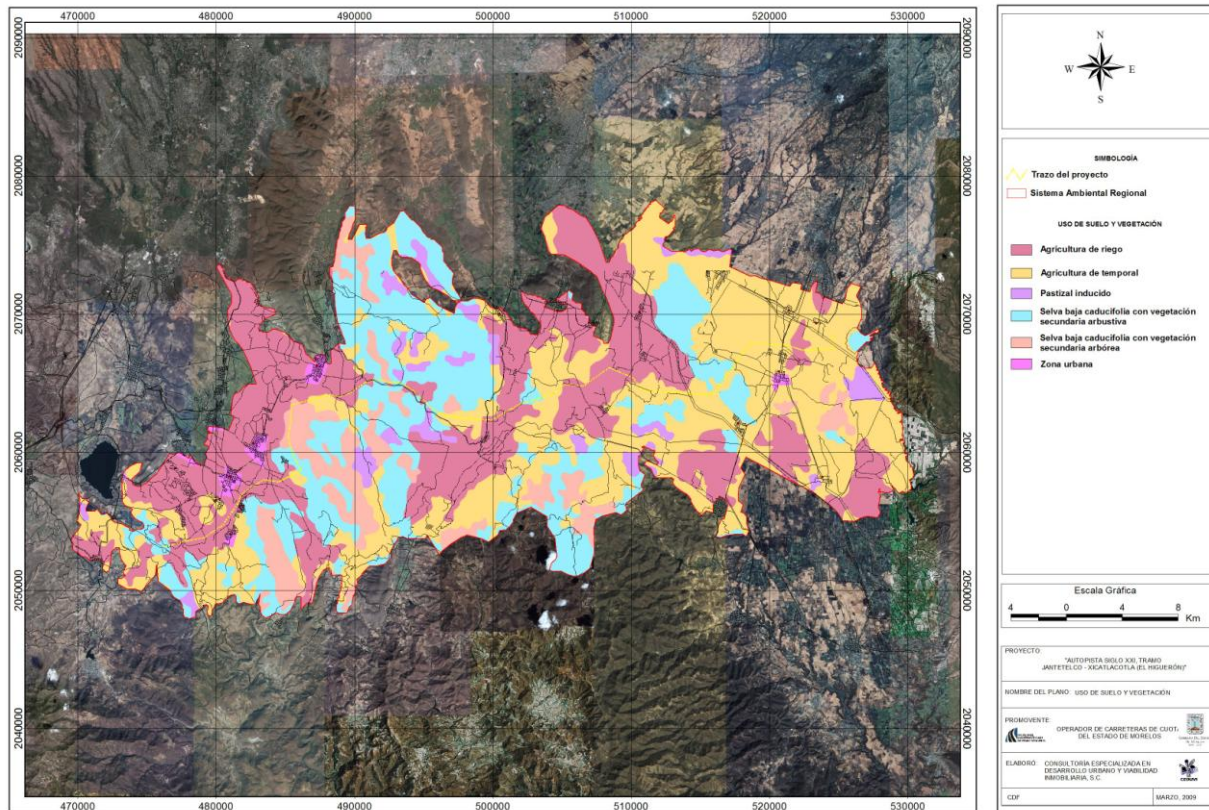


Figura 27. Tipos de vegetación que se presentan dentro del SAR del proyecto "Autopista siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higerón)".

Fuente: Elaborado a partir de la carta de uso de suelo y vegetación (E 14-5) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Escala 1:250 000.

En la Tabla 25, se presentan las categorías de uso de suelo y vegetación, así como el área y porcentaje de la superficie del SAR, agrupados por formación y mostrando la superficie y el porcentaje que ocupa.

Tabla 25. Tipos de Uso de Suelo y Vegetación que se presentan en el SAR

Uso de suelo y Vegetación	Superficie (ha)	%SAR
Agricultura de riego cultivo anual	27,513.974	28.56
Agricultura de riego cultivo semipermanente	2,219.378	2.30
Agricultura de temporal anual	33,540.400	34.81
Selva baja caducifolia de composición secundaria domina el estrato arbóreo	7,787.887	8.08
Selva baja caducifolia de composición secundaria domina el estrato arbustivo	20,699.241	21.48
Pastizal inducido	3,595.827	3.73
Zona urbana	993.613	1.03
Total	96,350.320	100.00

A continuación se presenta la descripción de los tipos de vegetación registrados en el SAR del Proyecto:





- Selva Baja Caducifolia

El tipo de vegetación denominada como Selva Baja Caducifolia (SBC) se desarrolla en áreas cálidas y semicálidas, y se encuentra constituido por especies arborescentes, que pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso variable, pero por lo general oscila alrededor de seis meses (Rzedowski, J. 1981).

En México es el tipo de vegetación tropical más ampliamente distribuido. En la cuenca del Balsas, la SBC es el tipo de vegetación mas extendido, se encuentra limitada entre 0 y 1,600 m de altitud; la temperatura media anual es del orden de 20 - 31° C y la precipitación media anual varía entre los 600 y los 1,200 mm.

En estado natural o de escasa perturbación es una comunidad con un estrato arbustivo muy denso, la altura del estrato arbóreo oscila entre los 5 y 15 m con copas extendidas, la característica más importante de esta comunidad es su pérdida de hojas durante la época de estiaje, comprendido entre diciembre y junio y por lo general florecen a fines de la época seca o bien a principios de la temporada de lluvias, además poseen ordinariamente gran cantidad de bejucos. Una característica de esta vegetación es que muchas especies presentan exudados resinosos o laticíferos y sus hojas despiden olores fragantes o resinosos al estrujarlos. También dominan las hojas compuestas y/o cubiertas por abundante pubescencia. Cabe resaltar que la SBC contiene una alta diversidad florística (Dirzo, 1992) y un considerable número de endemismos.

Las especies que las constituyen pertenecen a familias como Leguminosae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Cactaceae, Malpighiaceae y Anacardiaceae entre otras, las cuales comparten la dominancia de estas comunidades. Esto significa que la distribución espacial de la SBC está representada por una matriz heterogénea, sobre todo si se considera que el relieve en el que se asienta es muy irregular

Las especies dominantes en la región son: *Bursera morelensis*, *B. longipes*, *B. fagaroides*, *B. cansifolia*, *B. copallifera*, *B. glabrifolia*, *B. submoniliformis*, *B. bipinnata*, *Pseudosmodium perniciosum*, *Amphipterygium adstringens*, *Lysiloma microphylla*, *Ceiba parvifolia*, *Cyrtocarpa prosera*, *Hauya rusbyi*, *Ipomoea spp.* y en ocasiones *Conzattia multiflora*. Las Cactaceas columnares también pueden hacer presencia, influyendo mucho en la fisonomía de la comunidad (Rzedowski J, 1981).

Cuando este tipo de bosque es destruido, generalmente por las practicas de cultivo en el sistema roza, tumba y quema, con el tiempo se genera en su lugar una vegetación secundaria rica en leguminosas arbustivas y arbóreas (Soto, 1987).

Estas asociaciones secundarias tiene una gran importancia alimentaría para el ganado.

Por mencionar algunas de las especies tenemos:

*Acacia angustissima*, *A. cochliacantha*, *A. farnesiana*, *A. macilenta*, *A. pennatula*, *Haematoxylon brasiletto*, *Gliricidia sepium*, *Cordia curassavica*, *C. elaeagnoides*, *Piptademia flava*, *Mimosa polyantha*, *Senna skinneri*, *Caesalpinia eriostachys*, *C. platyloba*, *C. pulcherrima*, *Pithecellobium acatlense*, *Mimosa egregia*, *M. guatemalensis*, *M. langlassei*, *Guazuma ulmifolia* (Fernández R. et al., 1998).

En general fisonómicamente, las comunidades vegetales que ocupan esta área son más abiertas y la altura de sus componentes principales oscila entre los 4 y 8 metros; su composición florística presenta un alto porcentaje de Cactáceas columnares, incluso llegando a dominar en algunas laderas, dando lugar a un matorral cassicaule típico. Otras familias bien representadas en este tipo de bosque son las Burseraceae y Leguminosae.

Algunas de las especies mejor representadas son: *Cordia elaeagnoides*, *Lysiloma tergeminum*, *Apoplanesia paniculata*, *Bursera coyucensis*, *B. crenata*, *B. grandifolia*, *B. Paradoxa*, *B. trimera*, *Ziziphus mexicana*,





*Randia capitata*, *Mimosa spirocarpa*, *M. guatemalensis*, *M. langlassei*, *M. nelsonii*, *M. palmeri*, *M. rosei*, *Stenocercus fricii*, *S. griseus*, *S. pruinosus*, *S. quevedonis*, *S. weberi* (Fernández R. et al., 1998).

Las estructura de este tipo de vegetación es de un solo estrato arbóreo aunque en ocasiones pueden existir dos; su composición florística es muy diversa y tiende a presentar algunas variaciones que se producen de acuerdo a las condiciones ecológicas imperantes en el sitio donde la vegetación prospera (Soto, 1987); además se reconoce dentro de la cuenca que las especies preponderantes pertenecen al género *Bursera*.

En cuanto a las preferencias para su establecimiento, la SBC por lo general se encuentra en laderas de cerros, con suelos someros, en pendientes de fuertes a moderadas. De acuerdo con las observaciones que se han hecho, las zonas de aluvión y pendiente ligera, adyacentes a los cerros donde se encuentra la SBC, son el nicho ecológico de las selvas espinosas, asociaciones más bien arbustivas (Rzedowski, 1979) Por otra parte, la SBC no se establece a más de 1 500 o 1 600 msnm, donde se entremezclan con los bosques de encinos, aun cuando en zonas como en el Bajío, alcanzan hasta los 2 000 m (Rzedowski y Calderón, 1987, Labat, 1988).

Dentro del SAR este tipo de vegetación representa el 30.28 % de la superficie total del mismo, lo que se traduce en 28,847.128 ha. Sin embargo, este tipo de vegetación presenta en su mayoría una composición secundaria resultado de las actividades antropogénicas como son la agricultura y la ganadería, por lo cual, del total de hectáreas señaladas anteriormente 20,699.241 presentan una composición secundaria donde predomina el estrato arbustivo, mientras que en las 7,787.887 ha restan predomina el estrato arbóreo. Estos tipos de vegetación son una condición degradada de la SBC, se encuentra asociada tanto a pastizales como a infraestructura abandonada de una incipiente zona urbana.

La distribución de este tipo de vegetación dentro del SAR es la siguiente: en la parte Este, en su mayoría, la SBC con vegetación secundaria arbórea y arbustiva se encuentra sobre la geoforma de Sierra Baja, y algunos manchones sobre la Llanura Aluvial con lomerío.

Mientras que en la parte Oeste, este tipo de vegetación se encuentra sobre la Sierra de laderas escarpadas y el lomerío típico. Por último se encuentran algunos manchones de SBC sobre la Meseta de Aluvión antiguo con cañadas y en Sierra volcánica de laderas escarpadas, esto en la porción Sur del SAR.



**Figura 28. Selva baja caducifolia presente en el SAR del proyecto, se ubica en geoformas representadas por sierras (baja, escarpadas, volcánica), llanura aluvial con lomeríos y mesetas de aluvión antiguo con cañadas.**



**Figura 29. Vista de la vegetación presente en fondo de Barranca. Tipo de vegetación Selva Baja Caducifolia. Coordenadas UTM: 516775, 2065516.**

En general, la distribución en cuanto a la continuidad de la SBC dentro del SAR no presenta un patrón homogéneo, esto debido a la fragmentación del ecosistema propiciada por la presencia de actividades productivas tales como la agricultura y la ganadería. La distribución del tipo de vegetación de SBC actualmente se encuentra restringida a geoformas cuyos relieves van de fuertes a moderados.

Como resultado de los muestreos realizados, fueron identificados un total de 42 especies (ver Tabla 27), en las siguientes tablas se presentan los resultados correspondientes a abundancia, frecuencia, densidad relativa y dominancia relativa.

**Tabla 26. Parámetros ecológicos por especie registrada en el tipo de vegetación de SBC.**

Especie	Abundancia (ha)	Frecuencia (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Valor de Importancia (IVI)
<i>Acacia micrantaha</i>	4	0.4573	0.4573	0.58	1.50
<i>Acacia sp</i>	33	3.5061	3.5061	3.62	10.64
<i>Agave petrophila</i>	37	3.9634	3.9634	9.21	17.13
<i>Anacardaecea</i>	3	0.3049	0.3049	0.07	0.68
<i>Bidens sp</i>	71	7.6220	7.6220	1.95	17.20
<i>Brahea dulcis</i>	49	5.1829	5.1829	0.00	10.37
<i>Bunchosia sp</i>	13	1.3720	1.3720	0.03	2.78
<i>Bursera áptera</i>	3	0.3049	0.3049	0.02	0.63
<i>Bursera copallifera</i>	14	1.5244	1.5244	13.32	16.37
<i>Bursera simaruba</i>	24	2.5915	2.5915	3.25	8.43
<i>Bursera sp.</i>	53	5.6402	5.6402	1.36	12.64
<i>Caesalpinia sp.</i>	16	1.6768	1.6768	0.64	3.99
<i>Ceiba parviflora</i>	93	9.9085	9.9085	14.23	0.68
<i>Ceiba aesculifolia</i>	3	0.3049	0.3049	0.07	34.04
<i>Cercidium sp.</i>	20	2.1341	2.1341	0.04	4.31
<i>Commelina sp,</i>	20	2.1341	2.1341	4.37	8.64





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Especie	Abundancia (ha)	Frecuencia (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Valor de Importancia (IVI)
<i>Compositae</i>	7	0.7622	0.7622	0.08	1.61
<i>Croton rzedowskii</i>	47	5.0305	5.0305	0.77	10.83
<i>Croton sp</i>	17	1.8293	1.8293	0.04	3.70
<i>Cylindropuntia sp.</i>	1	0.1524	0.1524	0.00	0.31
<i>Dalea sp</i>	26	2.7439	2.7439	10.40	15.89
<i>Dahlia sp.</i>	6	0.6098	0.6098	0.11	1.33
<i>Eysenhardtia polystachya.</i>	11	1.2195	1.2195	0.02	2.46
<i>Graminea</i>	13	1.3720	1.3720	2.04	4.79
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	7	0.7622	0.7622	0.63	2.15
<i>Inga sp.</i>	19	1.9817	1.9817	1.04	5.00
<i>Ipomoea arborecens</i>	31	3.3537	3.3537	4.85	11.56
<i>ipomoea sp.</i>	17	1.8293	1.8293	9.15	12.81
<i>Jacquinia aurantiaca</i>	1	0.1524	0.1524	0.01	0.31
<i>Lantana sp.</i>	56	5.9451	5.9451	1.94	13.83
<i>Leguminosaceae</i>	1	0.1524	0.1524	0.00	0.31
<i>Liliaceae 1</i>	6	0.6098	0.6098	0.00	1.22
<i>Liliaceae 2</i>	84	8.9939	8.9939	0.01	2.58
<i>Lippia sp.</i>	6	0.6098	0.6098	0.03	1.25
<i>Lysiloma tergemina</i>	13	1.3720	1.3720	0.07	2.82
<i>Mimosa sp.</i>	21	2.2866	2.2866	12.17	16.74
<i>Neobuxbaumia sp</i>	13	1.3720	1.3720	0.01	2.75
<i>Opuntia atropes Rose</i>	7	0.7622	0.7622	1.06	
<i>Pithecellobium acatense</i>	13	1.3720	1.3720	0.10	2.85
<i>Prosopis sp.</i>	23	2.4390	2.4390	1.55	6.42
<i>Salvia sp</i>	31	3.3537	3.3537	1.04	7.75
<i>Senna sp</i>	3	0.3049	0.3049	0.10	0.71
<b>TOTAL</b>	<b>936</b>	<b>100.0000</b>	<b>100.0000</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Como puede observarse en la Tabla 27 la Ceiba aesculifolia presenta el mayor valor de importancia con el 34.04, seguida por *Opuntia atropes* (18.00), *Agave petrophila* (17.13) y una compuesta *Bidens sp* (17.20).

Tabla 27. Especies identificadas en el tipo de vegetación de Selva Baja Caducifolia.

Familia	Especie	Indicadora de Conservación <sup>1</sup>	Valor de Importancia
Agavaceae	<i>Agave petrophila</i>		17.13
Anacardaceae	N.I.		0.68
Bombaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>		34.04
	<i>Ceiba parviflora</i>		0.68
Burseraceae	<i>Bursera áptera</i>	X	0.63
	<i>Bursera copallifera</i>	X	16.37
	<i>Bursera simaruba</i>	X	8.43

<sup>1</sup> Especie Indicadora de Conservación: Son aquellas especies consideradas como autóctonas de un tipo de vegetación específico, cuya identificación se basa en registros previos en zonas donde no ha existido ninguna alteración.





Familia	Especie	Indicadora de Conservación <sup>1</sup>	Valor de Importancia
	<i>Bursera sp.</i>	X	12.64
Cactaceae	<i>Cylindropuntia sp.</i>		0.31
	<i>Opuntia atropes</i>		18.00
	<i>Neobuxbaumia sp</i>		2.75
Comelinaceae	<i>Commelina sp,</i>		8.64
Compositae	<i>Bidens sp.</i>		17.20
	<i>Dalhia sp.</i>		1.33
	N.I.		1.61
Convolvaceae	<i>Ipomoea arborescens</i>	X	11.56
	<i>Ipomoea sp.</i>		12.81
Euphorbiaceae	<i>Croton rzedowskii</i>		10.83
	<i>Croton sp</i>		3.70
Gramineaceae	N.I.		4.79
Labiatae	<i>Salvia sp</i>		7.75
Leguminosae	<i>Acacia micrantaha</i>		1.50
	<i>Acacia sp.</i>		10.64
	<i>Caesalpinea sp.</i>		3.99
	<i>Cercidium sp.</i>		4.31
	<i>Dalea sp.</i>		15.89
	<i>Eysenhardtia polystachya.</i>	X	2.46
	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	X	2.15
	<i>Inga sp</i>		5.00
	<i>Lysiloma tergemina</i>	X	2.82
	<i>Mimosa sp</i>		16.74
	<i>Pithecellobium acatlense</i>		2.85
	<i>Prosopis sp.</i>		6.42
	<i>Senna sp</i>	X	0.71
	N.I.		0.31
Liliaceae	N.I.		1.22
	N.I.		2.58
Malpighiaceae	<i>Bunchosia sp</i>		2.78
Palmae	<i>Brahea dulcis</i>		10.37
Theophrastaceae	<i>Jacquinia aurantiaca</i>		0.31
Verbenaceae	<i>Lantana sp.</i>		13.83
	<i>Lippia sp.</i>		1.25

Con base en el listado presentado por Dorado, *et.al* (2005), sobre especies indicadoras del estado de conservación en la selva baja caducifolia (SBC), dentro del área que ocupa el SAR del proyecto únicamente el 21.42 % corresponde a especies primarias de SBC (ver Figura 30).

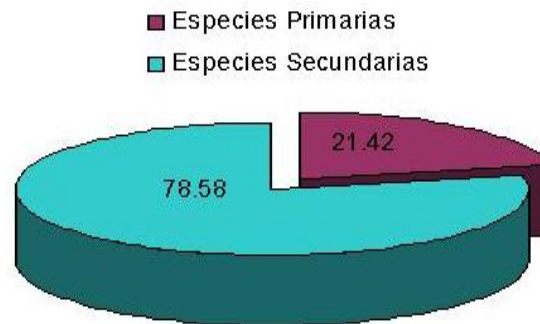


Figura 30. Porcentaje de especies primarias de SBC.

De acuerdo con el Índice de Valor de Importancia calculado para estas especies, se determinó que, en general, las especies de vegetación primaria en la SBC, presentan valores bajos, a excepción de la especie *Bursera copalífera*.

En la SBC la abundancia de las diversas especies del género *Bursera*, sobre todo cuando éstas forman un mosaico en la selva baja, es un indicador de un buen estado de conservación de éste ecosistema.

En el caso de la porción de SBC presente dentro del SAR, se puede decir que presenta un grado de perturbación, prueba de ello que a pesar de que se reportan varias especies de *Bursera sp.*, sus índices de valor de importancia no son tan altos. Lo mismo sucede con el resto de especies primarias del ecosistema de SBC (ver Tabla 28).

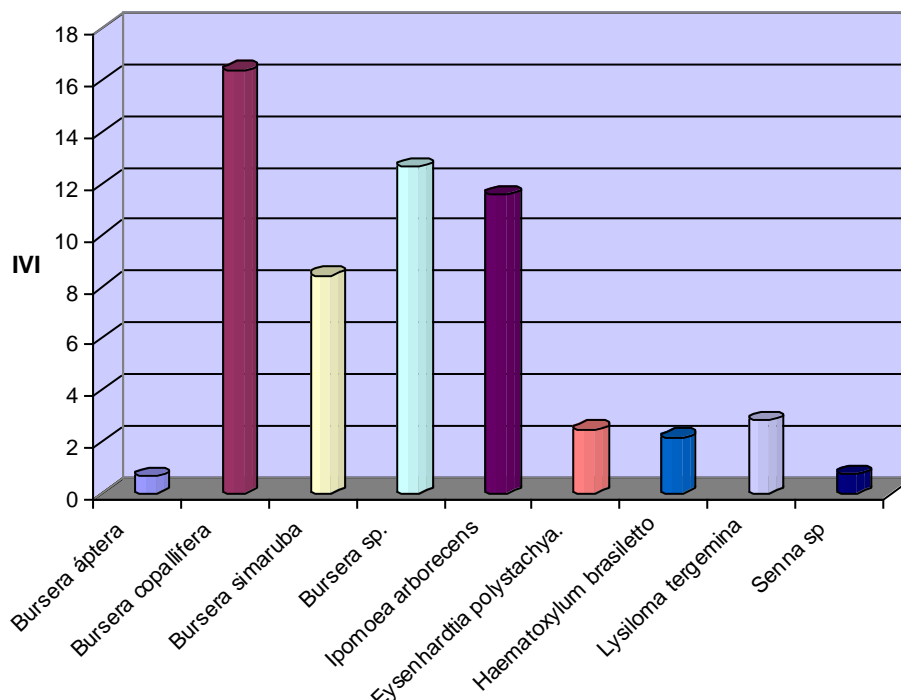


Tabla 28. Índices de Valor de Importancia para las especies primarias de la SBC.



También existen especies indicadoras de perturbación para la selva baja, aquí las alturas de los árboles, el diámetro y la cobertura no es del todo confiable para medir la conservación, pero si la abundancia o frecuencia de algunas especies de los géneros *Acacia sp.*, *Opuntia, sp.*, *Mimosa sp.*, y *Caesalpinia sp.*

De igual manera, de acuerdo a lo reportado por Macario, O. (2005) la especie *Ceiba aesculifolia*, es una especie que prospera en zonas de SBC afectada por desmontes, debido a que aprovecha los claros dentro de éste ecosistema, siendo así una indicadora de perturbación por desmontes ocasionados por las actividades agropecuarias.

Cuando las especies antes mencionadas como indicadoras de perturbación son dominantes, se trata de un grado de perturbación elevado en la selva baja, de lo contrario si el porcentaje es menor que las especies primarias estamos frente a una perturbación ligera.

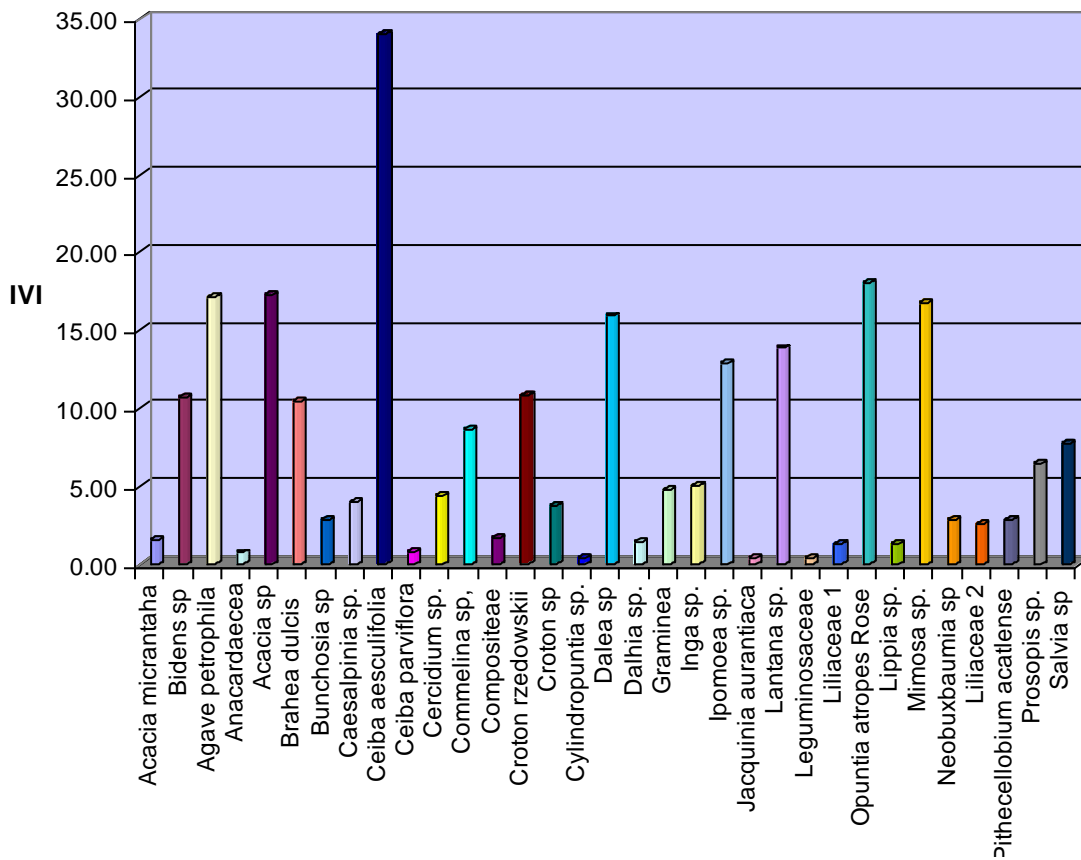


Figura 31. Índices de Valor de Importancia para las especies secundarias de la SBC.

De acuerdo con los Valores de Importancia de las especies secundarias de la SBC, se observan valores altos de *Ceiba aesculifolia* y *Mimosa sp.*, asimismo, se registran ejemplares de los géneros *Acacia sp.* y *Opuntia sp.*, (ver Figura 31), con lo cual se corrobora que este tipo de ecosistema cuenta con un nivel de perturbación derivado de las actividades agrícolas que se desarrollan dentro del SAR.

Los cambios de uso del suelo con fines agrícolas o de pastoreo han causado alteraciones que han ocasionado la fragmentación de las selvas, siendo esta la principal causa de disturbio en este ecosistema.





- Pastizal inducido

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

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

Algunos pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbácea no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses.



**Figura 32. Zonas de pastoreo las cuales se observan como áreas totalmente desmontadas en las cuales se han inducido pastizales, estas zonas con el paso del tiempo se erosionan.**



Las dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua*, *Cathestecum*, *Hilaria*, *Trachypogon* y *Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas.

Los pastizales inducidos se encuentran dispersos dentro del SAR en un acomodo discontinuo mezclándose con vegetación secundaria de la Selva Baja Caducifolia o con actividades agrícolas.

Dentro del SAR fueron registradas un total de 35 especies, en la Tabla 29, se presentan los datos de abundancia, frecuencia, densidad relativa y dominancia relativa de las especies de flora que se registraron en el pastizal inducido, de las cuales la especie *Dalhia sp.*, presenta el valor más alto de IVI, seguida de *Mimosa sp.*, *Ipomoea tyrinthina*, *Acacia sp.*, *Ficus petiolaris*, entre otras (ver Tabla 30 y Figura 33).

**Tabla 29. Parámetros ecológicos por especie registrada en el tipo de vegetación de Pastizal inducido.**

Especie	Abundancia (ha)	Frecuencia (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Valor de Importancia (IVI)
<i>Acacia bilimekii</i>	20	0.23	0.23	2.20	2.65
<i>Acacia bilimekii</i> McBride var. <i>Robusta</i>	1222	13.80	13.80	5.55	33.14
<i>Acacia micrantha</i>	24	0.28	0.28	1.97	2.52
<i>Acacia sp</i>	379	4.28	4.28	7.47	16.02
<i>Agave petrophila</i>	11	0.13	0.13	1.27	1.52
<i>Bursera copallifera</i>	6	0.06	0.06	1.56	1.68
<i>Bursera schlechtendalii</i>	2	0.03	0.03	0.00	0.05
<i>Bursera simaruba</i>	6	0.06	0.06	1.21	1.34
<i>Caesalpinia sp.</i>	6	0.06	0.06	2.63	2.75
<i>Ceiba aesculifolia</i>	2	0.03	0.03	0.00	0.05
<i>Cercidium sp.</i>	1	0.01	0.01	1.83	1.86
<i>Croton rzedowski</i>	10	0.11	0.11	0.89	1.11
<i>Croton sp</i>	12	0.14	0.14	0.80	1.07
<i>Cylindropuntia sp.</i>	3	0.04	0.04	0.00	0.08
<i>Dalhia sp</i>	1000	11.29	11.29	13.36	35.94
<i>Diphysa soberosa</i>	16	0.18	0.18	0.54	0.89
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3	0.04	0.04	0.41	0.48
<i>Ficus mexicana</i>	444	5.02	5.02	1.30	11.34
<i>Ficus petiolaris</i>	889	10.03	10.03	2.61	22.68
<i>Ipomoea arborecens</i>	112	1.27	1.27	3.78	6.31
<i>Ipomoea sp</i>	111	1.25	1.25	0.33	2.83
<i>Ipomoea tyrinthina</i>	2333	26.34	26.34	6.85	59.52
<i>Lantana sp.</i>	11	0.13	0.13	1.83	2.08
<i>Leucaena esculenta</i>	20	0.23	0.23	0.99	1.44
<i>Lonchocarpus sp.</i>	1778	20.07	20.07	5.22	45.35
<i>Lysiloma sp</i>	20	0.23	0.23	2.37	2.82
<i>Mimosa sp.</i>	1	0.01	0.01	13.98	14.00
<i>Myrtillocactus sp.</i>	2	0.03	0.03	2.04	2.09



Especie	Abundancia (ha)	Frecuencia (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Valor de Importancia (IVI)
<i>Opuntia atropes</i>	33	0.38	0.38	4.14	4.89
<i>Phyllanthus sp</i>	3	0.04	0.04	0.40	0.48
<i>Prosopis sp.</i>	36	0.40	0.40	5.26	6.07
<i>Salvia sp</i>	111	1.25	1.25	0.33	2.83
<i>Spondia purpurea</i>	3	0.04	0.04	2.50	2.57
<i>Stenocerus sp.</i>	4	0.05	0.05	3.76	3.86
<i>Trifolium sp</i>	222	2.51	2.51	0.65	5.67
TOTAL	8856	100.00	100.00	100.00	300.00

Tabla 30. Especies registradas en el tipo de vegetación de Pastizal Inducido.

Especie	Valor de Importancia
<i>Acacia bilimekii</i>	2.65
<i>Acacia bilimekii</i> McBride var. <i>Robusta</i>	33.14
<i>Acacia micrantha</i>	2.52
<i>Acacia sp</i>	16.02
<i>Agave petrophila</i>	1.52
<i>Bursera copallifera</i>	1.68
<i>Bursera schlechtendalii</i>	0.05
<i>Bursera simaruba</i>	1.34
<i>Caesalpinia sp.</i>	2.75
<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.05
<i>Cercidium sp.</i>	1.86
<i>Croton rzedowski</i>	1.11
<i>Croton sp</i>	1.07
<i>Cylindropuntia sp.</i>	0.08
<i>Dalhia sp</i>	35.94
<i>Diphysa soberosa</i>	0.89
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.48
<i>Ficus mexicana</i>	11.34
<i>Ficus petiolaris</i>	22.68
<i>Ipomoea arborecens</i>	6.31
<i>Ipomoea sp</i>	2.83
<i>Ipomoea tyrinthina</i>	59.52
<i>Lantana sp.</i>	2.08
<i>Leucaena esculenta</i>	1.44
<i>Lonchocarpus sp.</i>	45.35
<i>Lysiloma sp</i>	2.82
<i>Mimosa sp.</i>	14.00
<i>Myrtillocactus sp.</i>	2.09



Especie	Valor de Importancia
<i>Opuntia atropes</i>	4.89
<i>Phyllanthus sp</i>	0.48
<i>Prosopis sp.</i>	6.07
<i>Salvia sp</i>	2.83
<i>Spondia purpurea</i>	2.57
<i>Stenocerus sp.</i>	3.86
<i>Trifolium sp</i>	5.67

De acuerdo a los resultados obtenidos en las áreas muestreadas donde el tipo de vegetación corresponde a Pastizal Inducido, según la Carta de Uso de suelo y vegetación de INEGI, de escala 1:250,000, no se registraron especies de gramíneas, cuya dominancia es típica de dicho tipo de vegetación. Por el contrario, como resultado de los muestreos realizados se identificaron especies correspondientes a vegetación secundaria de SBC, ya que se encuentran especies de *Acacia sp.*, *Opuntia sp.*, *Mimosa sp.* y *Caesalpineia sp.*, mezclado con elemento de SBC, cuyos valores de importancia son bajos.

Lo anterior puede deberse a que en dichas áreas muestreadas, ya no se realizan actividades de pastoreo, motivo por el cual a través del tiempo se ha ido desarrollando un proceso de asentamiento de especies secundarias, mezcladas con elementos originales de la SBC.

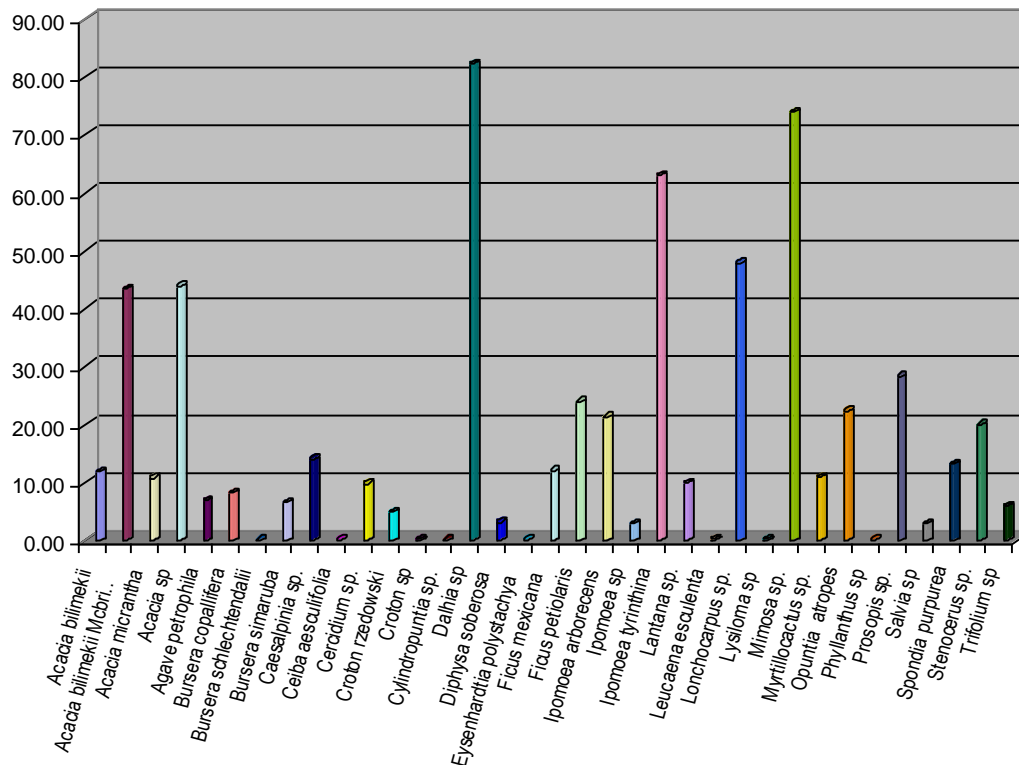


Figura 33. Índices de Valor de importancia para las especies registradas en el Pastizal Inducido.

- Agricultura





Este tipo de vegetación principalmente se refiere a una actividad productiva, en la cual se lleva a cabo el cultivo de especies vegetales, dentro del SAR, las especies vegetales que se cultivan principalmente son: Caña, arroz y sorgo.

La agricultura de temporal, depende exclusivamente de la temporada de lluvias y solo permite la siembra una vez al año, mientras que la agricultura de riego, es cuando la disponibilidad del agua depende de canales, u otros sistemas de riego artificial y permite la siembra al menos dos veces al año.

Dentro del SAR la agricultura de riego se ubica en las partes donde la geoforma presenta relieves que van de planos o semiplanos, donde las pendientes no son abruptas, como es el caso de la llanura aluvial con lomerío, valle de laderas tendidas con lomeríos y porciones en la meseta de aluvión antiguo con cañadas. Dicho tipo de vegetación se en áreas amplias de la porción noreste y oeste del SAR, con algunos manchones en la parte sureste del mismo.

La Agricultura de temporal es el tipo de vegetación más ampliamente distribuido dentro del SAR, ocupando un 34.81% de la superficie total del SAR, encontrándose mayormente en la porción este, sobre la geoforma de llanura aluvial con lomerío, mientras que en la porción centro, se ubica sobre el Valle de laderas tendidas con lomeríos, y algunos manchones en la porción suroeste sobre la Meseta de aluvión antiguo.



**Figura 34. Las áreas agrícolas que se presentan dentro del SAR se ubican principalmente en áreas planas o semiplanas, ya sean valles o planicies, debido a que son zonas más accesibles y a que dichas zonas poseen condiciones favorables para los cultivos como son suelos leptosoles y buen drenaje.**



Con base en la descripción de los tipos de vegetación, se puede decir que su distribución dentro del SAR, muestra un nivel de fragmentación alto, sobre todo que las unidades agrícolas, las pecuarias y la vegetación existentes en su mayoría son unidades mixtas ya que mantienen actividades mezcladas que presentan problemas para delimitarlas como unidades puras, de manera similar ocurre con la vegetación donde un pastizal inducido presenta un número significativo de leguminosas, otro ejemplo es un trazo urbano que por cuestiones desconocidas es abandonado para ser repoblado por especies de la selva baja caducifolia, tanto de elementos agresivos como elementos naturales de la comunidad tropical, también es el caso de invasores de la familia de las compuestas.

Los tipos de vegetación presentes en el SAR muestran gran actividad agropecuaria que incide en la vegetación original, clasificada como selva baja caducifolia. Por lo anterior, este tipo de vegetación se encuentra en estado de degradación ya que la presión ejercida ha sido considerable.

- Vegetación acuática, subacuática y riparia

Este tipo de vegetación se encuentra asociada a las geoformas de Mesetas de aluvión contigua con cañadas, debido a que por sus características, son zonas propicias para la presencia de escurrimientos y cuerpos de agua, particularmente en las zonas de cañada.

La vegetación riparia se encuentra a lo largo de los lechos de ríos y arroyos temporales, a menudo asociada a la Selva Baja Caducifolia, entre los 800 y 1,800 m de altitud. Esta agrupación vegetal está compuesta principalmente por *Taxodium mucronatum*, *Salix bonplandiana*, *S. humboldtiana*, *Inga vera* y *Ficus cotinifolia*. Destacan también algunos árboles de talla sobresaliente y arbustos, estos últimos generalmente trepadores que conservan, en su mayoría, el follaje todo el año. Otras especies que se encuentran en este tipo de vegetación son: *Licania arborea*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Pithecellobium dulce*.





**Figura 35. Vegetación riparia dentro del SAR del proyecto. Se observan especies de *Acacias sp.*, *Pithecellobium sp.*, así como elementos característicos de la selva baja caducifolia a la cual está asociada este tipo de vegetación.**

Por otra parte, las especies de plantas acuáticas se encuentran incluidas en las siguientes formas de vida dominantes:

- Hidrófitas enraizadas emergentes

Este grupo de plantas ocupa las zonas marginales de los cuerpos de agua. Estas especies se encuentran enraizadas al sustrato con una porción del tallo sumergido y las hojas y estructuras reproductivas por encima del agua. Dentro de las especies más importantes, por su abundancia, se incluye a *Typha domingensis*, *T. latifolia*, *Scirpus californicus*, *Sagittaria latifolia*, *S. longiloba*, *Carex hermannii*, *Lilaea scilloides*, *Phragmites australis*, *Echinodorus andrieuxii*, entre otras.

Dentro del SAR este tipo de vida dominante se presenta a la orilla de cuerpos de agua pequeños en los cuales la profundidad del agua es baja, asimismo, se asocia a zonas agropecuarias en las cuales todavía existen algunos componentes de la selva baja caducifolia.

- Hidrófitas enraizadas sumergidas

Este grupo incluye plantas que se desarrollan entre la zona litoral y las aguas más profundas, incluye formas de vida unidas al sustrato; sus estructuras vegetativas están completamente sumergidas y sus órganos reproductores pueden estar sumergidos, emergiendo o flotando. Destacan por su importancia *Egeria densa*, *Vallisneria americana*, *Coleogeton pectinatus*, *Potamogeton crispus*, *P. illinoensis*, *P. pusillus*, *Najas marina*, *N. guadalupensis*, *Isoetes mexicana*, *Zannichellia palustris*, *Tristicha trifaria*, *Oserya coulteriana* y *Ranunculus trichophyllus*.

- Hidrófitas enraizadas de hojas flotantes

Las plantas de este grupo están unidas al sustrato, con las hojas flotando sobre la superficie del agua y con órganos reproductores emergentes; ocupan la zona litoral y, en algunos casos, aguas más profundas. Dentro de este grupo se encuentran *Polygonum amphibium*, *Nymphaea elegans* y *N. pulchella*.

- Hidrófitas enraizadas de tallos postrados

Este grupo comprende a las plantas que están unidas al sustrato, sus tallos, órganos vegetativos y reproductivos se encuentran flotando sobre la superficie del agua, incluye aquellas plantas que se desarrollan en aguas someras. Destacan principalmente *Neptunia oleracea*, *N. pubescens*, *Ludwigia peploides* y *Paspalum repens*.

- Hidrófitas libremente flotadoras

En este grupo se incluyen aquellas plantas que se desarrollan en aguas someras, protegidas entre otras plantas acuáticas de mayor talla; no están fijadas al sustrato y sus estructuras vegetativas y reproductivas flotan sobre la superficie del agua. Las especies más importantes son *Eichhornia crassipes*, *Azolla mexicana*, *A. filiculoides*, *Lemna gibba*, *L. aequinoctialis*, *Wolffia brasiliensis*, *W. columbiana* y *Wolffiella welwitschii*.

- Hidrófitas libremente sumergidas





Este grupo está constituido por plantas que se desarrollan en aguas someras, sin movimiento y protegidas entre otras plantas acuáticas de mayor talla; no están fijadas al sustrato, sus estructuras vegetativas y el sistema radical es sumergido, solamente sus órganos reproductores emergen sobre la superficie del agua. Destacan principalmente *Utricularia gibba* y *Ceratophyllum demersum*.

Respecto a la presencia de estos tipos de vegetación dentro del SAR, como se mencionó al inicio, se encuentran asociados principalmente en el área de cañadas, aunque dentro de la cartografía utilizada para efectos de la descripción de los tipos de vegetación a nivel del SAR, no es posible identificarla. Sin embargo, dentro de los recorridos de campo fueron identificadas algunas áreas con vegetación acuática, con dominancia de carrizo (*Phragmites Australis*) y tular (*Typha sp.*). Dichas áreas fueron ubicadas dentro de áreas con un uso de suelo de agricultura, por lo cual se encuentran afectadas por dicha actividad productiva, principalmente por la extracción de agua y por la presencia de especies cultivadas.



**Figura 36. Se observó la presencia de ejemplares de junco, guamúchil, guayaba, acacia, guazuma, liliáceas y compuestas, estas asociadas a los campos de cultivo de maíz, en la localidad de Camino a Barranca La Cuera. Coordenadas UTM: 500508, 2063087.**

Con respecto a la composición florística que se presenta a lo largo del Derecho de Vía del proyecto, se identificaron un total de 49 especies pertenecientes a 37 géneros y 16 Familias, en la Tabla 32 se incluyen las especies identificadas y su distribución en las diferentes localidades visitadas. Cabe señalar que el bajo número en la composición florística registrada en el DDV del proyecto se debe principalmente a que la mayor parte del área está conformada por áreas agrícolas, por lo que no varía mucho la composición florística. Asimismo, es importante hacer hincapié en que la escasa vegetación que se presenta en el área de estudio corresponde a selva baja caducifolia, la cual presenta cierto grado de perturbación, por lo que se presentan una alta abundancia de especies típicas de zonas perturbadas como son las leguminosas.



Por otra parte, dentro del DDV del proyecto se afectarán un total de 30 ha. consideradas como forestales, las cuales prácticamente corresponden a vegetación de Selva Baja Caducifolia con algún grado de perturbación, por lo tanto, el desmonte contemplará la remoción de un volumen de 1,632.4261 m<sup>3</sup> de madera en unidades RTA (Rollo Total Árbol). Las especies que serán removidas por el desmonte se presentan en la Tabla 31.

**Tabla 31. Volúmenes totales de los árboles que serán afectados durante el desmonte.**

Nombre Común	Nombre Científico	Vol./Esp./en 30 Ha
Pochote	<i>Ceiba parvifolia</i>	153.9541
Cazahuate	<i>Ipomoea walcottiana</i>	183.7836
Cubata	<i>Acacia cochliacantha</i>	274.8272
Teclatilla amarilla	Sp1	190.6637
Teclatilla roja	Sp2	8.2467
Palo de Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	11.7810
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa</i>	160.0190
Copal	<i>Bursera copallifera</i>	127.5882
Carrozo	<i>Senna wislizeni</i>	4.7124
Camaroncillo	<i>Bursera cinerea</i>	19.9099
Palo de goma	<i>Ficus elastica</i>	74.7858
Bonete	<i>Pileus mexicana</i>	86.5904
Chupandilla	<i>Cyrtocarpa procera</i>	119.4593
Cuajote	<i>Bursera fagaroides</i>	38.8243
Guaje	<i>Lysiloma tergemina</i>	137.2251
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	8.2467
Guayacán	<i>Guaiacum sp.</i>	31.8087
TOTALES		1,632.4261



Tabla 32. Especies Identificadas en el derecho de vía del "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuierón)".

Familia	Especie	Higuerón	Alta Vista	E. acuícola	Río Yauatepec	Termoeléctrica	Emiliano Zapata	Temilpa Viejo	Camino San Rafael	Cerro Las Trincheras	El Salitre	Puente de Amanizac	Cerro de Cuachi	Barranca La Seca
Agavaceae	<i>Agave petrophila</i> García-Mendoza & L. de la Rosa	X	X	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-
Anacardeaceae	---	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Anacardeaceae	<i>Spondia purpurea</i> L.	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Bombaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Bombaceae	<i>Ceiba parviflora</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	X	X	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	X
Burseraceae	<i>Bursera copallifera</i> (Sessé&Moc.) Engl.	X	X	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-	-
Burseraceae	<i>Bursera cinerea</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Cactaceae	<i>Cylindropuntia</i> sp	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Cactaceae	<i>Opuntia atropes</i> Rose	X	X	X	-	-	-	X	X	-	-	X	-	-
Cactaceae	<i>Myrtillocactus</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cactaceae	<i>Stenocereus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Cactaceae	<i>Neobuxbaumia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X
Compositae	<i>Bidens</i> sp.	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-
Compositae	<i>Dahlia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-
Convolvaceae	<i>Ipomoea walcottiana</i>	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	X	-
Convolvaceae	<i>Ipomoea arborescens</i>	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	X	-
Convolvaceae	<i>Ipomoea tyrrhina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)

Varios Municipios del Estado de Morelos

Familia	Especie	Higuerón	Alta Vista	E. acuícola	Río Yauatepec	Termoeléctrica	Emiliano Zapata	Temilpa Viejo	Camino San Rafael	Cerro Las Trincheras	El Salitre	Puente de Amanizac	Cerro de Cuachi	Barranca La Seca
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus sp</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verbenaceae	<i>Lantana sp</i>	X	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Croton rzedowski</i>	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Labiatae	<i>Salvia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X
Leguminosae	<i>Inga sp.</i>	-	X	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Cercidium sp.</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Prosopis glandulosa</i>	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Caesalpinia sp.</i>	X	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	X	-	X	-	-	X	X	X	X	-	X	X	-
Leguminosae	<i>Acacia micrantaha</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-
Leguminosae	<i>Acacia bilimekii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-
Leguminosae	<i>Dalea sp.</i>	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Lysiloma tergemina</i>	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Leucaena esculenta</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Senna wislizeni</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Pithecellobium acatlense</i>	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Mimosa sp.</i>	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
Leguminosae	<i>Diphysa soberosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Leguminosae	<i>Lonchocarpus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X





TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)

Varios Municipios del Estado de Morelos

Familia	Especie	Higuerón	Alta Vista	E. acuícola	Río Yauatepec	Termoeléctrica	Emiliano Zapata	Temilpa Viejo	Camino San Rafael	Cerro Las Trincheras	El Salitre	Puente de Amanizac	Cerro de Cuachi	Barranca La Seca
Malpighiaceae	<i>Bunchosia sp</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moraceae	<i>Ficus mexicana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
Moraceae	<i>Ficus elastica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
Palmae	<i>Brahea dulcis</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Theophrastaceae	<i>Jacqunia aurantiaca</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Verbenaceae	<i>Lippia sp.</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-







#### IV.2.2.1.2 Riqueza florística (índices de diversidad)

Para determinar la Riqueza florística se utilizó el programa PAST (Hammer *et al.* 2005), mediante el cual se pueden calcular varios índices de diversidad tales como el Índice de Shannon-Weaner (H) que se basa en la menor o mayor equidad de los valores de importancia de las especies, y su valor está entre 0 (menor equidad) y el logaritmo del número total de especies (mayor equidad) (Moreno, 2001). La fórmula de este índice es:

$$H = -\sum ni/n \ln (ni/n)$$

Donde ni = número de individuos de la especie i y n = número de individuos de todas las especies en conjunto.

Las determinaciones se realizaron para los tipos de vegetación de Selva Baja Caducifolia (SBC) y para Pastizal inducido.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 33.

**Tabla 33. Valores de diversidad calculados para el Proyecto.**

Concepto	Diversidad	
	Selva Baja Caducifolia	Pastizal Inducido
Taxa_S	42	35
Individuals	656	6874
Shannon_H	3.317	2.03

En el caso de la comunidad de SBC, el valor del Índice de Shannon debe de encontrarse entre 0 y 6.48, en este caso se obtuvo un valor de 3.31, lo cual indica que la diversidad se encuentra en un estado intermedio, mostrando con ello una alteración de la comunidad natural, debido a los cambios sufridos por la influencia de las actividades agropecuarias que se desarrollan en el área.

Respecto al Pastizal Inducido, para ésta comunidad se estiman valores del Índice de Shannon entre 0 y 8.83, obteniéndose un índice de 2.03, que muestra la baja diversidad característica de una comunidad perturbada.

Aún y cuando en los muestreos se registraron un total de 77 especies de flora, de acuerdo con la bibliografía consultada se presentan un total de 1,693 especies de flora que se distribuyen potencialmente dentro del SAR (ver Anexo IV.2), y dado que ninguna de las especies que se registraron durante los muestreos se encuentran incluidas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2001, en los siguientes apartados se incluye información sobre las especies de flora que potencialmente se distribuyen en el SAR y las cuales pueden estar incluidas dentro de la citada norma, con el fin de tomar en cuenta los organismos sensibles que se distribuyen a lo largo del SAR.

#### IV.2.2.1.3 Usos de vegetación en la zona

Hay una gran variedad de plantas que presentan algún benéfico para la comunidad; los usos que les da a estas son variados teniendo especies de importancia médica, alimenticia, ornamental, textil y como energético.



Las comunidades de esta región utilizan como fuente complementaria y en algunos casos como única la leña y/o el carbón vegetal para satisfacer sus necesidades energéticas, es por ello que la extracción de leña abarca todo el año y se intensifica en la estación de secas.

Las especies más usadas para leña regionalmente son:

*Haematoxylum brasiletto* (Palo brasil); *Eysenhardtia polystachya* (Palo Dulce); *Lysiloma divaricata* (Tepemezquite); *Lysiloma demostachya* (Tepeguaje); *Mimosa bentharii* (Tocolhuixtle); *Acacia cochliacantha* (Cubata blanca); *Senna skinneri* (Paraca); *Acacia pennatula* (Cubata negra); *Piptadenia viridiflora* (Guamuchillo) y *Eysenhardtia platycarpa* (Coatillo).

Existen otras especies que son usadas con un fin diferente como son: cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*), paraca (*Senna humilis*), el Palo de zopilote (*Swietenia humilis*) y cuayotomate (*Vitix mollis*), estos dos últimos son apreciados por su valor alimentario ya que los frutos son consumidos localmente o bien exportados.

Cabe mencionar la importancia del copal, del que se elabora el incienso y la mirra, el cual es de gran importancia religiosa.

Como se ha visto anteriormente, este tipo de ecosistema presenta una gran cantidad de plantas con algún uso; a continuación se enlista algunas especies que presentan un valor para la comunidad.

Nombre científico	Nombre común	Uso
<i>Ficus spp.</i>	Mata palo o amates	Para dar sombra a los animales de los potreros, medicinal se emplea la corteza para fiebre y acidez estomacal, hojas forrajeras y fruto comestible
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Uvero	Madera para mangos de herramientas
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Se emplea para leña
<i>Acacia cornígera</i>	Subín	Hojas con uso medicinal para picaduras de insectos, brotes de hojas jóvenes se consumen y la madera para leña
<i>Acacia glomerosa</i>	Cola de lagarto	Melífera y ramas para cercos
<i>Acacia cochliacantha</i>	Cucharitas	Diarrea y dolor de estómago
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Parota	Madera para construcción y duela, además los frutos son comestibles y también medicinal para piquete de gusano colorado
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Madera para construcción y vaina comestible
<i>Erythrina folkersii</i>	Colorín	Flores comestibles y madera para artesanías
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabón	Madera para fabricación de duela
<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	Chapa, cercos vivos, resina pegar vidrios y porcelana y medicinal para calentura, dolores de cabeza y estómago
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Maderable y para chapa, considerada dentro de las maderas preciosas para exportación
<i>Guarea glabra</i>	Palo blanco	Madera para construcción
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	Frutos comestibles
<i>Spondias mombin</i> y <i>S. purpurea</i>	Jobo y ciruela roja	Madera para mangos de herramientas y frutos comestibles
<i>Ceiba pentandra</i>	Pochote	Madera para construcción y espinas de tronco para artesanías y en medicina tradicional para desinflamar



Nombre científico	Nombre común	Uso
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácima	Frutos comestibles y forrajeros, para carbón y elaboración de herramientas y uso medicina tradicional
<i>Aechmea bracteata</i>	Xchu	Ornamental y frutos comestibles
<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Ornamental y maderable, también para chapa
<i>Guayacum sanctus</i>	Guayacán	Medicinal extracto de Madera estimulante, resina purgante y madera para construcción
<i>Guettarda elliptica</i>	Kibche	Madera para construcción
<i>Urechites andrieuxii</i>	Guaco	Medicinal dolor de cabeza
<i>Boconia frutescens</i>		Medicinal y colorantes
<i>Urera caracasana</i>	Mal hombre	Medicinal para sífilis
<i>Bixa orellana</i>		Medicinal, sarampión y granos en la boca
<i>Rivina humilis</i>	baja tripa	Medicinal, mal aire, espanto y salpullido
<i>Roripa nasturtium-acuaticum</i>	Berro	Comestible y medicinal, bocio y dolor de riñones
<i>Gonolobus niger</i>	Cahuayote	Medicinal, para gonorrea
<i>Phlebodium aureum</i>	Calahuala	Medicinal, dolor de riñones y úlceras
<i>Heimia salicifolia</i>	Hierba de san Francisco	Medicinal para golpes e inflamación
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Fruto comestible y medicinal para dolor de estómago
<i>Carica papaya</i>	papaya silvestre	Medicinal, asma y piquetes de insectos
<i>Mucuna pruriens</i>	pica-pica	Medicinal contra lombrices
<i>Brosimum alicastrum</i>	ramón	Medicinal dolores de riñones granos y tos
<i>Malvaviscus arboreus</i>	tulipán de monte	Medicinal, disentería, bilis y dolor de estómago

**IV.2.2.1.4 Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección (NOM-059-SEMARNAT-2001 y CITES, 2007)**

Dentro de las especies de flora reportadas para el SAR del proyecto, se registraron 14 especies incluidas dentro de los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2001, cinco dentro de la categoría de especies Amenazadas (*Carpinus caroliniana*, *Zinnia violacea*, *Magnolia grandifolia*, *Cypripedium irapeanum* y *Oncidium unguiculatum*), ocho en la categoría de especie sujeta a protección especial (*Mammillaria magnifica*, *Zinowiewia concinna*, *Amoreuxia palmatifida*, *Sedum frutescens*, *Gentiana spathacea*, *Galiottella sarcoglossa*, *Pleurothallis nigriflora* y *Ponera dressleriana*) y una como especie en Peligro de extinción (*Litsea glaucescens*).

De igual forma se registraron cuatro especies dentro de la categoría de Vulnerables (VU) de acuerdo con la lista roja de la IUCN.

En cuanto a las especies que se encuentran en la CITES (2008), todas las especies de la familia cactaceae y orchidaceae se encuentran incluidas en el apéndice II, siendo 181 especies incluidas en dicha categoría (ver **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución	IUCN	CITES 2008
Betulaceae	<i>Carpinus caroliniana</i> Walt.	A	No endémica	No incluida	No incluida
Cactaceae	<i>Mammillaria magnifica</i>	Pr	Endémica	No incluida	Apendice II





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución	IUCN	CITES 2008
	<i>Buchenau</i>				
Celastraceae	<i>Zinowiewia concinna</i> Lundell	Pr	No endémica	No incluida	No incluida
Cochlospermaceae	<i>Amoreuxia palmatifida</i> Moc. & Sessé ex DC.	Pr	No endémica	No incluida	No incluida
Compositae	<i>Zinnia violacea</i> Cav.	A	No endémica	No incluida	No incluida
Crassulaceae	<i>Sedum frutescens</i> Rose	Pr	Endémica	No incluida	No incluida
Gentianaceae	<i>Gentiana spathacea</i> HBK.	Pr	No endémica	No incluida	No incluida
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> HBK.	P	No endémica	No incluida	No incluida
Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	A	No endémica	No incluida	No incluida
Orchidaceae	<i>Cypripedium irapeanum</i> Lex.	A	No endémica	No incluida	Apendice II
Orchidaceae	<i>Galiottiella sarcoglossa</i> (A. Rich. & Gal.)Schltr.	Pr	No endémica	No incluida	Apendice II
Orchidaceae	<i>Oncidium unguiculatum</i> Lindl.	A	No endémica	No incluida	Apendice II
Orchidaceae	<i>Pleurothallis nigriflora</i> L.O. Wms.	Pr	Endémica	No incluida	Apendice II
Orchidaceae	<i>Ponera dressleriana</i> Soto	Pr	Endémica	No incluida	Apendice II
Aquifoliaceae	<i>Ilex toluhana</i> Hemsl.	No incluida	No endémica	VU	No incluida
Araliaceae	<i>Oreopanax peltatus</i> Linden ex Regel	No incluida	No endémica	VU	No incluida
Leguminosae	<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	No incluida	No endémica	VU	No incluida
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	No incluida	No endémica	VU	Apéndice II
Cactaceae	<i>Acanthocereus subinermis</i> Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Cephalocereus chrysacanthus</i> Weber) Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Coryphantha bummama</i> (Ehrenb.) Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Coryphantha elephantidens</i> Lem.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Echinocereus scopolorum</i> Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.	No incluida	No endémica	LC	Apéndice II
Cactaceae	<i>Heliocereus elegantissimus</i> Britt. & Rose var. <i>stenopetalus</i> H. Bravo	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Heliocereus speciosus</i> (Cav.) Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Hylocereus ocamponis</i> (Salm-Dyck) Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución	IUCN	CITES 2008
Cactaceae	<i>Lemaireocereus beneckeii</i> (Ehrenb.) Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Lemaireocereus griseus</i> (Haw.) Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Lemaireocereus weberi</i> (Coul.) Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Mammillaria crassior</i> Reppenhagen	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Mammillaria conspicua</i> Purpus	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Mammillaria dealbata</i> Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Mammillaria elegans</i> DC.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiff.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Mammillaria hubertmullieri</i> Reppenhagen	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Mammillaria karwinskiana</i> Martius	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Mammillaria nunezi</i> (Britt. & Rose) Orcutt	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Mammillaria rekoii</i> (Britt. & Rose) Vaupel	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Mammillaria rhodantha</i> Link. & Otto	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Mammillaria spinosissima</i> Lem.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Martius)	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Nopalea auberii</i> (Pfeiff.) Salm-Dyck	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Nopalea karwinskiana</i> (Salm-Dyck) K. Schum.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Opuntia atropes</i> Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Opuntia fuliginosa</i> Griffiths	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Opuntia pubescens</i> Wendl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Opuntia pumila</i> Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i> Wendl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Opuntia velutina</i> Weber	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Pachycereus grandis</i> Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Pachycereus marginatus</i> (DC.) Britt. & Rose	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución	IUCN	CITES 2008
Cactaceae	<i>Pachycerres weberi</i> (Coult.) Backeberg	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Peniocereus serpentinus</i> (Lag. & Rodríguez) N. P. Taylor	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Peniocereus viperinus</i> (Weber) Buxb.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Stenocereus beneckei</i> (Ehrenb.) Buxb.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Stenocereus dumortieri</i> (Scheidw.) Buxb.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiff.) Riccobono	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Cactaceae	<i>Wilcoxia tomentosa</i> H. Bravo	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Barkeria chinensis</i> (Lindl.) Thien	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Barkeria uniflora</i> (Lex.) Dressler & Halb.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia adenocarpa</i> Richb. f.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia campanulata</i> Lex.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia coccinea</i> Lex.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia gracilis</i> Lodd.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia greenmaniana</i> L.O. Wms.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia macristhmochila</i> Greenm.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia parkinsonii</i> Hook.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia punctata</i> La Llave & Lex.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia purpurata</i> A. Rich. & Gal.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia purpurea</i> (Lam.) DC.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia reflexa</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bletia roezlii</i> Rchb.f.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Brachystele affinis</i> (Schweinf) Balogh & González	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Bulbophyllum negelii</i> L.O. Wms.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Cattelya aurantiaca</i> (Batem. ex Lindl.) P. N. Don.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Clowesia thylaciochila</i> (Lem.) Dodson	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Corallorrhiza eherebergii</i> Rchb. f.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución	IUCN	CITES 2008
Orchidaceae	<i>Corallorrhiza maculata</i> Raf.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Corallorrhiza wisteriana</i> Conrad	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Cranichis mexicana</i> (A. Rich. & Gal.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Cranichis subumbellata</i> A. Rich. & Gal.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Cyclopogon prasophyllum</i> (Rchb. f.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium punctatum</i> (L.) Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Deyregine pyramidalis</i> (Lindl.) Burns-Balogh	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Deiregine rhombifolia</i> Garay	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Deyregine tenuiflora</i> (Greenm.) Burns-Balogh	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Dichaea squarrosa</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Dichromanthus cinnabarinus</i> (La Llave &	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia adenocarpa</i> (Lex.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia aenicta</i> Dressler & Pollard	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia concolor</i> (Lex.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia hastata</i> (Lindl.) Dressler & Pollard	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia linkiana</i> (Klotzsch.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia meliosma</i> (Rchb. f.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia michoacana</i> (La Llave & Lex.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia microbulbon</i> (Hook.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia pringlei</i> (Rolfe) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia rhombilabia</i> Rosillo	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia spatella</i> (Rchb. f.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia tripunctata</i> (Lindl.) Dressler	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Encyclia varicosa</i> (Lindl.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución	IUCN	CITES 2008
Orchidaceae	<i>Epidendrum anisatum</i> Lex.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Epidendrum conopseum</i> R. Br.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Epidendrum cusii</i> Hágsater	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Epidendrum eximium</i> L. O. Wms.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Epidendrum matudae</i> L. O. Wms.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Epidendrum miserum</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Epidendrum parkinsonianum</i> Hook.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Goodyera striata</i> Rchb. f.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Govenia capitata</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Govenia lagenophora</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Govenia superba</i> (Lex.) Lindl. ex Lodd.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Habenaria alata</i> Hook.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Habenaria breviliabiata</i> A. Rich. & Gal.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Habenaria clypeata</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Habenaria crassicornis</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Habenaria guadalajarana</i> S. Wats.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Habenaria novemfida</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Habenaria quinqueseta</i> (Michx.) Sw.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Habenaria strictissima</i> Rchb. f.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Hexalectris brevicaulis</i> L.O. Wms.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Hexalectris grandiflora</i> (A. Rich. & Gal.) L.O. Wms.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Hintonella mexicana</i> Ames	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Kionophyton sawyeri</i> (Standl. & L.O. Wms.) Garay	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Kionophyton seminudum</i> (Schltr.) Garay	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Laelia autumnalis</i> (Lex.) Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Lemboglossum apterum</i> (La Llave & Lex.) Halb.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Lemboglossum cervantesii</i> (La Llave & Lex.) Halb.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Lemboglossum maculatum</i> (La Llave & Lex.) Halb.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II







MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución	IUCN	CITES 2008
Orchidaceae	<i>Leochilus carinatus</i> (Knowl. & Westc.) Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Liparis cordiformis</i> Schweinf.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Liparis draculooides</i> Greenw.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Liparis greenwoodiana</i> Espejo	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis brachyrrynchos</i> (Rchb. f.) Ames	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis carnososa</i> (HBK.) Schweinf.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis corymbosa</i> (S. Wats.) Kuntze	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis ehrenbergii</i> (Rchb. f.) Ktze.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis fastigiata</i> (Rchb. f.) Ktze.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis lepidotha</i> (Finet) Ames	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis majanthemifolia</i> Schtdl. & Cham.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis ocreata</i> (S. Wats.) Ames	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis rosei</i> Ames	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis rosilloi</i> González-Tamayo & Greenw.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis salazarii</i> Catling	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis soulei</i> L.O. Wms.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis streptopelata</i> (B. L. Rob. & Greenm.)	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis stricta</i> L.O. Wms.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis tenuis</i> (S. Wats.) Ames	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis unifolia</i> Michx.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Malaxis variabilis</i> Batem. ex Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Myrmecophila galeottiana</i> (Rich.) Rolfe	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Oncidium apterum</i> La Llave & Lex.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Oncidium cavendishianum</i> Bateman	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Oncidium cebolleta</i> (Jacq.) Sw.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Oncidium graminifolium</i> (Lindl.) Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución	IUCN	CITES 2008
Orchidaceae	<i>Oncidium hastatum</i> (Batem.) Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Oncidium hyalinobulbon</i> Lex.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Oncidium liebmannii</i> Rchb. f.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Oncidium suave</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Platanthera brevifolia</i> (Greene) Krzin.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Platanthera limosa</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Pleurothallis crysantha</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Pleurothallis hirsuta</i> Ames	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Pleurothallis oestlundiana</i> L.O. Wms.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Pleurothallis retusa</i> (Lex.) Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Ponthieva ehippium</i> Rchb. f.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Ponthieva maculata</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Ponthieva racemosa</i> (Walter) Mohr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Prescottia tubulosa</i> (Lindl.) L.O. Wms.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Sarcoglottis rosulata</i> (Lindl.) Don.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Sarcoglottis sceptrodes</i> (Rchb. f.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Sarcoglottis schaffneri</i> (Rchb. f.) Ames	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Schiedeella congestiflora</i> (L.O. Wms.) Balogh	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Schiedeella densiflora</i> (Schweinf.) Balogh	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Schiedeella eriphora</i> (B. L. Rob. & Greenm.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Schiedeella hyemalis</i> (A. Rich. & Gal.)	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Schiedeella llaveana</i> (Lindl.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Schiedeella michoacana</i> (La Llave & Lex.) Balogh	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Schiedeella rubrocallosa</i> (B. L. Rob. & Greenm.) Balogh	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Schiedeella sparsiflora</i> (Schweinf.) Balogh	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Spiranthes graminea</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Spiranthes rhombilabia</i>	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II





Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución	IUCN	CITES 2008
	(Garay) McVaugh				
Orchidaceae	<i>Spiranthes pyramidalis</i> Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Stanhopea hernandezii</i> (Kunth) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Stenorrhynchos aurantiacus</i> (La Llave & Lex.) Lindl.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II
Orchidaceae	<i>Triphora mexicana</i> (Wats.) Schltr.	No incluida	No endémica	No incluida	Apéndice II

A lo largo del DDV del proyecto se detectó que las especies identificadas durante las visitas de campo, no se encuentran incluidas en algún estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 o la lista roja de la IUCN; sin embargo, las especies de la familia cactaceae se encuentran incluidas dentro del apéndice II de la CITES.

#### IV.2.2.2 Fauna terrestre y/o acuática

La fauna constituye un indicador excelente de las condiciones ambientales de un determinado ámbito geográfico. En los estudios de impacto ambiental es obligado efectuar una evaluación de la fauna silvestre tendiente a satisfacer tres objetivos:

- Seleccionar un grupo faunístico que describa la integridad ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto o la actividad.
- Identificar las especies incluidas dentro de categorías de riesgo, reconocidas por la normatividad nacional (NOM-059-SEMARNAT-2001) ó aquellas emanadas de tratados internacionales suscritos por nuestro país (CITES 2008).
- Considerar el grado de vulnerabilidad de las especies que serán afectadas por el establecimiento del proyecto y que no se encuentran en algún régimen de protección.

Para propósitos del presente estudio, en principio se eligió a los vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos) como el grupo faunístico "indicador" de la integridad ecológica funcional del SAR del "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higuero)" ya que se trata del componente faunístico que exhibe el menor número de limitantes ocasionadas por las dificultades taxonómicas inherentes al grupo, escalas espaciales de su distribución o su estacionalidad, atributos que facilitan el cumplimiento de los objetivos planteados anteriormente para la evaluación de la fauna silvestre.

Como se mencionó al principio de este apartado, para obtener las condiciones bióticas que se desarrollan dentro del SAR, se llevaron a cabo salidas de campo en las cuales se realizaron recorridos sobre transectos con el fin de identificar las especies de fauna que se distribuyen a lo largo del trazo del proyecto, durante dichos recorridos se registraron todas las especies de vertebrados, protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2001 y el CITES 2008 a partir de encuentros visuales, siguiendo la técnica de Crump y Scott (1994). Las identificaciones fueron realizadas con el apoyo de las siguientes guías de campo: Aguilar et al. (1998) y Castro-Franco y Bustos-Zagal (2006) para anfibios y reptiles; Van Perlo (2006); Peterson y Chalif (1989) y National Geographic (2002) en el caso de aves; finalmente, Burt y Grossenheider (1976) para mamíferos. Las observaciones se realizaron con la participación de un equipo de trabajo, equipadas con binoculares 7X25 y 10X50. Los transectos fueron recorridos durante el día. Cuando las circunstancias lo permitieron, se





procedió a obtener fotografías de ejemplares de las especies encontradas, para ello se uso una cámara digital con aumento de 8X y una resolución de 5 MG.

Adicionalmente se registraron rastros indirectos de vertebrados, tales como huellas, plumas, esqueletos, madrigueras, cadáveres, etc., detectados en campo, para lo cual se emplearon las guías de identificación de Murie (1974) y Aranda (2002). En todos los casos se llevo un registro fotográfico de los rastros observados durante la visita de campo. Las observaciones se realizaron visualmente o con la ayuda de binoculares 7X25 y 10X50. El sitio de avistamiento de cada individuo fue registrado con un GPS, empleando coordenadas UTM (Units Transverse Mercator), zona 14 y representado en el GIS Arc/View 3.2.

La abundancia individual de las especies de fue obtenida mediante procedimientos de tiempo restringido (time constraint procedures), cuya estimación consiste en expresar los datos de abundancia individual de especies como el número de animales vistos por unidad (km) de hábitat por hora (Bury y Raphael, 1983; Corn y Bury, 1990), mediante está técnica la abundancia es expresada en término del número de animales por unidad de esfuerzo (hrs).

Para estimar la diversidad de la fauna de vertebrados, protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2001 y el CITES 2008, se empleó el índice de Diversidad de Shannon-Weaner. Este índice mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo, elegido al azar dentro de la comunidad.

El índice de Diversidad de Shannon-Weaner se calculó mediante la siguiente expresión:

$$H' = S \sum_{i=1}^n P_i \lg P_i$$

Donde S es el número de especies y Pi es la proporción total de individuos que constituyen la ita especie. Las proporciones (Pi) se entienden como proporciones reales de la población que está siendo muestreada, en la práctica, por lo **general se estiman como  $P_i \approx n/N$** , donde n es el número de individuos de una especie dada y N el número de individuos total.

Para mamíferos de mediano a gran tamaño se empleó la técnica de estaciones olfativas, en combinación con el muestreo de franjas o transectos lineales. La técnica de estaciones olfativas consiste en lo siguiente:

**Estaciones Olfativas.** Consiste en colocar un atrayente (generalmente una pastilla de aminoácidos, esencia de fragancia masculina, sardina etc.), en el centro de un círculo de 1 m de diámetro, el cual ha sido previamente cubierto por tierra fina tamizada.

Esta técnica se emplea en el caso de mamíferos de mediano tamaño. Se basa en el hecho de que los mamíferos son atraídos hacia el círculo de tierra fina por el atrayente, plasmando sus huellas, mismas que posteriormente son identificadas mediante el empleo de guías especializadas. En las Figura 37 y Figura 38 se representa la colocación de las trampas olfativas.



**Figura 37. Tamizado de tierra para preparar la trampa olfativa.**



**Figura 38. La trampa olfativa queda lista una vez que se ha delimitado un círculo de tierra tamizada y en el centro se coloca el atrayente, por último se marca una huella testigo.**

Con las estaciones olfativas, se obtuvo una estimación poblacional de las especies de mamíferos de mediano tamaño basada en un índice de huellas, la cual se obtuvo aplicando la siguiente relación:

$$\text{Índice de huellas (para cada especie)} = \frac{\# \text{ de estaciones olfativas visitadas}}{\# \text{ de estaciones olfativas activas}}$$

Donde las estaciones olfativas visitadas corresponden a aquellas donde se detectaron huellas de la misma especie, las estaciones olfativas activas son aquellas de las que se tiene la certeza de que estuvieron en condiciones de grabar las huellas de los animales que las visitaron. Para obtener el inventario de roedores se utilizaron 25 trampas tipo Fitch. Para murciélagos, se empleó una red de niebla de 6 m. En el caso de roedores y murciélagos, la abundancia relativa fue obtenida con base en el esfuerzo de captura, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{Esfuerzo de captura por especie} = \# \text{ de individuos capturados} / \text{tiempo efectivo de muestreo.}$$



Finalmente, cuando las circunstancias lo permitieron, se efectuaron entrevistas con los pobladores locales donde, con la ayuda de las guías de identificación señaladas con anterioridad, se le pidió a los entrevistados que reconocieran fotografías de las especies de vertebrados presentes en la zona, la lista de especies obtenida fue verificada con los registros disponibles en la literatura especializada y con la información obtenida en campo.

**Trabajo de Gabinete:** La técnica empleada para la obtención de una lista, razonablemente completa, de las especies de fauna silvestre presentes en el SAR del **"Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuero)"** fue fundamentalmente mediante investigación documental y la obtención de registros disponibles en colecciones científicas. Las obras consultadas fueron los trabajos compilatorios más relevantes para diferentes grupos de vertebrados, los cuales incluyen mapas de distribución geográfica actualizados e información sobre el tipo de vegetación, intervalos altitudinales y provincias fisiográficas que ocupan las diferentes especies. De cada uno de estos trabajos se efectuó una selección inicial de especies potencialmente presentes en el SAR, las cuales fueron depuradas cotejando la información disponible sobre el tipo de vegetación, intervalos altitudinales y provincias fisiográficas, así como los requerimientos específicos de cada especie previamente seleccionada.

Dichas listas fueron completadas con la recopilación de registros disponibles en trabajos enfocados al estudio de la fauna del estado de Morelos, (Álvarez-Castañeda, 1996; Ramírez-Albores y Ramírez- Cedillo, 2002; Castro-Franco, R. y M. G. Bustos-Zagal, 2003; Castro-Franco *et al.* 2005; Archaga-Ocampo et al. 2008). Dichos registros fueron georreferenciados y localizados dentro de un Sistema de Información Geográfica y sobrepuestos dentro del polígono correspondiente al Sistema Ambiental Regional, de esta forma se complemento la información obtenida mediante las visitas de campo y se obtuvo un panorama más completo de la diversidad faunística dentro del SAR.

#### **Obtención de categorías de riesgo y especies de interés comercial**

Con objeto de identificar a las especies de fauna silvestre en peligro de extinción, se cotejo los listados faunísticos incluidos en la presente MIA- Regional, con las listas de especies incluidas en las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y la Lista Roja de Especies en Peligro de la IUCN (2007). Para evaluar la importancia comercial se consultó la lista de especies contempladas dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) 2008, la cual tiene por finalidad velar que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para su supervivencia. Las especies cinegéticas fueron identificadas a partir de los calendarios de época hábil por temporadas anuales de la Dirección General de Vida Silvestre, disponibles en el portal de Internet de la SEMARNAT.

#### ***IV.2.2.2.1 Composición de las comunidades faunísticas***

Como producto de la revisión bibliográfica y el trabajo de campo realizado, **se ha detectado la presencia de 305 especies, pertenecientes a 225 géneros y 87 familias de vertebrados** distribuidas dentro del SAR. Un total de 26 especies presentes en el SAR son endémicas a México. **A lo largo del trazo del proyecto, a través de los muestreos realizados se ha confirmado la presencia de 58 especies.** El desglose por grupos, así como las fuentes de información consultadas se presenta a continuación:

Cabe señalar que dada la extensión de los listados de flora y fauna, estos se incluyen dentro del anexo IV.2 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.





- **Peces**

Se efectuó una revisión bibliográfica de los trabajos de Álvarez del Villar (1970), Espinosa-Pérez *et al.* (1993) y Miller *et al.* (2006). Dicha revisión fue complementada mediante la revisión de la base de datos de la Colección Nacional de Peces Dulceacuícolas Mexicanos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN (ENCB, IPN) disponible en la REMIB (Pérez-Espinosa, 2001; Díaz-Pardo, 2003). Aquí se enlistan **15 especies**, pertenecientes a 14 géneros y 6 familias, dentro **del SAR del Proyecto**, de las cuales 8 son endémicas a México (ver Tabla 34). **En la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto se confirmó una especie** (ver Tabla 36).

- **Anfibios**

La lista de especies de anfibios presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto fue obtenida mediante la consulta de los trabajos de Aguilar et al. (1993), Castro-Franco y Bustos (2003, 2006). La nomenclatura taxonómica es acorde con los trabajos de Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004) y Frost (2008). Los nombres comunes son los recomendados por Aguilar et al. (1993) y Liner (1994). La información sobre distribución geográfica fue consultada en Flores-Villela (1993). **Se reportan 13 especies, pertenecientes a seis géneros e igual número de familias, dentro del SAR del Proyecto**, de las cuales siete son endémicas a México (ver Tabla 35). En la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto se confirmó la presencia de una especie (ver Tabla 36).



**Tabla 34. Especies de peces presentes en el SAR del Proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higuierón)".**

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución Nacional	IUCN 2007	CITES 2008	Aprovechamiento
Characidae	<i>Astyanax aeneus</i>	Pepesca	No Incluida	Extraterritorial	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Cichlidae	<i>Cichlasoma istlanum</i>	Mojarra del Balsas	No Incluida	Endémica	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Cichlidae	<i>Herichthys cyanoguttatus</i>	Mojarra del Norte	No Incluida	Extraterritorial	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia Negra	No Incluida	Introducida	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Cichlidae	<i>Rocio octofasciata</i>	ND	No Incluida	Extraterritorial	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Cyprinidae	<i>Aztecula sallei</i>	ND	No Incluida	Endémica	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i>	Carpa Dorada	No Incluida	Endémica	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa Común	No Incluida	Endémica	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Cyprinidae	<i>Hybopsis boucardi</i>	Carpa del Balsas	No Incluida	Endémica	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Goodeidae	<i>Ilyodon whitei</i>	Mexcalpique Cola Partida	No Incluida	Endémica	CR	No Incluida	No Incluida
Ictaluridae	<i>Ictalurus balsanus</i>	Bagre del Balsas	No Incluida	Endémica	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Poeciliidae	<i>Heterandria bimaculata</i>	Guatopote Manchado	No Incluida	Extraterritorial	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	No Incluida	Introducida	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Poeciliidae	<i>Poeciliopsis balsas</i>	Guatopote del Balsas	No Incluida	Endémica	No Evaluada	No Incluida	No Incluida
Poeciliidae	<i>Xiphophorus helleri</i>	Cola de Espada	No Incluida	Extraterritorial	No Evaluada	No Incluida	No Incluida

Categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001: Pr = Sujeta a Protección Especial; A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción. Categorías de riesgo en lista roja de especies en peligro de IUCN 2007: LR = Bajo Riesgo; VU = Vulnerable; EN = En Peligro; CR = Críticamente en Peligro.

**Tabla 35. Especies de anfibios presentes en el SAR del Proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higuierón)".**

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución Nacional	IUCN 2006	CITES	Aprovechamiento
Bufoidae	<i>Bufo marinus</i>	Sapo Gigante	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Amuleto
Bufoidae	<i>Bufo occidentalis</i>	ND	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida	No Incluida
Bufoidae	<i>Bufo perplexus</i>	ND	No Incluida	Endémica	EN	No Incluida	No Incluida
Bufoidae	<i>Bufo marmoratus</i>	ND	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida	No Incluida
Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	ND	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	No Incluida
Hylidae	<i>Hyla smaradigma</i>	Ranita Arbolea	Pr	Endémica	LR	No Incluida	No Incluida
Hylidae	<i>Hyla smithii</i>	Ranita Dorada	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida	No Incluida
Hylidae	<i>Smilisca baudini</i>	Rana Arborícola	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida	No Incluida







Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución Nacional	IUCN 2006	CITES	Aprovechamiento
Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus augusti</i>	ND	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	No Incluida
Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Rana Chilladora	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida	No Incluida
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Sapito	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	No Incluida
Ranidae	<i>Rana catesbiana</i>	ND	No Incluida	Extraterritorial	No Evaluada	No Incluida	Alimento/ Animal de Laboratorio
Ranidae	<i>Rana forreri</i>	Rana Café	Pr	Extraterritorial	LR	No Incluida	No Incluida

Categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001: Pr = Sujeta a Protección Especial; A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción. Categorías de riesgo en lista roja de especies en peligro de IUCN 2007: LR = Bajo Riesgo; VU = Vulnerable; EN = En Peligro; CR = Críticamente en Peligro.





- **Reptiles**

La lista de especies distribuidas dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto fue obtenida mediante la revisión de los trabajos de Aguilar *et al.* (1993), Castro-Franco y Bustos (2003). La nomenclatura taxonómica es acorde con Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004). Los nombres comunes son los recomendados por Aguilar *et al.* (1993) y Liner (1994). La información sobre distribución geográfica es la proporcionada por Flores-Villela (1993). Se registran **37 especies**, agrupadas en 29 géneros y 14 familias, **dentro del SAR del Proyecto**, de las cuales 18 son endémicas a México. En la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto se confirmó la presencia de **14 especies**, pertenecientes a 11 géneros (ver Tabla 36).

- **Aves**

El listado de especies localizadas dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto fue obtenido mediante la revisión de los trabajos de Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo (2002), Howell y Webb (1995) y Van Perlo (2006). La nomenclatura taxonómica, nombres comunes e información sobre distribución geográfica. Se **registran 179 especies**, pertenecientes a 127 géneros y 44 familias, **dentro del SAR del Proyecto**, de las cuales 22 son endémicas a México. En la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto se confirmó la presencia de 32 especies (ver Tabla 36).

- **Mamíferos**

El listado fue confeccionado a partir de la revisión de los trabajos de Álvarez-Castañeda (1996) y Ceballos y Oliva (2005). La nomenclatura taxonómica, nombres comunes e información sobre distribución geográfica fueron obtenidos a partir de Ceballos y Oliva (2005). Se reportan **61 especies**, pertenecientes a 49 géneros y 17 familias, **dentro del SAR del Proyecto**, de las cuales cuatro son endémicas a México. En la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto se confirmó la presencia de 11 especies (ver Tabla 36).



**Tabla 36. Especies de vertebrados presentes en la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco- Xicatlacotla (El Higuero)". Se indican las localidades donde fue registrada cada especie.**

Especie	Nombre común	NOM.059-SEMARNAT-2001	IUCN 2007	CITES 2008	Selva baja caducifolia conservada (primaria)						Selva baja caducifolia perturbada (secundaria)					Acahual y vegetación riparia			Matriz (campos agrícolas, pastizal inducido)				
					Altavista	Emiliano Zapata	Temilpa viejo potrero	Camino a San Rafael	Cerro Cuachi	Cerro Diolochi	Higuerón	Granja Piscicola	Río Yautepac	Termoeléctrica	Cerro de las Trincheras	Puente de Amanzac II	Puente de Amanzac I	Barranca la Cuera	Huerto Nuevo Xochimilco	El Salitre	Huacatlaco	Camino a Tlatica	
Peces																							
<i>Poeciliopsis balsas</i>	Guatopote del Balsas	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-	-	-	X		
Anfibios																							
<i>Bufo marmoreus</i>	Sapo Jaspeado	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X		
Reptiles																							
<i>Aspidocelis deppei</i>	Cuije	No Incluida	LR	No Incluida	X	X	X	-	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-	-	X	-		
<i>Aspidocelis sacki</i>	Campeche/Cuije	No Incluida	LR	No Incluida	X	-	-	-	X	-	X	X	-	X	X	X	-	-	-	X	-		
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra/Garrobo	A	No Incluida	No Incluida	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	X		
<i>Heloderma horridum</i>	Escorpión	A	LR	Apéndice II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-		
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga casquito	Pr	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-		
<i>Mabuya brachyopoda</i>	Salamanquesa rayada	No Incluida	No Incluida	No Incluida	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Masticophis mentovarius</i>	Chirrión	No Incluida	LR	No Incluida	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Micrurus fulvius fitzingeri</i>	Coralillo	Pr	LR	No Incluida	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-		
<i>Salvadora mexicana</i>	Culebra Parchada Mexicana	A	LR	No Incluida	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Sceloporus gadoviae</i>	Lagartija de las rocas	No Incluida	LR	No Incluida	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X		
<i>Sceloporus horridus</i>	Chintete común	No Incluida	LR	No Incluida	X	X	-	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X		
<i>Sceloporus ochotorenae</i>	Brinca cara/Chintete	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-		
<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa Nauyaca Mexicana	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Urosaurus</i>	Roñito de Árbol	No Incluida	LR	No Incluida	X	X	-	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-	-	-	-	X		





TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)

Varios Municipios del Estado de Morelos

Especie	Nombre común	NOM.059-SEMARNAT-2001	IUCN 2007	CITES 2008	Selva baja caducifolia conservada (primaria)							Selva baja caducifolia perturbada (secundaria)					Acahual y vegetación riparia			Matriz (campos agrícolas, pastizal inducido)								
					Altavista	Emiliano Zapata	Temilpa viejo potrero	Camino a San Rafael	Cerro Cuachi	Cerro Diolochi	Higuerón	Granja Piscicola	Río Yautepac	Termoeléctrica	Cerro de las Trincheras	Puente de Amanizac II	Puente de Amanizac I	Barranca la Cuera	Huerto Nuevo Xochimilco	El Salitre	Huacatlaco	Camino a Tlaica						
<i>bicarinatus</i>																												
Aves																												
<i>Aemophila humeralis</i>	Zacatonero Pechinegro	No Incluida	LR	No Incluida	-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo Sargento	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ardea herodias</i>	Garzón Cenizo	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla Coliroja	No Incluida	LR	No Incluida	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caprimulgus ridwayi</i>	Tapacaminos prestame tu cuchillo	No Incluida	LR	No Incluida	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caracara plancus</i>	Quebranta Huesos	No Incluida	LR	Apéndice II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	
<i>Cathartes aura</i>	Aura Cabecirroja	No Incluida	LR	No Incluida	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	X	
<i>Columbina inca</i>	Coquita	No Incluida	LR	No Incluida	X	X	X	X	-	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola Común	No Incluida	LR	No Incluida	-	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijui	No Incluida	LR	No Incluida	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí Piquiancho	No Incluida	LR	Apéndice II	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos Menor	No Incluida	LR	No Incluida	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Glaucidium gnoma</i>	Tecolotito Serrano	Pr	LR	Apéndice II	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Ranchera	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	X	X	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	
<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero Dorsirrayado	No Incluida	LR	No Incluida	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	
<i>Lanius ludovicianus</i>	Lanio Americano	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	





TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)

Varios Municipios del Estado de Morelos

Especie	Nombre común	NOM.059-SEMARNAT-2001	IUCN 2007	CITES 2008	Selva baja caducifolia conservada (primaria)						Selva baja caducifolia perturbada (secundaria)					Acahual y vegetación riparia			Matriz (campos agrícolas, pastizal inducido)				
					Altavista	Emiliano Zapata	Temilpa viejo potrero	Camino a San Rafael	Cerro Cuachi	Cerro Diolochi	Higuerón	Granja Piscicola	Río Yautepec	Termoeléctrica	Cerro de las Trincheras	Puente de Amanizac II	Puente de Amanizac I	Barranca la Cuera	Huerto Nuevo Xochimilco	El Salitre	Huacatlaco	Camino a Tlaica	
<i>Molothrus ater</i>	Vaquero Cabecicafé	No Incluida	LR	No Incluida	X	-	X	X	-	-	X	X	X	-	X	-	X	-	-	X	-	X	
<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Coronicafé	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Myarchus cinerascens</i>	Copetón Gorjiceno	No Incluida	LR	No Incluida	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca Mexicana	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Domestico	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	
<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz Barrada	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Listado	No Incluida	LR	No Incluida	X	X	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Plegadis chihi</i>	Ibis Cariblanco	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	X	X	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-	X	-	X	X	-
<i>Turdus assimilis</i>	Zorzal Gorjiblanco	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano Piquigruoso	No Incluida	LR	No Incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huiota	No Incluida	LR	No Incluida	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	
Mamíferos																							
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	No Incluida	LR	No incluida	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	No incluida	LR	No incluida	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	No Incluida	LR	No incluida	X	X	X	-	-	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	
<i>Conepatus mesoleucus mesoleucus</i>	Zorrillo	No incluida	LR	No incluida	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	





TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)

Varios Municipios del Estado de Morelos

Especie	Nombre común	NOM.059-SEMARNAT-2001	IUCN 2007	CITES 2008	Selva baja caducifolia conservada (primaria)						Selva baja caducifolia perturbada (secundaria)					Acahual y vegetación riparia			Matriz (campos agrícolas, pastizal inducido)								
					Altavista	Emiliano Zapata	Temilpa viejo potrero	Camino a San Rafael	Cerro Cuachi	Cerro Diolochi	Higuerón	Granja Piscicola	Río Yautepec	Termoeléctrica	Cerro de las Trincheras	Puente de Amanizac II	Puente de Amanizac I	Barranca la Cuera	Huerto Nuevo Xochimilco	El Salitre	Huacatlaco	Camino a Tlaica					
<i>Dasyus novemcinctus davisii</i>	Armadillo de nueve	No Incluida	LR	No incluida	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	No incluida	LR	No incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	No incluida	LR	No incluida	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón	No Incluida	LR	No incluida	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	
<i>Sylvilagus cunicularis</i>	Conejo	No Incluida	LR	No incluida	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Urocyon cynereoargenteus</i>	Zorro gris	No Incluida	LR	No incluida	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Canis latrans cagottii</i>	Coyote	No Incluida	LR	No incluida	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	





#### IV.2.2.2.2 Presencia de especies animales bajo régimen de protección (NOM-059-SEMARNAT-2001 y CITES, 2007)

De las 305 especies presentes en el SAR, 37 se encuentran incluidas dentro de la NOM-SEMARNAT-2001. De ellas, dos se encuentran en Peligro de Extinción (P), 11 son consideradas Especies Amenazadas (A) y 24 son enlistadas como Especies Sujetas a Protección Especial. En la Lista Roja de Especies en Peligro de IUCN 2008, se encuentran enlistadas siete especies. Una es considerada Especie en Peligro Crítico (CR), tres son consideradas en Peligro (EN) y tres son consideradas Especies Vulnerables (VU). Un total de 28 especies se encuentran enlistados en la CITES 2008, de ellas, 25 se encuentran dentro del Apéndice II y tres dentro del Apéndice I.

En la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto se comprobó fehacientemente la presencia de seis especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001: tres de ellas se consideran Especies Amenazadas (A), el resto son catalogadas como Especies Sujetas a Protección Especial. No hay especies incluidas dentro de la Lista Roja de Especies en Peligro de la IUCN 2007. En el caso de la CITES 2008, un total de cinco especies se encuentran enlistadas dentro del Apéndice II.

- **Peces**

Ninguna especie de peces presentes dentro del SAR se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Sin embargo, una especie (*Ilyodon whitei*) se encuentran incluida dentro de la Lista Roja de Especies en Peligro de la IUCN 2007 como Especie en Peligro Crítico (CR). Ninguna especie se encuentran en la CITES (ver Anexo IV.2).

- **Anfibios**

En el SAR se encuentran dos especies (*Hyla saragmadina* y *Rana forreri*) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, ambas incluidas dentro de la categoría de Especie Sujeta a Protección Especial (Pr). Una especie (*Bufo perplexus*) se encuentra dentro de la categoría de Especie en Peligro (EN) de la Lista Roja de Especies en Peligro de IUCN 2007. Ninguna especie se encuentra en la CITES 2008 (ver Anexo IV.2). La única especie de pez presente en la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto no se encuentra incluida dentro de los listados anteriores. La única especie de anfibio presente en la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto no se encuentra incluida dentro de los listados anteriores.

- **Reptiles**

**En la NOM-059-SEMARNAT-2001 se encuentran enlistadas 19 especies.** De ellas, siete se encuentran dentro de la categoría de Especie Amenazada (A) y 12 en la categoría de Especie Sujeta a Protección Especial (Pr). Ninguna especie se encuentra en la Lista Roja de Especies en Peligro de IUCN 2007. Cabe señalar que de las 19 especies enlistadas en la norma antes citada, son propensas a ser afectadas por el proyecto cinco especies, ya que a través de los muestreos se confirmó su presencia dentro del área correspondiente al derecho de vía, estas especies son: *Ctenosaura pectinata*, *Heloderma horridum* y *Salvadora mexicana*, quienes se encuentran en la categoría de especies Amenazadas y *Kinosternon integrum* y *Micrurus laticollaris* las cuales se incluyen dentro de la categoría de Especie Sujeta a Protección Especial (Pr). No hay especies incluidas dentro de la Lista Roja de Especies en Peligro de IUCN 2007. El escorpión *Heloderma horridum* se encuentra incluido además en el Apéndice II de la CITES 2008 (ver Tabla 36 y Anexo IV.2).

- **Aves**

**Dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 están registradas 11 especies,** de las cuales una se encuentra dentro de la categoría de Especie Amenazada (A) y 10 en la categoría de Especie Sujeta a



Protección Especial (Pr). Ninguna especie se encuentra en la Lista Roja de Especies en Peligro de IUCN 2007. Hay 17 especies incluidas dentro del Apéndice II de la CITES 2008 y se determinó que tres de estas especies se distribuyen dentro del área del derecho de vía del proyecto. De las 11 especies registradas en la norma antes señalada, el Tecolotito serrano (*Glaucidium gnoma*) es la especie más susceptible de ser afectada por el proyecto ya que se detectó su presencia en el área correspondiente al derecho de vía del mismo (ver Tabla 36).

- **Mamíferos**

**Enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 se encuentran cuatro especies**, de las cuales tres se encuentran enlistadas en la categoría de Especie Amenazada (A) y una en la categoría de Especie en Peligro de Extinción (P), *Leopardus pardalis nelsoni*. Cinco especies se encuentran en la Lista Roja de Especies en Peligro de IUCN 2007, dos en la categoría de Vulnerable (VU) y tres como Especie en Peligro (EN). Dentro de la CITES 2008 se encuentran seis especies; dos en el Apéndice I y cuatro en el Apéndice II. Ninguna de las especies de mamíferos presentes en la parte del SAR correspondiente al derecho de vía del Proyecto se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, Lista Roja de Especies en Peligro de IUCN 2007 o la CITES 2008.

#### **IV.2.2.2.3 Aprovechamiento de especies (especies en veda o dentro del calendario cinegético)**

Un total de 47 especies presentes en el SAR son objeto de algún tipo de aprovechamiento: Ocho se encuentran incluidas en el calendario cinegético 2008 de la Dirección General de Vida Silvestre; tres se aprovechan como alimento; 38 como aves de ornato o mascotas; dos en peletería o artesanías; una como animal de laboratorio; y una como amuleto (ver Tabla 37).

**Peces:** Una especie introducida (*Oreochromis mossambicus*) es empleada y aún cultivada para fines de alimentación humana en las comunidades presentes en el SAR del Proyecto.

**Anfibios:** En el SAR del proyecto, dos especies son objeto de aprovechamiento: La rana toro Rana catesbiana, la cual es una especie introducida, se emplea indistintamente como alimento o animal de laboratorio, mientras que el sapo Bufo marinus se emplea como amuleto.

**Reptiles:** En el SAR del Proyecto, tres especies de reptiles son objeto de aprovechamiento económico: La falsa coralillo (*Lampropeltis triangulum*) se utiliza como mascota; la tortuga de fango, *Kinosternon integrum*, se aprovecha indistintamente como mascota o alimento; en tanto que la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) es aprovechada como alimento, en peletería y artesanías o como mascota.

**Aves:** Dentro del SAR del Proyecto, siete especies están contempladas como especies cinegéticas, con épocas hábiles de aprovechamiento en el calendario cinegético 2008/2009. Las especies cinegéticas pertenecen a los géneros Anas, Zenaida, Colinus y Philortyx. Adicionalmente se encuentran 36 especies canoras y/o de ornato de subsistencia (ver Tabla 37). En el derecho de vía del proyecto se encuentran cinco especies canoras o de ornato de subsistencia; y dos especies (la codorniz Philortyx fasciatus y la paloma Huilota Zenaida macroura) incluidas dentro del calendario cinegético.

**Mamíferos:** En el SAR del Proyecto, únicamente el coyote (*Canis latrans*) tiene algún tipo de aprovechamiento, como especie cinegética.





**Tabla 37. Especies de fauna que presentan algún tipo de aprovechamiento dentro del SAR del proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higuérón)".**

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución nacional	IUCN 2007	CITES 2008	Aprovechamiento
<b>Peces</b>							
Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia Negra	No Incluida	Introducida	No Evaluada	No Incluida	Alimento
<b>Anfibios</b>							
Bufoidae	<i>Bufo marinus</i>	Sapo Gigante	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Amuleto
Ranidae	<i>Rana catesbiana</i>	ND	No Incluida	Extraterritorial	No Evaluada	No Incluida	Alimento/ Animal de Laboratorio
<b>Reptiles</b>							
Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa Coralillo	A	Extraterritorial	No Evaluada	No Incluida	Mascota
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana Negra	A	Endémica	No Evaluada	No Incluida	Alimento/Peletería/Artesanía/Mascota
Kinosternidae	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga de Fango	Pr	Endémica	LR	No Incluida	Alimentación/Mascota
<b>Aves</b>							
Anatidae	<i>Anas crecca</i>	Cerceta Aliverde	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Cinégetica (Época hábil 31/10/08 al 06/03/09)
Anatidae	<i>Anas discors</i>	Cerceta Aliazul	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Cinégetica (Época hábil 31/10/08 al 06/03/09)
Anatidae	<i>Anas strepera</i>	Pato Pinto	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Cinégetica (Época hábil 31/10/08 al 06/03/09)
Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis Americano	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Cardinalidae	<i>Passerina amoena</i>	Colorín Lazulita	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogruoso Azul	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras
Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín Azul	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras Y de Ornato de Subsistencia
Cardinalidae	<i>Passerina leclancherii</i>	Colorín Pechinaranja	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorin Morado	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Cardinalidae	<i>Pheucticus chrysopleus</i>	Picogruoso Amarillo	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras
Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogruoso Pechirrosado	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras
Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogruoso Tigrillo	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola Común	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras



TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)

Varios Municipios del Estado de Morelos

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución nacional	IUCN 2007	CITES 2008	Aprovechamiento
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	No Incluida	Extraterritorial	No Evaluada	No Incluida	Canoras
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Aliblanca	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida	Cinegética (Época hábil 7/11/08 al 1/03/ 09); Canoras
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huiyota	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Cinegética (Época hábil 7/11/08 al 1/03/ 09); Canoras
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca-hermosa Cariblanca	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras
Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Grande	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras
Emberizinae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión Arlequín	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras
Emberizinae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero Collarejo	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Emberizinae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Brincador	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Fringillidae	<i>Carduelis psaltria</i>	Dominico Dorsioscuro	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Fringílido Mexicano	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo Sargento	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero Tunero	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero Castaño	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Vaquero Ojirrojo	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras
Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Vaquero Cabecicafé	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras Y De Ornato De Subsistencia
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle Norteño	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuittlacoche Piquicurvo	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito Migratorio	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Domestico	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras
Phasianidae	<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz-Cotui Norteña	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Cinegética (Época hábil 16/03/09 al 05/05/09)
Phasianidae	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz Barrada	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida	Cinegética (Época hábil 18/01/08 al 05/02/09)
Ptilonotidae	<i>Ptilonotus cinereus</i>	Capulinero Gris	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia





Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución nacional	IUCN 2007	CITES 2008	Aprovechamiento
Thraupinae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara Roja	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzalito de Swainson	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Canoras
Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Zorzal Dorsirrufo	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida	Canoras y de Ornato de Subsistencia
<b>Mamíferos</b>							
Canidae	<i>Canis latrans cagottis</i>	Coyote	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida	Especie Cinegética (Época hábil 5/12/08 al 16/01/09)

Categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001: Pr = Sujeta a Protección Especial; A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción. Categorías de Riesgo en Lista Roja de Especies en Peligro de IUCN 2007: LR = Bajo Riesgo; VU = Vulnerable; EN = En Peligro; CR = Críticamente en Peligro.





**IV.2.2.2.4** Abundancia, distribución, densidad relativa y temporadas de reproducción de las especies en riesgo o especies relevantes

• **Diversidad**

**Distribución por tipos de vegetación.**

La mayor diversidad de especies que se distribuyen dentro del SAR, se encuentra en las diferentes etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia (ver Tabla 38). Dichas etapas sucesionales cuentan con un total de 241 especies (79% del total de especies presentes en el SAR), seguido de zonas cubiertas con campos agrícolas y pastizal inducido, con un total de 145 especies (47.5 % del total de especies). La vegetación riparia y acuática cuentan con menor riqueza específica; 63 y 46 especies, respectivamente. Estos datos se basan en la distribución potencial de especies, reportado en diferentes fuentes bibliográficas (Álvarez-Castañeda, 1996; Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo, 2002; Castro-Franco, R. y M. G. Bustos-Zagal, 2003; Castro-Franco *et al.* 2005; Archaga-Ocampo et al. 2008). Debe recordarse que las etapas de Selva Baja Caducifolia se distribuyen aproximadamente en la mitad del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

**Tabla 38. Distribución de las especies de fauna en los diferentes tipos de vegetación presente dentro del Sistema Ambiental Regional.**

GRUPO	SELVA BAJA CADUCIFOLIA (ETAPAS SUCESIONALES)	ZONAS ABIERTAS O PERTURBADAS (AGRICULTURA Y PASTIZAL INDUCIDO)	AEREO*	VEGETACIÓN RIPARIA	VEGETACIÓN ACUÁTICA Y SEMIACUÁTICA
PECES	5	11	NA	NA	16
ANFIBIOS	13	11	NA	10	10
REPTILES	33	23	NA	6	0
AVES	130	63	5	43	20
MAMIFEROS	60	37	NA	4	0
TOTAL	241	145	5	63	46

\*= En aves se considero un hábitat aéreo, debido a que se trata de especies que pasan la mayor parte del tiempo desplazándose de un lado a otro. Fuentes: Álvarez-Castañeda (1996); Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo (2002); Pérez-Espinosa (2001); Díaz-Pardo, 2003; Castro-Franco, R. y M. G. Bustos-Zagal (2003); Castro-Franco *et al.* (2005); Archaga-Ocampo et al. (2008).

En la Selva Baja Caducifolia primaria se localizan la mayoría de las especies especialistas de hábitat o incluidas dentro de listados de protección. Cabe señalar que la vegetación de zonas abierta o perturbadas alberga a un considerable número de especies, esto se debe a la presencia de muchas especies generalistas, las cuales se benefician de las actividades antropogénicas, en cambio, las especies especialistas suelen no presentarse en dichas zonas, por otro lado, las especies incluidas dentro de categorías de riesgo también se encuentran en menor número. Otra razón de la aparente abundancia de especies de fauna dentro de las zonas abiertas o perturbadas se debe a que, irónicamente, se trata de las zonas con la mayor cantidad de inventarios faunísticos. Los peces, anfibios y ciertas familias de aves acuáticas (Ardeidae, Anatidae, Charadriidae Podicipedidae, entre otras) muestran una marcada asociación con vegetación acuática y semiacuática, la cual se encuentra restringida dentro del SAR, a los principales ríos, como el Amacuzac, Yautepec y Cuautla, además de arroyos permanente (muy escasos dentro del SAR) y presas o bordos artificiales.



**Distribución por fragmentos de Etapas Sucesionales de Selva Baja Caducifolia.**

La obtención de la diversidad de especies en los diferentes fragmentos de Selva Baja Caducifolia del SAR del Proyecto se realizó mediante la georeferenciación de los registros de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos disponibles en la literatura especializada y bases de datos disponibles en la REMIB (Álvarez-Castañeda, 1996; Espinosa-Pérez, 2001; Díaz-Pardo, 2003; Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo, 2002; Castro-Franco, R. y M. G. Bustos-Zagal, 2003; Castro-Franco *et al.* 2005; Archaga-Ocampo et al. 2008). Cabe señalar que el número de especies con registros disponibles es menor al número de especies reportada en la presente MIA-R, esto se debe a que no todos los grupos cuentan con trabajos donde se mencione de manera explícita localidades concretas, susceptibles de ser ubicadas dentro del SAR, de tal suerte que únicamente se cuenta con registro para 101 especies (33.11% del total de especies con distribución potencial dentro del SAR del Proyecto) no obstante esta limitación, se obtuvieron patrones interesantes de distribución de especies en los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia presentes en el SAR, mismos que se describen a continuación:

**Tabla 39. Especies de fauna registradas en los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia presente dentro del Sistema Ambiental Regional.**

Grupos de selva baja caducifolia	Sistema Cerro Jojutla				Complejo del Cerro Santa María			Complejo de Sierras y Barrancas								
	Cerro Jojutla	Río Seco	Río Yautepec	Satélites del Cerro Jojutla	Cerro Loma Larga	Complejo del Cerro Santa María	Satélites del Complejo Santa María	Arroyo la Laja	Barranca Acayo	Barranca Honda	Barranca Seca	Barranca Tequesquites	Barranca Tequexcua	Cerro Ancho-Cerro Gordo	Cerro el Tecolote-Cerro-Coachi	La Huerta
Peces	2	ND	ND	ND	5	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Anfibios	2	ND	ND	ND	0	9	ND	ND	1	ND	ND	ND	ND	1	8	ND
Aves	5	ND	ND	ND	0	7	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	1	1	ND
Reptiles	9	ND	ND	ND	0	20	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	8	3	ND
Mamíferos	10	ND	ND	ND	0	22	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	9	9	ND
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>5</b>	<b>63</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>1</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>ND</b>
	<b>28</b>				<b>73</b>			<b>34</b>								

Fuentes: Álvarez-Castañeda (1996); Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo (2002); Pérez-Espinosa (2001); Díaz-Pardo, 2003; Castro-Franco, R. y M. G. Bustos-Zagal (2003); Castro-Franco *et al.* (2005); Archaga-Ocampo et al. (2008).

Es de resaltar que el Complejo Cerro Santa María presenta el mayor número de especies registradas, con 63 especies (62% del total de especies con registros georeferenciados). Es seguida por el Cerro Jojutla, con 28 especies (27.72%); el Cerro El Tecolote-Cerro Coachi, con 19 especies (18.8 %); el Cerro Ancho-Cerro Gordo; Cerro Loma Larga, con cinco especies (4.9%); y la Barranca Acayo, con una especie (1%). El resto de fragmentos de Selva Baja Caducifolia no presentan registros, debido a la falta de inventarios faunísticos, por tanto el número de especies registradas es desconocido. Por grupos de fragmentos, el grupo II, Complejo del Cerro Santa María posee 73 especies registradas (72.3%), seguido del Grupo III, Complejo de Sierras y Barrancas, con 34 especies (33.11). El menor número de registros lo presenta el Grupo I, Sistema Cerro Jojutla, con 28 especies (27.7%). El desglose de especies registradas para dichos subfragmentos se presenta en la Tabla 40.





**Tabla 40. Especies de fauna registradas en los subfragmentos del Complejo Santa María.**

Grupo	Cerro Santa María-el Mirador	Cerro Temilpa-Palo Grande	Barranca La Cuera	Río Cuautla	Cerro Corralillo-Chumil-Las Piedras	Cerro Trincheras-Barranca La Cuera	Barranca Seca	Cerro Tencuancoalco-Diolochi	El Chumillar-La Uma
Peces	0	0	0	ND	0	0	ND	0	0
Anfibios	8	0	0	ND	1	0	ND	0	2
Aves	4	3	1	ND	0	2	ND	0	0
Reptiles	16	5	1	ND	2	4	ND	1	4
Mamíferos	7	5	0	ND	12	2	ND	3	0
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>ND</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>ND</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
	<b>63</b>								

Fuentes: Álvarez-Castañeda (1996); Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo (2002); Pérez-Espinosa (2001); Díaz-Pardo, 2003; Castro-Franco, R. y M. G. Bustos-Zagal (2003); Castro-Franco *et al.* (2005); Archaga-Ocampo et al. (2008).

Los subfragmentos del Complejo Cerro Santa María cuentan, en conjunto, con un menor número de registros de especies. El Cerro Santa María-Mirador, cuenta con 35 especies (34.7%); seguido por el Cerro Corralillo-Chumil-Las Piedras, con 15; el Cerro Temilpa-Palo Grande, con 13 especies; Cerro Trincheras-Barranca La Cuera, con ocho; Cerro Tencuancoalco-Diolochi, con cuatro especies; y Barranca La Cuera, dos especies. Los subfragmentos Barranca Seca y Río Cuautla, no cuentan con registros (ver Tabla 40).

Al interior de los subfragmentos del Complejo Santa María, existe un alto recambio de especies. Esto es evidente por el hecho de que cada subfragmento, con excepción del Cerro Santa María-Mirador, tiene pocas especies (de 2 a 15), pero en conjunto tienen 63 especies. Por tanto, es factible suponer que el Complejo Santa María tiene una elevada diversidad beta. Algo similar sucede con los fragmentos que conforman el Complejo de Sierras y Barrancas, donde, con excepción del Cerro El Tecolote-Cerro Coachi, todos los fragmentos con registros tienen entre una y nueve especies, pero en conjunto tienen 34 especies.

En cuanto a la matriz que rodea a los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia, cabe resaltar que el mayor número de registros se localizan en la matriz que rodea al Grupo II, Complejo del Cerro Santa María, con 34 (33.7%) especies, seguida de la matriz que rodea al Grupo III, Complejo de Sierras y Barrancas, con 12 especies (11.8%); y finalmente, la matriz que rodea al Sistema Cerro Jojutla con ocho especies (7.9%) (ver Tabla 41).

**Tabla 41. Registros disponibles de las especies de fauna en la matriz que rodea a los grupos de fragmentos de Selva Baja Caducifolia presente dentro del Sistema Ambiental Regional.**

Grupo	Matriz sistema Cerro Jojutla	Matriz Complejo del Cerro Santa María	Matriz del Complejo Sierras y Barrancas
Peces	3	8	0
Anfibios	3	3	3
Aves	1	6	2
Reptiles	3	9	5
Mamíferos	1	8	2





Grupo	Matriz sistema Cerro Jojutla	Matriz Complejo del Cerro Santa Maria	Matriz del Complejo Sierras y Barrancas
TOTAL	8	34	12
	48		

Fuentes: Álvarez-Castañeda (1996); Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo (2002); Pérez-Espinosa (2001); Díaz-Pardo, 2003; Castro-Franco, R. y M. G. Bustos-Zagal (2003); Castro-Franco *et al.* (2005); Archaga-Ocampo et al. (2008).

Cabe señalar que existen limitaciones evidentes en la disponibilidad de registros de vertebrados dentro del Sistema Ambiental Regional del Proyecto, esto se debe a la carencia de localidades y registros de especies en la zona, no obstante, estos datos permiten efectuar extrapolaciones sobre el comportamiento de la riqueza específica al interior de los mismos.

### **Distribución por geoformas.**

La obtención de la diversidad de especies en las diferentes geoformas del Sistema Ambiental Regional del Proyecto se realizó mediante la georeferenciación de los registros de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos disponibles en la literatura especializada (Álvarez-Castañeda, 1996; Espinosa-Pérez, 2001; Díaz-Pardo, 2003; Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo, 2002; Castro-Franco, R. y M. G. Bustos-Zagal, 2003; Castro-Franco *et al.* 2005; Archaga-Ocampo et al. 2008), bases de datos en línea (Espinosa-Pérez, 2001; Díaz-Pardo, 2003) y el estudio de campo realizado como parte de esta MIA-R .

**Tabla 42. Distribución de las especies de fauna en las principales topoformas presentes dentro del Sistema Ambiental Regional.**

Grupo	Llanuras	Valles	Mesetas	Lomerios	Sierras
Peces	12	4	10	0	0
Anfibios	15	1	3	1	5
Aves	12	2	4	2	5
Reptiles	19	5	6	4	14
Mamíferos	17	10	5	10	19
TOTAL	75	22	28	17	43

Fuentes: Álvarez-Castañeda (1996); Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo (2002); Pérez-Espinosa (2001); Díaz-Pardo, 2003; Castro-Franco, R. y M. G. Bustos-Zagal (2003); Castro-Franco *et al.* (2005); Archaga-Ocampo et al. (2008).

El mayor número de especies registradas se presenta en las llanuras, con 75 especies (74.3% del total de especies con localidades georeferenciadas dentro del SAR), seguida de la Sierras, con 43 especies (42.6% del total). En tanto que la menor diversidad se encuentra en los lomeríos, valles y mesetas, con 17, 22 y 28 especies respectivamente. Esto se debe a que los remanentes de Selva Baja Caducifolia se concentran en su mayor parte en ambas topoformas, más dentro de las Sierras. Otra razón es el hecho de que hay una gran cantidad de registros en las Llanuras, particularmente aquellas que rodean al Complejo de Sierras y Barrancas, esta quizá sea la razón por la cual dicha topoforma presenta la mayor cantidad de especies dentro del SAR (ver Tabla 42).



- **Abundancia Relativa**

**Selva Baja Caducifolia Conservada (Primaria)**

Las abundancias relativas y esfuerzo de captura de las especies presentes en selva baja caducifolia conservada se presentan en la Tabla 43. Las especies más abundantes, cuyo esfuerzo de captura es menor, son: el cuije, *Aspidocelis sacki* (0.15 individuos/hora); el aura cabecirroja (*Cathartes aura*) el cuije (*Aspidocelis deppei*) (0.09 individuos/hora); y la iguana negra *Ctenosaura pectinata* (0.08 individuos/hora). De ellas, solo la iguana negra se encuentra incluida dentro de los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2001.

**Tabla 43. Abundancia relativa y esfuerzo de captura de las especies de reptiles presentes en localidades representativas de Selva Baja Caducifolia Conservada (Primaria) ubicadas en el SAR del Proyecto.**

Localidad	Especie	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Esfuerzo de captura (ind/hr)*
Camino a San Rafael	<i>Aemophila humeralis</i>	Zacatonero Pechinegro	2	0.02247191	0.25
Emiliano Zapata/Temilpa viejo potrero/Altavista	<i>Aspidocelis deppei</i>	Cuije	8	0.08988764	1
Alta Vista/Cerro Coachi	<i>Aspidocelis sacki</i>	Cuiji	13	0.146067416	1.625
Alta Vista	<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	Tapacaminos Préstame-tu-cuchillo	1	0.011235955	0.125
Alta Vista/Emiliano Zapata	<i>Cathartes aura</i>	Aura Cabecirroja	8	0.08988764	1
Alta Vista	<i>Columbina inca</i>	Coquita	3	0.033707865	0.375
Emiliano Zapata	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola Común	5	0.056179775	0.625
Alta Vista/Temilpa Viejo Potrero/Camino a San Rafael	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	5	0.056179775	0.625
Alta Vista/Emiliano Zapata/ Camino a San Rafael	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra/Garrobo	7	0.078651685	0.875
Alta Vista	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibri Piquiancho	1	0.011235955	0.125
Camino a San Rafael	<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibri Prieto	2	0.02247191	0.25
Alta Vista	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos Menor	1	0.011235955	0.125
Emiliano Zapata	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Ranchera	3	0.033707865	0.375
Alta Vista/Temilpa potrero viejo	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero Dorsirrayado	5	0.056179775	0.625





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Localidad	Especie	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Esfuerzo de captura (ind/hr)*
Temilpa viejo potrero	<i>Mabuya brachyopoda</i>	Salamanquesa rayada	1	0.011235955	0.125
Alta Vista	<i>Masticophis mentovarius</i>	Chirriónera	1	0.011235955	0.125
Cerro Cuachi	<i>Micrurus laticollaris</i>	Coralillo	1	0.011235955	0.125
Alta Vista/Camino a San Rafael	<i>Molothrus ater</i>	Vaquero Cabecicafé	3	0.033707865	0.375
Alta Vista/Temilpa potrero viejo	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Copetón Gorjicenizo	2	0.02247191	0.25
Camino a San Rafael	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Listado	1	0.011235955	0.125
Camino a San Rafael	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	1	0.011235955	0.125
Alta Vista	<i>Salvadora mexicana</i>	culebra-parchada mexicana	1	0.011235955	0.125
Alta Vista/Temilpa potrero viejo	<i>Sceloporus gadoviae</i>	Lagartija de las rocas	2	0.02247191	0.25
Alta Vista/Cerro Coachi/Emiliano Zapata	<i>Sceloporus horridus</i>	Chintete común	11	0.123595506	1.375
Emiliano Zapata	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Roñito de Árbol	1	0.011235955	0.125

\*Individuos observados / 8 horas de observación.

En cuanto a mamíferos, solo se obtuvieron datos de abundancia para tres especies, siendo la zorra gris (*Urocyon cynereoargenteus*), la más abundante (índice de huellas de 0.75) misma que no se encuentra en categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, ni dentro de los apéndices de la CITES ni en la Lista de Especies en Peligro de UICN (ver Tabla 44).

**Tabla 44. Índice de huellas de las especies de mamíferos presentes en localidades representativas de Selva Baja Caducifolia Conservado (Primaria) ubicadas en el SAR del Proyecto.**

Especie	Localidad	Índice de huellas
Zorro gris ( <i>Urocyon cynereoargenteus</i> )	Emiliano Zapata	0.75
Armadillo ( <i>Dasyopus novemcinctus davisii</i> )	Alta vista	0.25
Zorrillo ( <i>Conepatus mesoleucos</i> )	Alta vista	0.25
Zorro gris ( <i>Urocyon cynereoargenteus</i> )	Alta vista	0.25

**Selva Baja Perturbada (Secundaria).**

La abundancia absoluta, abundancia relativa y esfuerzo de captura de la fauna presente en Selva Baja Perturbada se presenta en la Tabla 45. Las especies más abundantes, cuyo esfuerzo de captura es menor, son: El cuije (*Aspidocelis sacki*), con un esfuerzo de captura de 1.4 individuos/hora; la tortola común (*Columbina passerina*, con un esfuerzo de captura de 0.625; la golondrina ranchera (*Hirundo rustica*); la





paloma Huilota (*Zenaida macroura*), con un esfuerzo de captura de 0.5; el aura cabecirroja (*Cathartes aura*), con un esfuerzo de captura de 0.375 individuos/hora. De ellas, ninguna se encuentra incluida en la categoría de Especie en Peligro de Extinción, de la NOM-059-SEMARNAT-2001. Las especies que si están incluidas son la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) y la coralillo (*Micrurus laticollaris*), ambas son más bien especies raras dentro de este tipo de vegetación.

**Tabla 45. Abundancia relativa y esfuerzo de captura de la fauna presente en localidades representativas de la Selva Baja Caducifolia Perturbada existente dentro del SAR del proyecto.**

Localidad	Especie	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Esfuerzo de captura (ind/hr)*
Río Yautepec	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo Sargento	1	0.125	0.071
Río Yautepec	<i>Aimophila humeralis</i>	Zacatonero Pechinegro	2	0.25	0.142
Higuerón/Río Yautepec	<i>Aspidocelis deppei</i>	Cuiji	2	0.034482759	0.125
Higuerón/Granja Piscicola	<i>Aspidocelis sacki</i>	Campeche	11	0.857142857	0.75
Higuerón	<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	Tapacaminos Préstame-tu-cuchillo	1	0.1	0.125
Higuerón	<i>Cathartes aura</i>	Aura Cabecirroja	3	0.3	0.375
Higuerón/Río Yautepec	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola Común	5	0.3	0.375
Río Yautepec	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	1	0.125	0.071
Río Yautepec	<i>Ctenosaura pectinata</i>	iguana-espinosa mexicana	2	0.038461538	0.25
Río Yautepec	<i>Cynanthus sordidus</i>	Colibri Prieto	2	0.25	0.142
Higuerón/Termoelectrica	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Ranchera	4	0.3	0.375
Río Yautepec	<i>Kinosternon integrum</i>	tortuga casquito	1	0.019230769	0.125
Río Yautepec	<i>Molotus ater</i>	Vaquero Cabecicafé	2	0.25	0.142
Río Yautepec	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Coronicafé	1	0.125	0.071
Río Yautepec	<i>Picooides scalaris</i>	Carpintero Listado	1	0.125	0.071
Río Yautepec	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	1	0.125	0.071
Granja piscícola/Río Yautepec	<i>Sceloporus horridus</i>	Chintete común	2	0.2	0.125
Río Yautepec	<i>Turdus assimilis</i>	Zorzal Gorjiblanco	1	0.125	0.071
Higuerón/Río Yautepec	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Roñito de Árbol	2	0.142857143	0.125
Río Yautepec/Termoelectrica	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	3	0.125	0.071

\*Individuos observados / 8 horas de observación.

En cuanto a mamíferos, se obtuvieron datos de abundancia para tres especies, siendo la zorra gris (*Urocyon cynereoargenteus*), la más abundante (índice de huellas de 0.75) misma que no se encuentra en categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, ni dentro de los apéndices de la CITES ni en la Lista de Especies en Peligro de UICN (ver Tabla 46).

**Tabla 46. Índice de huellas de las especies de mamíferos presentes en localidades representativas de Selva Baja Caducifolia Perturbada (Secundaria) ubicadas en el SAR del proyecto.**

Especie	Localidad	Índice de huellas
Cacomixtle ( <i>Bassariscus astutus</i> )	El Higuerón	0.6





Especie	Localidad	Índice de huellas
<i>Spermophilus variegatus variegatus</i>	El Higuero	0.2
Zorro gris ( <i>Urocyon cyanoargenteus</i> )	El Higuero	0.4

### Acahuales y Vegetación Riparia

La abundancia absoluta, abundancia relativa y esfuerzo de captura de la fauna presente en acahuales y vegetación riparia se presentan en la Tabla 47. Las especies más abundantes, cuyo esfuerzo de captura es menor, son: El cuije (*Aspidocelis sacki*), con un esfuerzo de captura de 1.75 individuos/hora; la iguana negra, con un esfuerzo de 0.6 individuos/hora; el Roñito de Árbol *Urosaurus bicarinatus* (1.25 individuos/hora); la coquita (*Columbina inca*) y el Chintete común (*Sceloporus horridus*), con 1 individuo/hora; el Garrapatero Pijuy (*Crotophaga sulcirostris*), con 0.625 individuos/hora. De ellas, solamente la iguana negra se encuentra incluida en la categoría de Especie en Peligro de Extinción, de la NOM-059-SEMARNAT-2001. La otra especie incluida dentro de dicha norma es la coralillo (*Micurus laticollaris*), la cual es muy rara (0.125 individuos/hora).

**Tabla 47. Abundancia relativa y esfuerzo de captura de la fauna presente en localidades representativas de acahuales y vegetación riparia del SAR del proyecto.**

Localidad	Especie	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Esfuerzo de captura (ind/hr)*
Puente de Amanizac II	<i>Aimophila humeralis</i>	Zacatonero	1	0.013513514	0.125
Puente de Amanizac I	<i>Aspidocelis deppei</i>	Cuije	1	0.013513514	0.125
Puente de Amanizac II	<i>Aspidocelis sacki</i>	Campeche/Cuije	14	0.189189189	1.75
Puente de Amanizac II	<i>Bufo marmoratus</i>	Sapo	1	0.013513514	0.125
Puente de Amanizac II/Barranca La Cuera	<i>Columbina inca</i>	Coquita	8	0.108108108	1
Cerro de las Trincheras	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola Común	1	0.013513514	0.125
Puente de Amanizac II/Barranca La Cuera	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	5	0.067567568	0.625
Cerro de las Trincheras	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana Negra	10	0.135135135	0.6
Barranca la Cuera	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	3	0.040540541	0.375
Puente de Amanizac II	<i>Micurus laticollaris</i>	Coralillo	1	0.013513514	0.125
Puente de Amanizac I	<i>Molothrus ater</i>	Vaquero Cabecicafé	3	0.040540541	0.375
Barranca la Cuera	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	1	0.013513514	0.125
Puente de Amanizac I	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	3	0.040540541	0.375
Puente de Amanizac I y II	<i>Sceloporus horridus</i>	Chintete común	8	0.108108108	1
Puente de Amanizac II	<i>Sceloporus ochotorenae</i>	Brinca cara/Chintete	1	0.013513514	0.125
Barranca la Cuera	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano Piquigruoso	2	0.027027027	0.25
Puente de Amanizac II	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Roñito de Árbol	10	0.135135135	1.25
Cerro de las Trincheras	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	1	0.013513514	0.125

\*Individuos observados / 8 horas de observación.



En cuanto a mamíferos, debido a las condiciones del lugar, el clima y el tiempo fue imposible poner estaciones olfativas y trampas tipo Fitch. Los registros que se tienen son indirectos ya que se observaron sobre todo huellas de animales, excretas y en algunos casos encuentros visuales.

**Matriz (Campos de Cultivo, Pastizal Inducido y Zonas Urbanas).**

En la matriz, las especies más abundantes y por consiguiente, las que tienen mayor abundancia relativa y menor esfuerzo de captura son la golondrina ranchera (*Hirundo rustica*), con 0.75 individuos/hora; el vaquero cabecicafé (*Molothrus ater*), con 0.11 individuos/hora; el Chintete común (*Sceloporus horridus*), con 0.5 individuos/hora; y el roñito de árbol (*Urosaurus bicarinatus*), cuyo esfuerzo de captura es de 0.5 individuos/hora (ver Tabla 48). La iguana negra es la única especie incluida dentro de categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001, con un esfuerzo de 0.25 individuos/hora, se le considera una especie rara dentro de la matriz.

**Tabla 48. Abundancia relativa y esfuerzo de captura de la fauna presente en localidades representativas de la matriz (campos de cultivo, pastizal inducido y zonas urbanas) del SAR del proyecto.**

Localidad	Especie	Nombre común	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Esfuerzo de captura (ind/hr)*
Huacatlaco	<i>Ardea herodias</i>	Garza	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica	<i>Aspidocelis sacki</i>	Campeche/Cuije	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica	<i>Bufo marmoratus</i>	Sapo	3	0.065217391	0.375
Camino a Tlaica	<i>Caracara plancus</i>	Caracara común	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica	<i>Cathartes aura</i>	Aura Cabecirroja	1	0.02173913	0.125
Huacatlaco	<i>Columbina inca</i>	Coquita	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica/Huacatlaco	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana Negra	2	0.043478261	0.25
Camino a Tlaica	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibri Piquiancho	1	0.02173913	0.125
El Salitre/Huerto Nuevo Xochimilco	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Ranchera	6	0.130434783	0.75
Camino a Tlaica	<i>Icterus galbula</i>	Tordo Cantor	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero Dorsirrayado	1	0.02173913	0.125
Huacatlaco	<i>Lanius ludovicianus</i>	Lanio Americano	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica	<i>Molothrus ater</i>	Vaquero Cabecicafé	5	0.108695652	0.625
Huerto Nuevo Xochimilco	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Domestico	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz Barrada	3	0.065217391	0.375
Huacatlaco	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cariblanco	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica	<i>Psaltirparus minimus</i>	Sastrecillo	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenalito	3	0.065217391	0.375
Huacatlaco	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica	<i>Sceloporus gadoviae</i>	Lagartija de las rocas	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica	<i>Sceloporus horridus</i>	Chintete común	4	0.086956522	0.5
Camino a Tlaica	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano Piquigrueso	1	0.02173913	0.125
Camino a Tlaica	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Roñito de Árbol	4	0.086956522	0.5
El Salitre	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	1	0.5	0.125



De nueva cuenta, debido a las condiciones del lugar, el clima y el tiempo fue imposible poner estaciones olfativas y trampas tipo Fitch para mamíferos. Los registros que se tienen son indirectos ya que se observaron sobre todo huellas de animales, excretas y en algunos casos encuentros visuales.

- **Estructura de la comunidad de vertebrados**

Los valores del Índice de Diversidad de Shannon-Weaver para las comunidades faunísticas presentes en el SAR del Proyecto, considerando únicamente las comunidades de anfibios, reptiles y aves, se indican en la Tabla 49. En el caso de mamíferos no fue posible incluirlos en este análisis, dado que únicamente se tienen rastros de ellos. Considerando un esfuerzo de muestro similar, las localidades más diversas son Camino a Tlaica (3.47), Puente de Amanizac II (3.40), Emiliano Zapata (2.74), Río Yautepec (2.65), Altavista (2.37), puente de Amanizac I (2.30) y Barranca la Cuera (2.16).

**Tabla 49. Índice de Diversidad de Shannon Weaver de las comunidades faunísticas muestreadas dentro del SAR del Proyecto.**

Tipo de Hábitat	Localidad	Índice de Shannon-weaver (belts/individuo)
Acahual y Vegetación Riparia	Barranca la Cuera	2.16
Acahual y Vegetación Riparia	Puente de Amanizac I	2.30
Acahual y Vegetación Riparia	Puente de Amanizac II	3.40
Matriz (zonas de cultivo, pastizal inducido y zonas urbanas)	Huerto Nuevo Xochimilco	0.45
Matriz (zonas de cultivo, pastizal inducido y zonas urbanas)	El Salitre	1.39
Matriz (zonas de cultivo, pastizal inducido y zonas urbanas)	El Higuérón	1.62
Matriz (zonas de cultivo, pastizal inducido y zonas urbanas)	Huacatlaco	1.79
Matriz (zonas de cultivo, pastizal inducido y zonas urbanas)	Camino a Tlaica	3.47
Selva Baja Caducifolia Conservada	Camino a San Rafael	0
Selva Baja Caducifolia Conservada	Cerro Cuachi	1.79
Selva Baja Caducifolia Conservada	Temilpa Potrero Viejo	1.95
Selva Baja Caducifolia Conservada	Altavista	2.37
Selva Baja Caducifolia Conservada	Emiliano Zapata	2.74
Selva Baja Caducifolia Perturbada	Termoeléctrica	0
Selva Baja Caducifolia Perturbada	Cerro de las Trincheras	1.56
Selva Baja Caducifolia Perturbada	Granja piscícola	1.61
Selva Baja Caducifolia Perturbada	Río Yautepec	2.65

En términos del tipo de hábitat: La Selva Baja Caducifolia Conservada tiene índices de diversidad que oscilan entre 1.79 a 2.74 belts/individuo; la Selva Baja Caducifolia Perturbada tiene un índice de diversidad que oscila entre 1.56 a 2.65 belts/individuo; en tanto que el índice de diversidad del Acahual y Vegetación Riparia va de 2.16 a 3.40 belts/individuo; finalmente, en la matriz (zonas de cultivo, pastizal inducido y zonas urbanas), la diversidad oscila entre 1.39 a 3.47 belts/individuo.



Cabe señalar que el hábitat que presenta el mayor índice de diversidad (ver Tabla 50) es la Selva Baja Caducifolia Conservada (4.2 belts/individuo), seguido por la Selva Baja Caducifolia Perturbada (2.70 belts/individuo), el Acahual y Vegetación riparia y la matriz (zonas de cultivo, pastizal inducido y zonas urbanas) tienen la menor diversidad (2.47 belts/individuo). Resulta interesante el hecho de que que no necesariamente el hábitat con mayor número de especies detectadas en campo es el más diverso, esto se debe a que muchas de las especies son raras en hábitats perturbados.

Es claro que, de acuerdo con estos datos, la vegetación nativa conservada alberga la mayor diversidad faunística dentro del SAR y que, conforme se incrementa los disturbios hacia el hábitat nativo, disminuye la diversidad. Por otro lado, la matriz tiene una menor diversidad que la selva baja caducifolia (independientemente del grado de perturbación de esta). El conjunto de las diferentes etapas de Selva Baja Caducifolia (Acahual, Selva Baja Caducifolia conservada y perturbada) tienen una mayor diversidad que la matriz, la cual engloba a la agricultura de temporal y riego, así como pastizales inducidos.

**Tabla 50. Índice de Diversidad de Shannon Weaver de las comunidades faunísticas presentes en los diferentes tipos de hábitat del SAR del proyecto.**

Tipo de Hábitat	Índice de Shannon-weaver (belts/individuo)	Numero de Especies detectadas en Campo
Acahual y Vegetación Riparia	2.47	22
Matriz (zonas de cultivo, pastizal inducido y zonas urbanas)	2.47	32
Selva Baja Caducifolia Conservada	4.20	33
Selva Baja Caducifolia Perturbada	2.70	34
Selva Baja Caducifolia (conservada y perturbada)	3.10	45
Selva Baja Caducifolia (conservada y perturbada)+Acahual	3.04	50

En términos generales, los valores de diversidad obtenida oscilaron entre 0 a 3.47 belts/individuo (1.84 belts/individuo en promedio), los cuales son valores de bajos a elevados. Sí bien los métodos de colecta empleados pudieran crear sesgos sobre los resultados obtenidos, esto no implica que no puedan emplearse para identificar las localidades o los tipos de hábitat con la mayor diversidad de especies, dado que el esfuerzo de muestreo fue el mismo en todas las localidades. Los sitios que presentan los valores más altos del índice de Diversidad de Shannon-Weaner no siempre son aquellos que presenta hábitat mejor conservados, sin embargo, como se describió previamente, en conjunto, la mayor diversidad se localiza siempre en los hábitos mejor conservados.

**IV.2.2.2.5** Localización en cartografía a escala 1:20,000 de los principales sitios de distribución de las poblaciones de las especies en riesgo presentes en el área de interés

- Peces y Anfibios**

Una de las especies de peces presentes en el SAR es de particular interés para el Proyecto, se trata del mexcalpique, *Illiodon whitei*, dicha especie no se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2001, sin





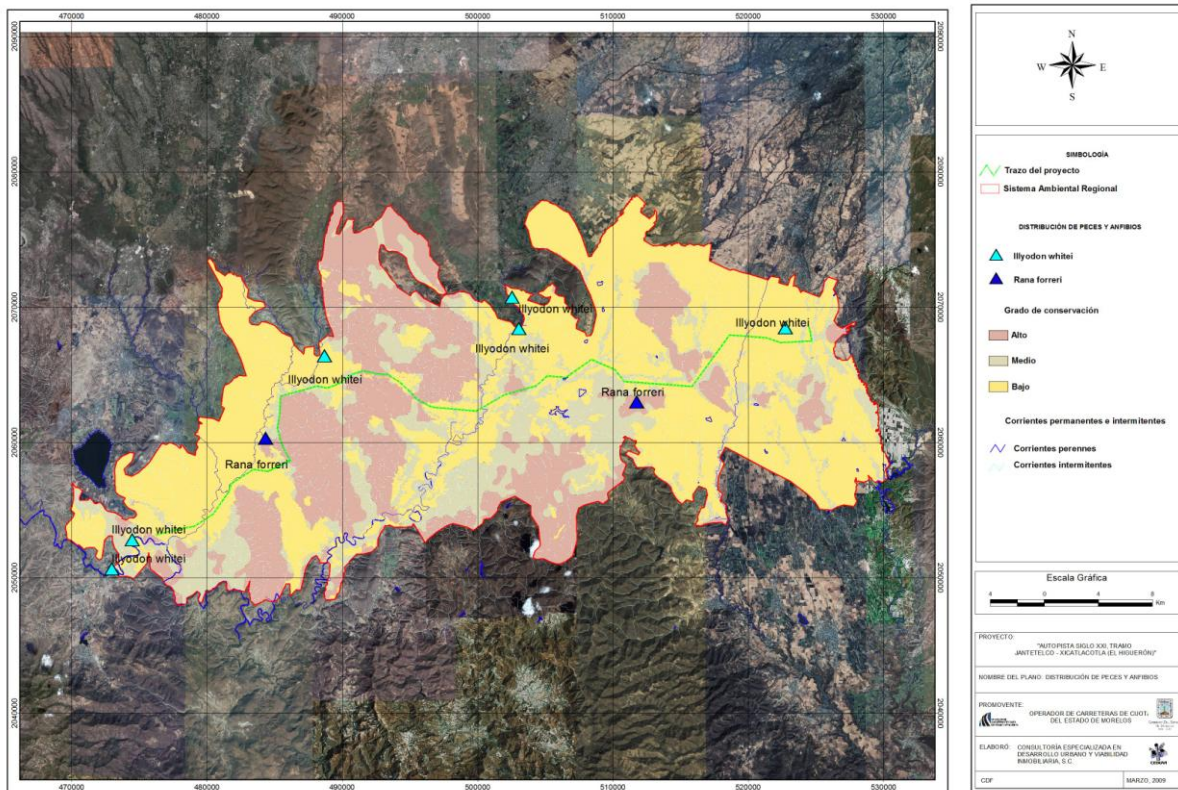
embargo, se encuentra incluida dentro de la Lista Roja de Especies en Peligro de la IUCN, dentro de la categoría de Especie en Peligro Crítico. Esta especie se encuentra presente en siete localidades, en los ríos Cuautla y Amacuzac. El río Cuautla será atravesado por el Proyecto, aunque cabe señalar que en este punto no pudo ser confirmada la presencia de dicha especie. En relación con los anfibios, dentro del SAR únicamente se encuentra presente la rana café, *Rana forreri*, la cual aparentemente se distribuye fuera del derecho de vía del Proyecto (ver Figura 39 y Tabla 51).

En la Tabla 51, se presenta los hábitats de las especies de peces y anfibios que se encuentran enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

**Tabla 51. Hábitat de las especies de anfibios y peces incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001, presentes en el SAR del Proyecto.**

Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001/IUCN 2007	Hábitat	Localidades en las que se registro
<i>Ilyodon whitei</i>	Mexcalpique Cola Partida	CR	Cuerpos de agua, arroyos permanentes	No Incluida
<i>Rana forreri</i>	Rana Café	Pr	Selva baja caducifolia/vegetación acuática y riparia	No Incluida

Categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001: Pr = Sujeta a Protección Especial; A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción. Categorías de riesgo de IUCN 2007; CR = Críticamente en Peligro. Fuente: Colección de Peces Dulceacuícolas de México, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB-IPN); Castro-Franco *et al.* (2003).





• **Reptiles**

Considerando los registros existentes en el trabajo de Castro-Franco y Bustos-Zagal (2002), se ha confirmado la presencia en el Derecho de Vía del Proyecto del camaleón, *Phrynosoma taurus*, en el tramo de Emiliano Zapata y del niño manchado, *Coleonyx elegans*, en el tramo Temilpa Viejo Potrero-Camino a Tlaica. El monstruo de Gila, *Heloderma horridum*, fue confirmado en los acahuals de las localidades Cerro La Trinchera y la localidad de Puente de Amanizac II, siendo además muy probable su presencia en la selva baja caducifolia adyacente al tramo Barranca La Cuera-Camino a Tlaica. La iguana negra, *Ctenosaura pectinata*, se encuentra en casi todo el SAR, su presencia fue confirmada en varias de las localidades de muestreo durante la visita de campo, adicionalmente, existen registros que la ubican en sitios existentes en el resto del derecho de vía. La tortuga del fango *Kinosternon integrum* fue confirmada durante la visita de campo en las localidades de Río Yautepec y Puente de Amanizac II (ver Tabla 52).

**Tabla 52. Hábitat de las especies de reptiles incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001, presentes en el SAR.**

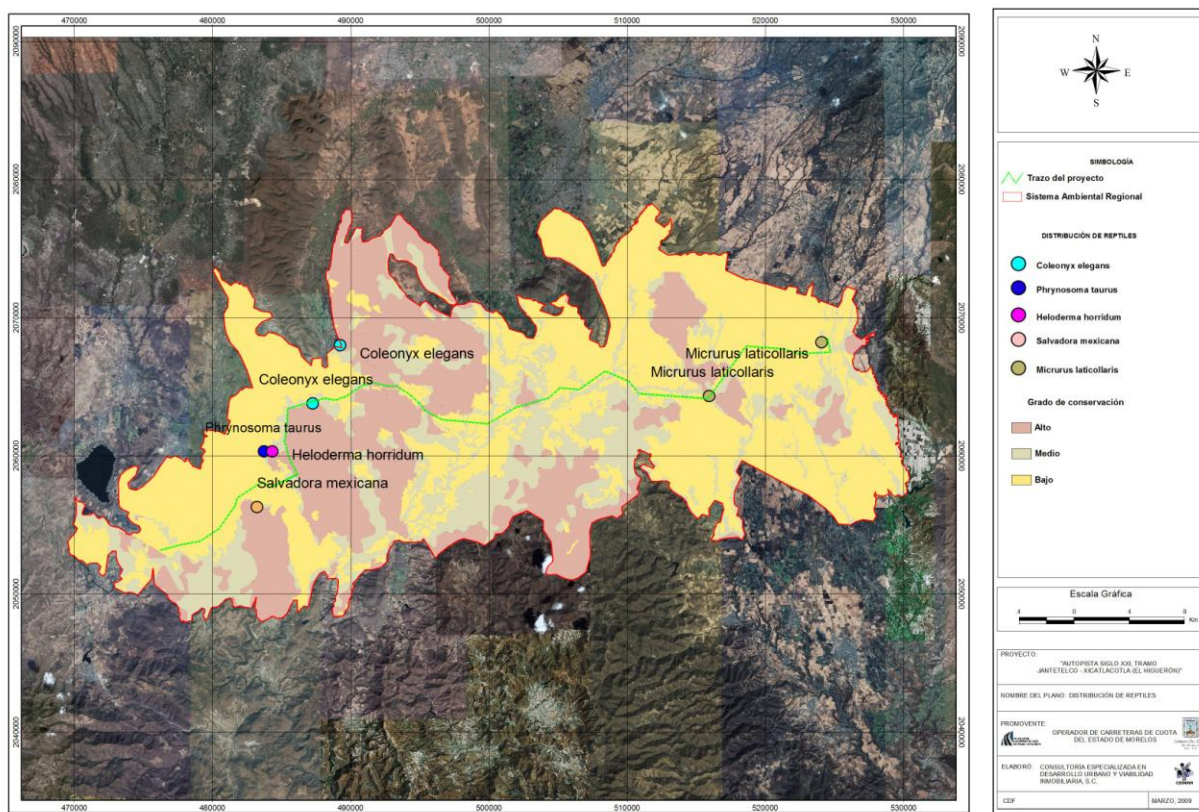
Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Hábitat	Localidades
<i>Coleonyx elegans nemoralis</i>	Niño Manchado	A	Selva baja caducifolia, en cuevas y acantilados de cañadas, ríos y barrancas con humedad.	Barranca La Cuera, Camino a Tlaica Cerro La Trinchera Emiliano Zapata Temilpa Viejo Potrero-Camino a Tlaica
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana Negra	A	Selva baja subperennifolia espinosa, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y bosque caducifolio espinoso de <i>Prosopis</i> , <i>Gordia eleagnoides</i> , <i>Tuberburia</i> sp. Y <i>Salix chilensis</i> .	Casi todo el SAR, excepto agricultura de temporal, riego y pastizal
<i>Heloderma horridum horridum</i>	Escorpión	A	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla.
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa Coralillo	A	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla.
<i>Phrynosoma taurus</i>	Camaleón, Tapayatzin	A	Zonas rocosas y ligeramente escarpadas en áreas de selva baja caducifolia.	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla.
<i>Gerrhonotus liocephalus liocephalus</i>	Lagarto Serpiente, Alicante	Pr	En la hojarasca húmeda y bajo rocas en áreas de selva baja caducifolia.	Posiblemente Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla.
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga de Fango	Pr	Vegetación riparia, Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla.





Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Hábitat	Localidades
<i>Micrurus fulvius fitzingeri</i>	Coralillo	Pr	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla.
<i>Salvadora mexicana</i>	Cuijera	Pr	Selva baja caducifolia, zonas agrícolas	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla.

Categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001: Pr = Sujeta a Protección Especial; A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción. Fuente: Castro-Aguirre y Bustos Zagal (2003).



En el caso de las serpientes incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, se confirmó la presencia de *Salvadora mexicana* en la selva baja caducifolia de Altavista y de *Micrurus fulvius fitzingeri* en los acahuales de localidad de Puente de Amanizac. En sentido estricto, ambas localidades se encuentran contiguas al derecho de vía del Proyecto, no obstante, es bastante probable la presencia de ambas especies en el derecho de vía adyacente (ver Figura 40 y Tabla 52). El hábitat potencial para todas las especies de serpientes incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 son los manchones de selva baja caducifolia presentes en los fragmentos Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla.



• **Aves**

Salvo por el tecolotito serrano, *Glaucidium gnoma*, especie confirmada en selva baja caducifolia en el tramo de Emiliano Zapata, no se cuenta con datos concretos (localidades específicas) de ninguna de las 12 especies de aves incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, presentes en el SAR del Proyecto. Sin embargo, se sabe que la mayoría de estas especies habitan en selva baja caducifolia, por lo que se distribuyen potencialmente en la mayor parte del SAR del Proyecto. En tanto que dos especies (*Tachybaptus dominicus* y *Trigrisoma mexicanum*) son predominantemente aves acuáticas, por lo que se encuentran en lagunas o presas provistas de vegetación acuática o riparia, las cuales son escasas dentro del SAR del Proyecto. En lo referente a especies de aves terrestres (*Oporornis tolmiei*, *Accipiter cooperi*, *Buteo albicaudatus*, *Buteo swainsoni*, *Buteogallus anthracinus*, *Otus seductus*, *Panyptila sanctihieronymi*, *Parabuteo unicinctus* y *Xenotriccus mexicanus*) se detecto como hábitat potencial para todas las especies de aves incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 a los fragmentos de selva baja caducifolia, Sistema del Cerro Jojutla, Complejo Santa María y Complejo de Sierras y Barrancas, particularmente en los subfragmentos: Cerro Santa María, Cerro Santa María-El Mirador, Cerro Temilpa-Palo Grande, El Chumilar-La UMA , Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate y el Cerro Tencuancoalco-Diolochi, áreas que debe ser considerada crítica en la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración de posibles afectaciones a la fauna silvestre. La aguililla de Harris, *Parabuteo unicinctus*, es susceptible de ser localizada a lo largo del derecho de vía del Proyecto. Las dos especies acuáticas (*Tachybaptus dominicus* y *Trigrisoma mexicanum*) aparentemente se encuentran de paso dentro del SAR (ver Figura 41 y Tabla 53).

**Tabla 53. Hábitat de las especies de aves incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, presentes en el SAR del proyecto.**

Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Hábitat	Hábitat crítico dentro del SAR del proyecto
<i>Oporornis tolmiei</i>	Chipe Tolmie	A	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla.
<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de Cooper	Pr	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla
<i>Buteo albicaudatus hypospodius</i>	Aguililla Coliblanca	Pr	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla Negra Menor	Pr	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla
<i>Otus seductus</i>	Tecolote de Balsas	Pr	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla
<i>Glaucidium gnoma</i>	Tecolotito Serrano	Pr	Selva baja caducifolia	Barranca La Cuera-Camino a Tlaica Cerro La Trinchera Emiliano Zapata Temilpa Viejo Potrero-Camino a Tlaica. Confirmada en





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Espece	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Hábitat	Hábitat crítico dentro del SAR del proyecto
				Tramo Emiliano Zapata
<i>Panyptila sanctihieronymi</i>	Vencejo-tijereta Mayor	Pr	Aérea	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de Harris	Pr	Selva baja caducifolia, zonas de pastizal abierto	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor Menor	Pr	Vegetación riparia y acuática	De paso dentro del SAR
<i>Trigrisoma mexicanum</i>	Garza-tigre Gorjinuda	Pr	Vegetación riparia y acuática	De paso dentro del SAR
<i>Xenotriccus mexicanus</i>	Mosquero de Balsas	Pr	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Jojutla

Categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001: Pr = Sujeta a Protección Especial; A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción. Fuente: Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo (2002).



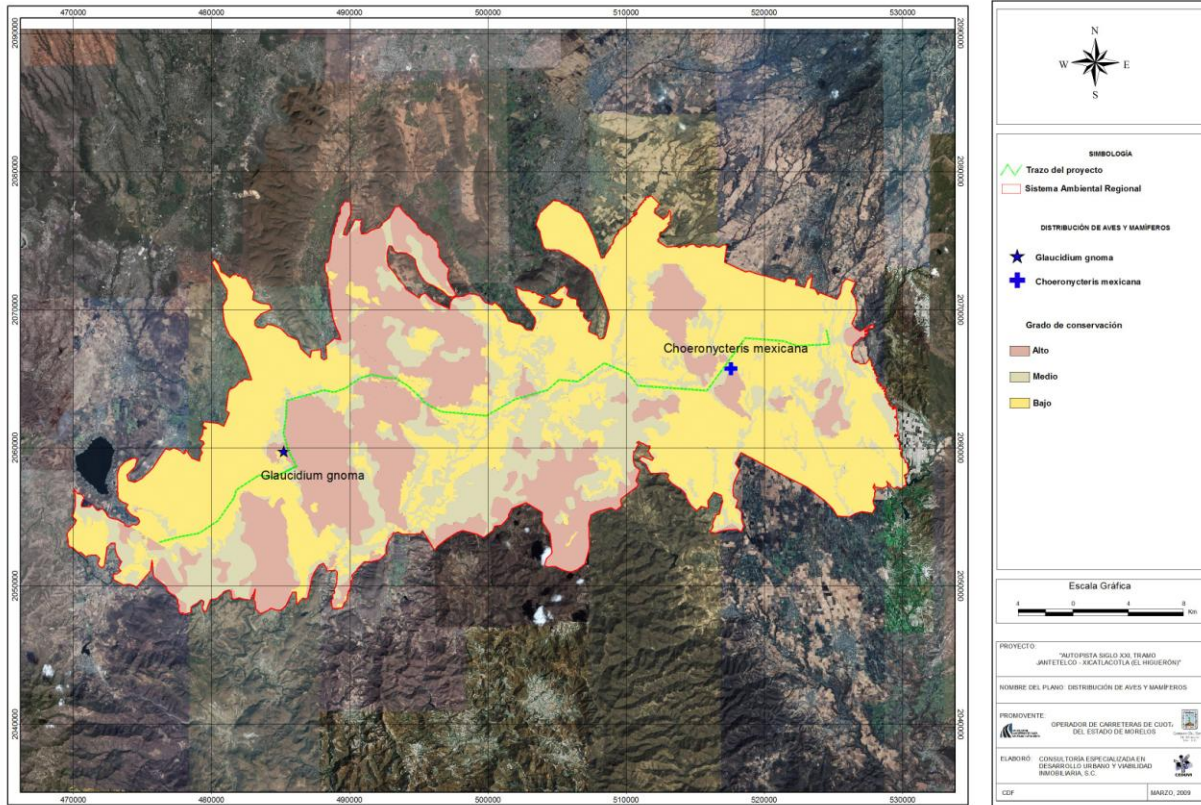


Figura 41. Distribución de especies de aves y mamíferos incluidas dentro de categorías de riesgo en el SAR del Proyecto.

• Mamíferos

De las cuatro especies de mamíferos incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, presentes en el SAR, no se tiene datos concretos sobre la distribución de dos especies (no se cuenta con información para *Leptonycteris nivalis* y *Leopardus pardalis* dentro del SAR. La distribución potencial de estas especies se indica en la Figura 41. En la localidad de 3 km W Jonacatepec, perteneciente al fragmento de Selva Baja Caducifolia Cerro El Tecolote-Cerro Coachi, se ha registrado la presencia del murciélago, *Choeronycteris mexicana*. El murciélago *Leptonycteris curasoae* se distribuye en la parte sur del SAR, ambas especies muy probablemente se distribuyen en todo el Complejo Santa María y los fragmentos más grandes del Complejo de Sierras y Barrancas (ver Figura 41 y Tabla 54). En el caso de *Leopardus pardalis*, su hábitat potencial son los subfragmentos Cerro Santa María-El Mirador, El Chumilar-La UMA y Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate.

Tabla 54. Hábitat de las especies de mamíferos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001, presentes en el SAR del proyecto.

Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Hábitat	Hábitat crítico dentro del proyecto
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago	A	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo.
<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago	A	Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, Cerros El





Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Hábitat	Hábitat crítico dentro del proyecto
<i>yerbabuena</i>				Tecolote-Coachi, Cerro Ancho-Cerro Gordo, Cerro Joutla
<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago Hociado Mayor	A	Selva baja caducifolia	De paso.
<i>Leopardus pardalis nelsoni</i>	Ocelote	P	Exclusiva de Selva baja caducifolia	Complejo Santa María, en el Subfragmento El Corralito-Chumil-El Aguacate.

Categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001: Pr = Sujeta a Protección Especial; A = Amenazada; P = En Peligro de Extinción. Fuente: Álvarez-Castañeda (1996).

En conclusión puede considerarse que el componente faunístico que mejor describe las condiciones ambientales del Sistema Ambiental Regional del Proyecto Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicacotla (El Higuierón) son la comunidad de lagartijas diurnas, ya que se trata del componente faunístico que exhibe el menor número de limitantes ocasionadas por las dificultades taxonómicas inherentes al grupo, escalas espaciales de su distribución o su estacionalidad. Por otro lado, existe una razón ecofisiológica que convierte a las lagartijas en un buen indicador de la calidad ambiental.

Las lagartijas al igual que el resto de los reptiles son organismos ectotérmicos, esto implica que dependen del medio ambiente para regular su temperatura interna y que requieren de microhábitats específicos, cuyas condiciones de temperatura sean las adecuadas para su sobrevivencia. La alteración del hábitat destruye los microhábitats requeridos por las lagartijas y disminuye su abundancia, por esta razón se considera a este grupo un buen indicador de la calidad ecológica. Es un grupo bastante numeroso en el SAR, ya que se cuenta con 18 especies presentes, principalmente de la familia Phrynosomatidae. En las partes del SAR correspondiente al trazo del Proyecto se confirmó la presencia de cuatro especies incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, por otro lado son de hábitos muy conspicuos, situación que facilita su estudio. La mayor parte de las especies de lagartijas presentes en el SAR son herbívoras o insectívoras, por lo que dentro de las redes tróficas de los ecosistemas que habitan, constituyen consumidores primarios o secundarios.

Las especies seleccionadas como indicadoras de la calidad ambiental son: El monstruo de Gila (*Heloderma horridum*), camaleón (*Phrynosoma taurus*) y el niño manchado (*Coleonyx elegans*). El monstruo de gila es una especie Amenazada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, se trata de una especie rara, pero su presencia indica que el hábitat local tiene un grado de conservación mediano a alto. Otras especies que sirven como indicadoras de la calidad ambiental son el camaleón, *Phrynosoma taurus* y del niño manchado, *Coleonyx elegans*, su presencia indica una alta calidad ambiental.

Existe un grupo de lagartijas que son indicadoras de perturbaciones, entre ellas tenemos a los huicos (*Aspidocelis sacki*, *A. costatus* y *A. deppei*) y a los chintetes (*Sceloporus spinosus*), ya que estas especies son más abundantes en sitios abiertos o campos de cultivo. La iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) es una especie muy abundante, incluso en sitios perturbados, a pesar de estar incluida dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, no se le considera una buena especie indicadora.





### IV.2.3 Paisaje

La caracterización del paisaje del SAR del Proyecto se ha realizado desde un punto de vista ecológico, considerando la heterogeneidad, grado de fragmentación y conectividad de hábitat presente en el SAR. La evaluación del paisaje se ha realizado mediante la sobreposición cartográfica a través del empleo de sistemas de información geográfica, fotografía satelital y cartografía temática en formato vectorial, del SAR.

El análisis del paisaje constituye un forma directa e indirecta de evaluación de las interacciones entre los aspectos temporales y espaciales del propio paisaje, los procesos ecológicos y la integridad funcional del ecosistema. La ecología del paisaje se centra en: a) las relaciones espaciales entre elementos del paisaje o ecosistemas, b) los flujos de energía, nutrimentos y especies, c) La dinámica ecológica del mosaico paisajístico a lo largo del tiempo.

La heterogeneidad (o entremezcla) se refiere al arreglo espacial y tamaño de diferentes tipos de parches de hábitat, que puede variar desde uno o pocos bloques grandes de cada tipo (bajo nivel de entremezcla) hasta muchos parches pequeños de cada tipo, distribuidos de una manera uniforme o azarosa (alto nivel de entremezcla). Se trata de un atributo descriptivo y la forma más sencilla de evaluarla es estimar el número promedio de parches de hábitat por unidad de superficie a partir de las fotografías aéreas del SAR.

La fragmentación del paisaje consiste en el reemplazo de grandes áreas de hábitat nativo por otros ecosistemas, dejando parches (o islas) separados del hábitat original, con consecuencias deletéreas para la biota nativa. La fragmentación del hábitat tiene dos componentes:

- 1) la reducción y pérdida de la cantidad total del tipo de hábitat, o quizá de todo hábitat natural de un paisaje y,
- 2) un cambio en la configuración del hábitat, quedando el hábitat original en remanente de pequeños parches aislados.

Además ambos componente influyen a la disminución progresiva de la diversidad biológica. A medida que la fragmentación de la SBC procede, el tamaño de los fragmentos disminuye, y el aislamiento aumenta, conformándose los llamados "hábitat-isla". Éstos, facilitarían la extinción o la exterminación total de una o más especies y la preservación diferenciada de otras; generalmente las especies que requieren de un área de vida mayor o las especies especialistas, son las más afectadas.

En ciertos casos, la matriz que rodea estos fragmentos puede ser receptiva para muchas especies nativas y servir para el movimiento de especies entre fragmentos. La fragmentación también afecta a las poblaciones que habitan en ella, convirtiéndolas en poblaciones fragmentadas, disminuyendo el intercambio de flujo génico entre ellas.

La conectividad es un término que se refiere a la continuidad de los procesos ecológicos dentro de las comunidades y ecosistemas. La conectividad es mayor en hábitats poco perturbados, en fragmentos del hábitat grande y/o cercano entre sí o en mosaicos de hábitats conectados por corredores biológicos. En contraparte, hábitats muy perturbados, fragmentos del hábitat pequeño y/o alejado entre sí aislados así como la ausencia de corredores biológicos, tienden a disminuir la conectividad de los procesos biológicos.

Una de las consecuencias de la pérdida y fragmentación de los parches de hábitat natural es que muchas poblaciones se convierten en una metapoblación. La metapoblación es una población compuesta de



subunidades con un flujo genético entre ellas, con individuos que pueden emigrar o inmigrar. Dos procesos contribuyen a la dinámica de las metapoblaciones: el crecimiento y la regulación dentro de las subpoblaciones y la migración de individuos entre la subpoblaciones o la colonización de espacios vacíos.

Los procesos involucrados en las metapoblaciones son las migraciones, las extinciones y las colonizaciones, los cuales inciden sobre la capacidad de supervivencia de las especies a lo largo del tiempo en la zona estudiada. Estos datos son de interés para la biología de la conservación, ya que la dinámica poblacional depende de la existencia de conectividad entre los diferentes parches de hábitat, de hecho la presencia de metapoblaciones depende de la dispersión de las especies de un parche de hábitat nativo a otro. Si la dispersión entre los mismos se hace imposible debido a la distancia entre estos o la ausencia de corredores o una matriz adecuada para las especies, todo el conjunto de metapoblaciones puede extinguirse, ocasionando la extirpación local de especies ampliamente distribuidas y la extinción total de especies microendémicas.

- **Exclusión inicial**

Uno de los efectos más rápidos y obvios de la fragmentación es la eliminación de especies que habitan sólo en las porciones o claros del paisaje que han sido destruidos. Muchas pueden ser especies raras o endémicas de la zona con distribuciones muy restringidas. Eventualmente, a medida que la destrucción del hábitat continúe, puede que no quede ningún hábitat adecuado para sobrevivir. Para efectos prácticos, en la presente MIA-R, la exclusión inicial se ha calificado cualitativamente en: 1) Riesgo alto, tratándose de parches muy pequeños y aislados; y 2) Riesgo bajo, tratándose de parches de gran tamaño, continuos o cercanos entre sí.

- **Efecto de Aglomeración**

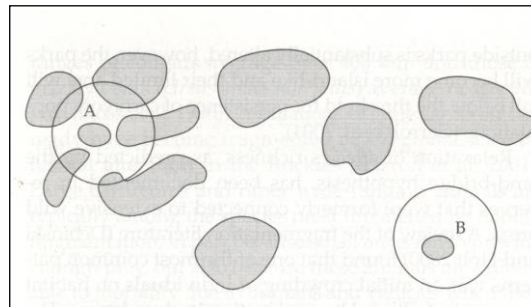
Cuando una zona es aislada debido a la destrucción de su hábitat natural, las densidades poblacionales de especies de animales que presentan elevada movilidad puede aumentar en los fragmentos a medida que estos animales están desplazándose de un lugar a otro. Este fenómeno es llamado "efecto de aglomeración". El aumento inicial de densidades poblacionales en fragmentos aislados suele ser seguido de un colapso en la población. En la presente MIA-R, el efecto de aglomeración se ha calificado cualitativamente en: 1) Riesgo alto, tratándose de parches muy pequeños y aislados; y 2) Riesgo bajo, tratándose de parches de gran tamaño, continuos o cercanos entre sí.

- **Insularización**

Este efecto establece que cuanto más chica se vuelve la isla o el parche aislado de hábitat natural, menor número de especies contendrá la misma. Una pequeña isla o reserva natural puede, en algunos casos ser de menor tamaño que el ámbito hogareño de una especie. Los carnívoros y otros animales con grandes ámbitos hogareños, son por lo general, las especies más amenazadas por la fragmentación del hábitat, en parte porque las áreas pequeñas no tienen suficiente cantidad de presas, pero también porque son los animales más vulnerables a morir, debido a encuentros con vehículos o personas. Algunos modelos dependientes de densidad poblacional, muestran que la fragmentación puede aumentar de gran manera el riesgo de extinción. Además muchos estudios han demostrado que pequeñas porciones de islas pierden más especies que una porción única de isla del mismo tamaño total que la suma de las pequeñas islas. En la presente MIA-R, la insularización puede medirse cuantitativamente calculando el área de los fragmentos presentes.

- **Aislamiento**

El aislamiento de hábitats y de poblaciones es un efecto de la fragmentación del hábitat. Las especies que se encuentran restringidas a ciertos tipos de hábitat pueden depender de una gran variedad de parches de hábitat próximos unos a otros, si es que no existe un solo parche de gran tamaño para cubrir las necesidades de los individuos.



Por ejemplo, en la figura observamos dos opciones de hábitats, el A y el B. Si la especie requiere de los recursos que se encuentran en las áreas en gris, entonces el hábitat A será mejor que el B, aunque ningún parche por sí solo tiene el tamaño adecuado para soportar una población, la cercanía de parches en gris provee de mayores recursos. Por el contrario, el hábitat B posee una sola porción pequeña y aislada y no podrá soportar una población. Pero si se da el caso de que las actividades humanas creen barreras impenetrables para las especies entre las áreas grises de A, entonces este sitio ya no sería más adecuado que el B.

Lo que constituye una barrera para el movimiento es diferente para cada especie, sin embargo, las estructuras creadas por los seres humanos como caminos, áreas rurales, cultivos, entre otros, pueden afectar en gran medida el movimiento de ciertas especies y afectar negativamente la viabilidad poblacional de muchos organismos. Alguno de los efectos del aislamiento en poblaciones es la baja diversidad genética y la endogamia, que a su vez, aumentan el riesgo de extinción de una especie.

Los efectos de las barreras son acumulativos y relativos y dependen de la permeabilidad de la matriz (paisaje) en donde se van a dispersar los organismos. Una ciudad puede ser una barrera (menos permeable) para una especie que una SBC. Así, la matriz dejara pasar a individuos de ciertas especies, pero no dejará pasar a otras. En la presente MIA-R, el aislamiento puede medirse cuantitativamente calculando la distancia entre los fragmentos presentes e identificando la presencia de barreras potenciales.

- **Efecto Borde**

Uno de los impactos más estudiados de la fragmentación es el efecto borde. El borde se ha concebido como un hábitat distinto, como una "membrana semipermeable" entre dos áreas que concentran recursos diferentes, como una zona de amortiguamiento contra la propagación de una perturbación (Williams, 1991). Los bordes son ambientes distintos en el sentido que la estructura de vegetación y su biota difieren en ambas comunidades contiguas. Por otro lado, el conjunto de los efectos de la matriz sobre el fragmento se conoce como "efecto borde", el cual se puede manifestar en cambios al interior del fragmento, principalmente en su perímetro.

La fragmentación reduce el área cubierta por la SBC, exponiendo a los organismos que permanecen en el fragmento a condiciones diferentes a su ecosistema y consecuentemente a lo que ha sido definido como "efecto borde." Claramente los bordes separan elementos del paisaje teniendo importante influencia sobre las propiedades del sistema, tanto dentro de parches homogéneos como entre los componentes del paisaje.

El contraste estructural entre una isla y la matriz que los rodea es un indicador no sólo de la insularización que entre ellos se da, sino también del efecto borde. El límite de un fragmento no es una línea, sino que es una zona de influencia que varía dependiendo de los parámetros con los cuales ésta es medida. En la presente MIA-R, el borde puede ser calculado cuantitativamente mediante la forma del parche.





- **Efectos de la Matriz**

La matriz que rodea a los fragmentos de hábitat natural en paisajes terrestres distingue a estos parches de islas. El contraste estructural entre el hábitat fragmentado y la matriz en la cual se encuentran es una medida utilizada para medir la fragmentación. Es decir, a medida que el paisaje alrededor de los fragmentos va alterándose, el aislamiento funcional de estos fragmentos aumenta. Una matriz estructuralmente rica puede servir de hábitat para algunas especies y ser también usadas para la dispersión entre parches.

Para muchas especies, la matriz se diferencia más y más del hábitat natural y el aislamiento aumenta a medida que los individuos no pueden dispersarse de un parche al otro. Este proceso es muy común y ocurre cuando la intensidad del desarrollo o de la extracción del recurso aumenta en determinado lugar. Así, cuanto más contraste exista entre territorios adyacentes unos con otros (por ejemplo, la matriz y los fragmentos de bosque), el efecto borde será mayor. Para efectos prácticos, en la presente MIA-R, la matriz se ha calificado cualitativamente en: 1) poco diferenciada y 2) fuertemente diferenciada.

- **Evaluación de las relaciones espaciales del paisaje dentro del SAR del proyecto.**

Para evaluar la conectividad, se realizó un análisis más detallado de los tipos de vegetación que el presentado en la descripción de la vegetación del presente capítulo, basada en cartografía vectorial 1:50000 generada por INEGI (Cartas E14A69 y E14B61), así como imágenes satelitales obtenidas del U.S Navy, NGA GEBCO (2009). Mediante sobreposición cartográfica con el GIS Arcview 3.2, de ambas coberturas, se procedió a cartografiar manualmente las superficies cubiertas por Selva Baja Caducifolia, primaria o secundaria, acahual, pastizales abandonados o cubiertos por acahual y vegetación riparia, a una escala de 1:15,000.

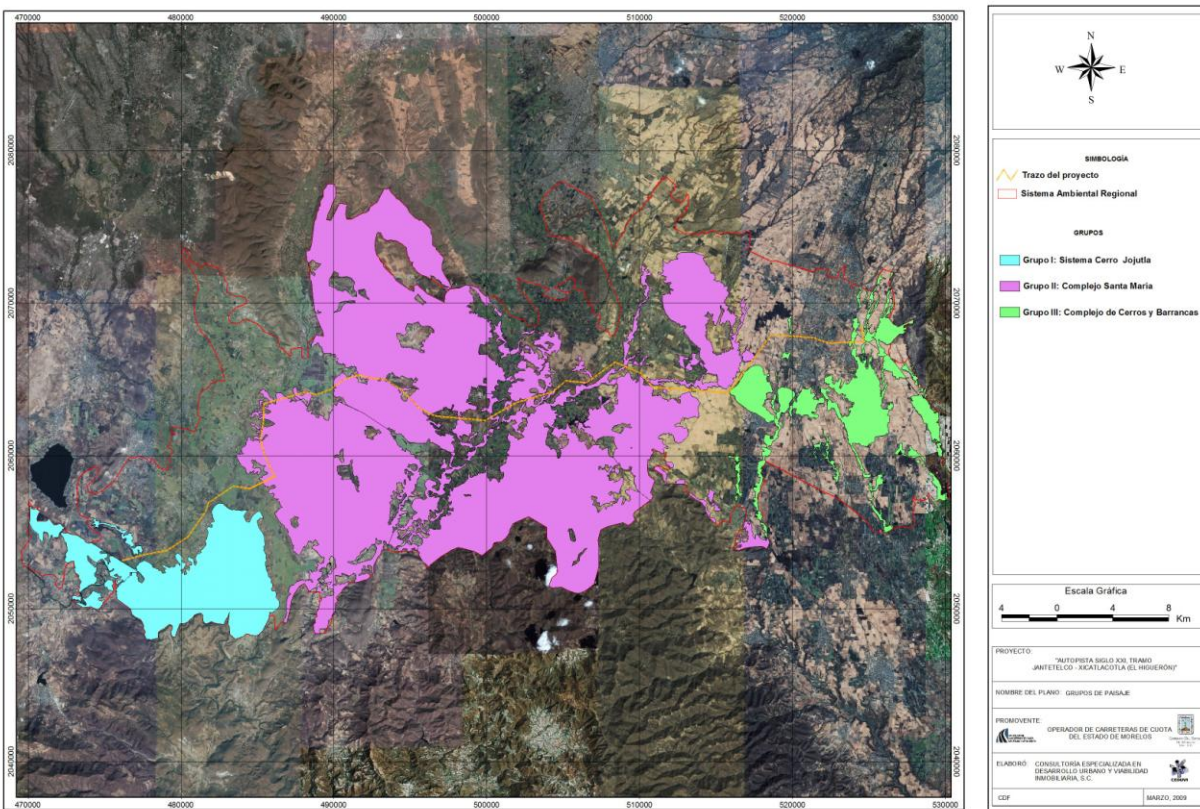
El resultado fue la obtención de un mapa donde la vegetación nativa (entiéndase como distinta a campos agrícolas, pastizales inducidos y zonas urbanas) es separada. Dicha superficie es cubierta por Selva Baja Caducifolia primaria y secundaria, acahual, pastizal abandonado cuya sucesión ecológica le confiere fisonomía y composición de acahual, las dos últimas asociaciones no son incluidas dentro de la cartografía 1:250,000 distribuida por INEGI, empleada para describir la vegetación del presente capítulo. Aquí se asume que la vegetación nativa comprende diversas etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia, cuya transición entre una etapa y otra es moderada. En términos de conectividad, se considera que ellas son muy similares entre sí, ya que la matriz que los rodea (compuesta de campos agrícolas, pastizales inducidos y zonas urbanas) es de una naturaleza radicalmente distinta. Por consiguiente, la descripción de la conectividad que se realiza a continuación considera etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia, que en el texto se abrevia simplemente como "Selva Baja Caducifolia o SBC".

Las diferentes etapas sucesionales (Acahual, SBC secundaria y primaria) de selva baja caducifolia (SBC) cubren aproximadamente el 49.5% de la superficie del SAR del Proyecto (4,468.885 ha), el 50.5% restante (4,482.4 ha) corresponde a zonas agrícolas, de temporal o riego, zonas urbanas o cuerpos de agua. La diferencia entre las cifras que se presentan en el apartado de vegetación se debe básicamente a la escala en la cual se describen, tal como se menciono para el apartado de vegetación se empleo la cartografía escala 1:250,000 de INEGI, mientras que la siguiente descripción se realizó a mayor detalle tal como se mencionó en párrafos anteriores.

El cambio de uso de suelo de zonas forestales, el crecimiento urbano y la presencia de vías de comunicación e infraestructura lineal ha provocado la pérdida y fragmentación de la SBC, provocando que esta se localice casi exclusivamente en zonas de relieve pronunciado, como sierras, lomeríos y barrancas, ya que en valles y mesetas, la SBC ha sido prácticamente extirpada y reemplazada por campos de cultivo y zonas urbanas.



Para **efectos** descriptivos, en la presente MIA-R, se reconocen tres grupos de fragmentos de SBCs, bajo los criterios de continuidad y grado de aislamiento. Dichos grupos son: I) Sistema Cerro Jojutla, II) Complejo Santa María y III) Complejo de Barrancas y Cerros (ver Figura 42). La descripción de la disposición espacial, superficie, forma y grado de aislamiento de cada grupo se proporciona a continuación:



**Figura 42. Distribución de los fragmentos de SBC dentro del SAR del Proyecto, es importante señalar que en estos fragmentos, se presentan los estadios sucesionales de SBC (acahual, SBC secundaria y SBC primaria).**

### **Grupo I. Sistema Cerro Jojutla.**

Está constituido por cuatro fragmentos de SBC: 1) Cerro Jojutla, 2) Río Yautepec, 3) Río Seco y 4) Satélite Cerro Jojutla, los cuales ocupan en conjunto 6,451.32 ha (Ver Figura 43 y Tabla 55). De ellos, el fragmento más grande es Cerro Jojutla (6,078.97 ha), el cual ocupa una posición céntrica en relación con el resto de fragmentos. La disposición de los fragmentos pertenecientes a este grupo recuerda mucho a un Sistema Continente-Isla, debido al tamaño y disposición de los fragmentos. De acuerdo con esta analogía, Cerro Jojutla es el fragmento de SBC más importante de este grupo, ya que por su tamaño actúa como continente dentro del sistema, por tanto, la conectividad de dicho grupo depende de la integridad del fragmento Cerro Jojutla.

En relación al resto de grupos de fragmentos de SBC presentes dentro del SAR, el Sistema Cerro Jojutla funciona como una suerte de archipiélago, donde la continuidad depende de los cuatro fragmentos, siendo nuevamente Cerro Jojutla, el más importante, ya que, a nivel del SAR, es el fragmento que conecta a los cuatro restantes con el fragmento continente más importante del SAR, el cual es el Sistema Santa María, localizado a una distancia mínima de 339.57 m del Sistema Cerro Jojutla, cabe señalar que no hay conexión



entre ambos fragmentos, puesto que existe una matriz conformada por campos de cultivo que separa a ambas, actuando como barrera hacia la conectividad del Grupo I.

**Tabla 55. Descripción física de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Sistema Cerro Jojutla.**

Fragmento	Area (m2)	Perimetro (m)	Forma (Efecto de borde)	Hectareas	Distancia al parche más cercano (m)
Río Yautepec	1,125,351.47	13,823.13	3.68	112.54	84 m (Cerro Jojutla)
Río Seco	2,246,744.52	10,537.65	1.98	224.67	51 m (Cerro Jojutla)
Cerro Jojutla <sup>1</sup>	60,789,689.45	98,289.27	3.76	6,078.97	37 m (Satélite Cerro Jojutla)
Satélite Cerro Jojutla	351,373.26	4,036.98	1.92	35.14	37 m (Cerro Jojutla)
Total	64,513,158.69	126,687.04		6,451.32	

1= Posible Corredor Biológico

En términos de conectividad, puede considerarse a los cuatro fragmentos como una sola unidad, bajo la perspectiva de un esquema tipo archipiélago. Atendiendo a la disposición espacial y tamaño de los fragmentos que conforman dicho grupo, la continuidad y mantenimiento de los procesos biológicos y ecológicos dentro de los fragmentos que conforman este grupo depende de la integridad de todos los fragmentos, especialmente del Cerro Jojutla. Sin embargo dichos fragmentos se encuentran separados por la Autopista del Sol (ver Figura 43), la cual constituye la barrera física más importante, por otro lado, los fragmentos Río Yautepec y Satélite Cerro Jojutla se encuentran bastante perturbados (incluye pastizales transformados en acahuals, acahuals y selva baja caducifolia secundaria), no así los fragmentos Río Seco y Cerro Jojutla, cuya alteración aparentemente es moderada. Dichos fragmentos se encuentran rodeados por importantes centros urbanos, entre los que destacan Jojutla, Tequesquitengo y Tehuixtla. Los cambios de uso de suelo, que ha favorecido la sustitución de selva baja caducifolia por zonas agrícolas o asentamientos urbanos constituye la principal amenaza a la integridad funcional de dicho grupo.

El efecto de borde es mayor en los fragmentos Río Yautepec y Cerro Jojutla (ver Tabla 55), debido a su forma asimétrica y alargada, en el caso de Río Yautepec, no obstante, la mayor superficie del Cerro Jojutla compensa dicho efecto. En términos del efecto de aglomeración, exclusión inicial e insularización de la diversidad biológica y los procesos ecológicos, los fragmentos más vulnerables son, en orden descendiente: Satélite Cerro Jojutla, Río Yautepec, Río Seco y Cerro Jojutla. El contraste de la matriz en relación a los cuatro fragmentos señalados es fuerte, sin embargo, dichos fragmentos no se encuentran completamente aislados o rodeados por esta, ya que mantienen continuidad con fragmentos de SBC localizados fuera del SAR, ello compensa el aislamiento observado en relación con los fragmentos localizados dentro del SAR.

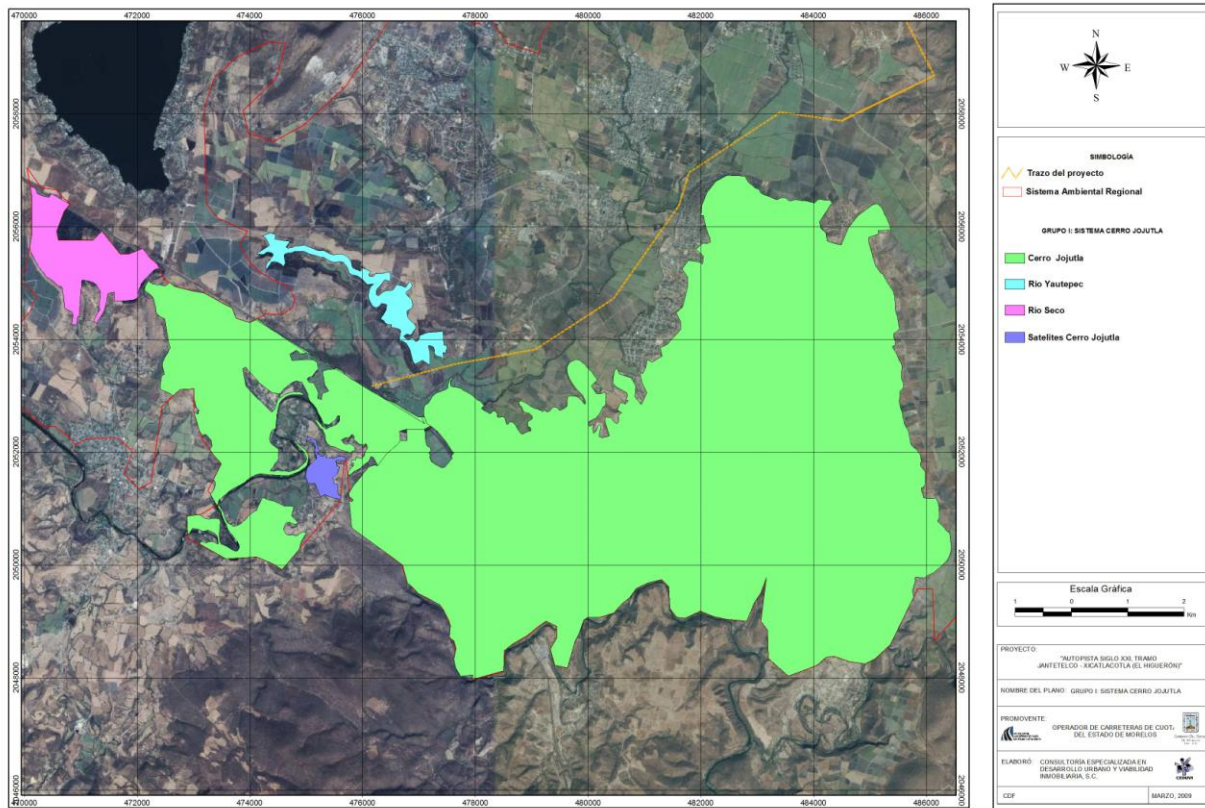


Figura 43. Distribución espacial de los fragmentos de etapas sucesionales de SBC pertenecientes al Grupo I Sistema Cerro Jojutla, dentro del SAR del Proyecto.

**Grupo II. Complejo Santa María.**

Este grupo es sumamente complejo en su distribución y relaciones espaciales. Consta de tres fragmentos separados entre sí, uno de estos fragmento es el que mantiene a su interior una complejo e interesante gama de relaciones espaciales con el resto de fragmentos presentes en el SAR, ellos son: 1) Complejo Santa María, 2) Satélites del Complejo Santa María y 3) Cerro Loma Larga, los cuales, ocupan conjuntamente 37,099.45 ha (ver Tabla 56 y Figura 44 ). De los tres el fragmento más importante es el Complejo Santa María, el cual ocupa 36,368.50 ha (el 98.03% de la superficie de SBC presente en este grupo). Los dos otros fragmentos son bastante más pequeños (311.36 y 419.60 ha), el hecho de que sean considerados fragmentos independientes se debe a que no mantiene continuidad, dentro del SAR con el Complejo Santa María.

Los tres fragmentos señalados guardan entre si y con el resto de fragmentos presentes dentro del SAR una relación tipo Continente-Isla, debido al tamaño y disposición de los fragmentos. Bajo esta perspectiva, el continente es el Complejo Santa María, cuyo tamaño le permite ser la fuente de la mayoría de los procesos ecológicos dentro del SAR del Proyecto, de hecho la conectividad dentro de dicho grupo y el SAR mismo depende de la integridad del Complejo Santa María. Los otros dos fragmentos son meras islas, de escaso tamaño, cuya funcionalidad depende de sus relaciones con el Complejo Santa María. Cabe señalar que el complejo Santa María se encuentra localizado en el centro del SAR del Proyecto, por lo que la conectividad de





los fragmentos localizados al oeste (Sistema Cerro Jojutla) y este (Complejo de Barrancas y Cerros) del SAR depende necesariamente de la presencia de dicho complejo.

Las relaciones al interior del Complejo Santa María son especialmente interesantes, por su tamaño, dicho fragmento se puede subdividir, atendiendo a la extensión y forma interna en nueve subfragmentos: Seis de ellos tienen una forma irregular no lineal; 1) Cerro Temilpa-Palo Grande, 2) El Chumilar-La UMA, 3) Cerro Santa María-El Mirador, 4) Cerro Tencuancoalco-Diolochi, 5) Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate y 6) Cerro Trincheras-Barranca La Cuera. En tanto que tres fragmento tienen una forma lineal; 7) Barranca La Cuera, 8) Barranca Seca y 9) Río Cuautla.

**Tabla 56. Descripción física de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Complejo Cerro Santa María.**

Fragmento	Subfragmento	Área (m2)	Perimetro (m)	Forma (Efecto de borde)	Hectareas	Distancia al parche más cercano (m)
Complejo Santa María		363,684,993.17	739,327.86	10.94	36,368.50	61.33 m (Cerro Loma Larga)
Complejo Santa María	Cerro Temilpa-Palo Grande	121,430,091.10	156,806.62	4.01	12,143.01	Unido a Cerro Santa María-El Mirador, el Arroyo Cuautla y el Cerro Trincheras-Barranca La Cuera
Complejo Santa María	El Chumilar-La UMA	26,921,701.69	61,852.53	3.36	2,692.17	Unido a la Barranca La Cuera y el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate.
Complejo Santa María	Cerro Santa María- El Mirador	90,703,423.78	150,419.63	4.46	9,070.34	Unido al Cerro Temilpa-Palo Grande y Arroyo Cuautla.
Complejo Santa María	Cerro Tencuancoalco-Diolochi	24,834,809.78	71,989.11	4.08	2,483.48	Unido a la Barranca Seca
Complejo Santa María	Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate	77,805,677.67	104,749.24	3.35	7,780.57	Unido a El Chumilar-La UMA, Cerro Trincheras-Barranca La Cuera, Barranca La Cuera y Arroyo Cuautla.
Complejo Santa María	Cerro Trincheras-Barranca La Cuera <sup>1</sup>	6,938,512.34	37,711.76	4.04	693.85	Conecta a Cerro Temilpa-Palo Grande, con el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate.
Complejo Santa María	Barranca La Cuera <sup>1</sup>	5,108,516.96	62,508.63	7.80	510.85	Conecta a El Chumilar-La UMA con el Cerro Corralillo-Chumil-





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Fragmento	Subfragmento	Área (m2)	Perimetro (m)	Forma (Efecto de borde)	Hectareas	Distancia al parche más cercano (m)
						Aguacate.
Complejo Santa María	Barranca Seca <sup>1</sup>	1,499,019.70	17,610.15	4.06	149.90	Conecta a El Chumilar-La UMA con el Cerro Tencuancoalco-Diolochi.
Complejo Santa María	Río Cuautla <sup>1</sup>	8,443,240.16	75,680.20	7.35	844.32	Conecta al Cerro Temilpa-Palo Grande y Cerro Santa María-El Mirador con el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate
Satélite Complejo Santa María		3,113,646.38	32,828.84	5.25	311.36	413.55 m (Complejo Santa María)
Cerro Loma Larga		4,196,015.21	40,104.15	5.52	419.60	61.33 m (Complejo Santa María)
Total					37,099.45	

1= Corredor Biológico.



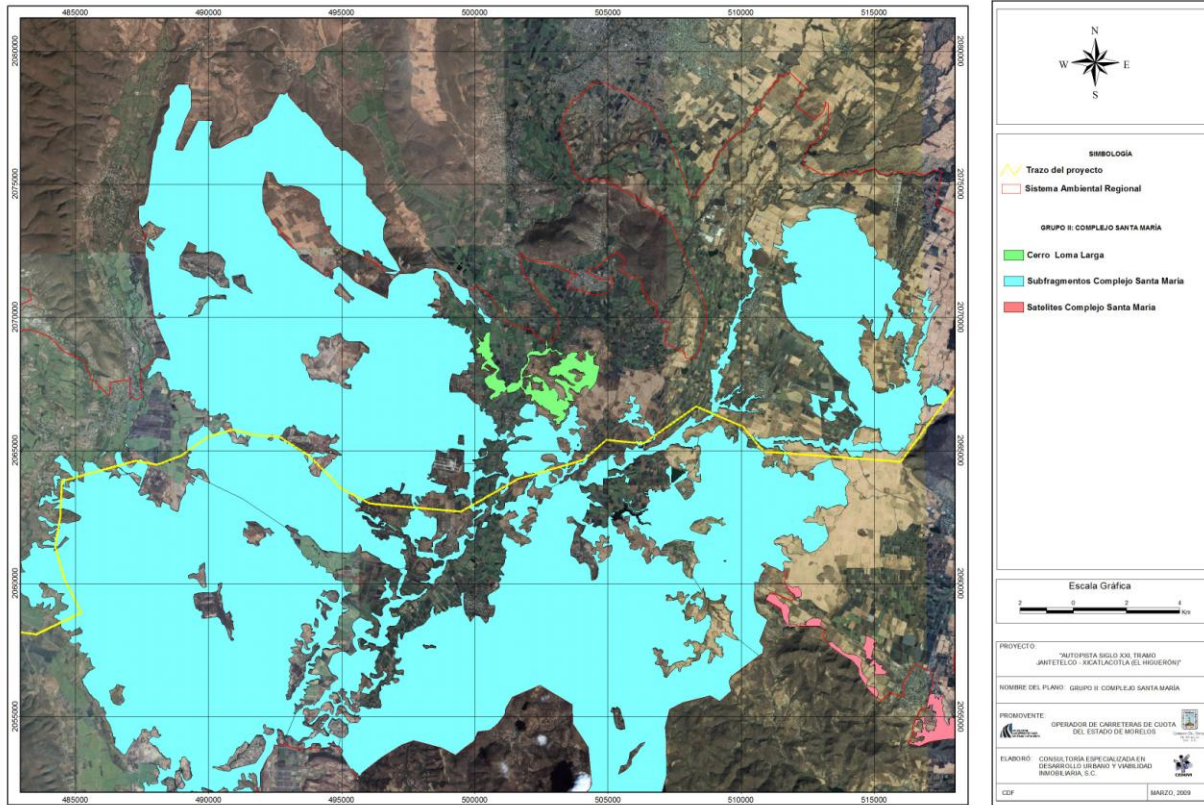


Figura 44. Distribución espacial de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Grupo II Complejo Santa María, dentro del SAR del Proyecto.

De este a oeste, los subfragmentos mencionados se encuentran arreglados como sigue: Al norte se localiza el Cerro Temilpa-Palo Grande (12,143.01 ha), se encuentra contiguo al Cerro Santa María-El Mirador (9,070.34 ha.). Ambos son continuos entre sí y concentran más de la mitad de la superficie de SBC presente en el Complejo Santa María. En el centro, se localizan los tres subfragmentos lineales, cuyo orden, de norte a sur es; Barranca La Cuera, Barranca Seca y Río Cuautla y el subfragmento no lineal Cerro Trincheras-Barranca La Cuera, ninguno de ellos supera las 1,000 ha. La Barranca La Cuera y Barranca Seca se encuentran muy próximos entre sí, en tanto que Cerro Trincheras-Barranca La Cuera ocupa una posición intermedia entre Río Cuautla y Barranca La Cuera. Al oeste se encuentran los tres subfragmentos restantes, de norte a sur, se localiza el Cerro Tencuancoalco-Diolochi, en el centro se localiza El Chumilar-La UMA y hacia el sur el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate.

El arreglo de estos subfragmentos es sumamente importante para la integridad funcional del SAR. Dicho arreglo semeja dos continentes separados entre sí por una matriz fuertemente diferenciada, conformada en su mayor parte por campos de cultivo y zonas urbanas, pero unidas por un conjunto de subfragmentos lineales y estriberones, los cuales soportan la continuidad de los procesos ecológicos y la funcionalidad del SAR. Uno de estos continentes es el conformado por el Cerro Temilpa-Palo Grande y el Cerro Santa María-El Mirador (en conjunto, ambos ocupan una superficie de 21,213.35 ha), el otro sería el conformado por El Chumilar-La UMA y el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate (10,472.74 ha). Existe además una isla de gran tamaño, el Cerro Tencuancoalco-Diolochi (2,483.48 ha), el cual se encuentra unido al último continente a través de uno de los subfragmentos lineales.





La importancia de los subfragmentos lineales es clara, dado que actúan como corredores biológicos que unen ambos continentes y la isla antes mencionados y que, por tanto, mantienen la continuidad de los procesos ecológicos y funcionalidad de estos parches de SBC: La Barranca Seca es un corredor biológico que une al Cerro Tencuancoalco-Diolochi con el continente conformado por El Chumilar-La UMA y el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate. La Barranca La Cuera actúa, en parte, como un corredor que incrementa la conectividad entre El Chumilar-La UMA y el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate. Los corredores biológicos más trascendentes dentro de este grupo son Arroyo Cautla y Cerro Trincheras-Barranca La Cuera, ya que ambos unen los continentes antes señalados, particularmente el Arroyo Cautla une a tres subfragmentos de gran tamaño. Ambos corredores son también importantes para el funcionamiento del SAR, puesto que la matriz que rodea al Complejo Santa María se encuentra altamente diferenciada y este sistema de barrancas y estriberones conecta a los grupos de fragmentos oeste (Sistema Cerro Jojutla) y este (Sistema de Barrancas y Cerros).

Como ha sido señalado con anterioridad, la conectividad entre los diferentes parches de SBC es mantenida mediante la continuidad de los propios parches o bien, por un complejo de corredores biológicos, muchos de ellos situados o asociados a barrancas o escurrimientos. En lo que se refiere a los continentes, el continente oeste del Complejo Santa María (Cerro Temilpa-Palo Grande y el Cerro Santa María-El Mirador) mantiene una amplia conectividad, dado que los dos fragmentos que lo conforman mantienen un contacto amplio entre sí, no sucede lo mismo con el continente este del mismo complejo (El Chumilar-La UMA y el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate), puesto que sus puntos de contacto son mínimos y dependen en buena medida de la presencia de la Barranca La Cuera para mantener su conectividad. El subfragmento más conectado es el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate, el cual mantiene conectividad y continuidad con un subfragmento de gran tamaño y dos corredores biológicos. La isla de este complejo (Cerro Tencuancoalco-Diolochi) depende exclusivamente de la presencia de la Barranca Seca para mantener conectividad con el resto del sistema.

El efecto de borde es mayor en los corredores biológicos, debido a su forma alargada y menor en los fragmentos no lineales, a pesar de que el valor de la forma de estos últimos es muy elevado. En estos casos su mayor superficie compensa dichos valores. En términos del efecto de aglomeración, exclusión inicial e insularización de la diversidad biológica y los procesos ecológicos, los subfragmentos más vulnerables son, en orden descendiente: Cerro Tencuancoalco-Diolochi, Cerro Trincheras-Barranca La Cuera y El Chumilar-La UMA. Los subfragmentos Cerro Temilpa-Palo Grande, el Cerro Santa María-El Mirador y Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate tienen mucho menor riesgo, sin embargo, son vulnerables en el sentido de que requieren de la presencia de los corredores biológicos para mantener continuidad en su funcionalidad y el mantenimiento de procesos ecológicos. El subfragmento El Chumilar-La UMA es el más vulnerable, debido a que la matriz que lo rodea se encuentra fuertemente diferenciada y únicamente mantiene contacto con la Barranca La Cuera y el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate.

El contraste de la matriz en relación a los tres fragmentos señalados es fuerte, sin embargo, dichos fragmentos no se encuentran completamente aislados o rodeados por esta, ya que mantienen continuidad con fragmentos de SBC localizados fuera del SAR, esto compensa el aislamiento observado en relación con los fragmentos localizados dentro del SAR. Por otro lado, los corredores biológicos incrementan la conectividad interna.

Existe una serie de factores que ha propiciado la fragmentación del hábitat dentro del Complejo Santa María. Entre ellos se encuentran:

**Presencia de vías de comunicación e infraestructura lineal.** Existe una serie de brechas, gasoductos y líneas eléctricas trazadas dentro de prácticamente todos los fragmentos y subfragmentos de SBC pertenecientes al Complejo Santa María, la mayoría de ellas no parecen constituir barreras impermeables para la mayoría de los procesos ecológicos que tiene lugar dentro de los fragmentos de SBC, excepto quizá la carretera estatal





S/N que une a Tlaltizapán con Cuautla, orientada en dirección este-oeste y la carretera estatal S/N que comunica a Cuautla con Chinameca y Los Sauces, orientada en dirección norte-sur. Dado que se trata de vías de comunicación de dos carriles, sin muro de contención y relativamente poco transitadas, aunado al hecho de que existen barrancas muy profundas que pasan por debajo de los puentes de estas carreteras, es factible considerar que no se trata de barreras definitivas, sin embargo, podría limitar el desplazamiento de algunas especies de flora y fauna.

**Centros urbanos.** El principal centro urbano cercano al Complejo Santa María es Tlaltizapán, pero este se ubica en la periferia del complejo. A su interior, los poblados más importantes son Huitchila, Zacapalco, Chinameca, San Vicente Juárez, El Salitre, Colonia Adolfo López Mateos, Los Sauces, San Rafael Zaragoza, Lorenzo Vázquez, La Mezquitera y Fracc. Huertas El Mirador. Únicamente Chinameca supera los 2,500 habitantes, siendo su población no mayor de 15, 000 habitantes. La expansión de las zonas urbanas es un problema latente para la SBC del complejo, debido a que dichas áreas crecen aceleradamente.

**Cambio de Uso de Suelo.** La vegetación de SBC de la mayor parte de los valles ha sido reemplazada por campos de cultivo, lo cual ha provocado una progresiva pérdida del hábitat, la matriz resultante es completamente diferente a los manchones de SBC presentes en los fragmentos y subfragmentos antes señalados. Si bien, los fragmentos de SBC siguen siendo de una superficie considerable, es de resaltar que únicamente el subfragmento El Chumilar-La UMA se localiza parcialmente dentro de un valle. El cambio de uso de suelo es el principal factor de riesgo para la SBC presente dentro del Complejo Santa María.

Los fragmentos y subfragmentos más grandes son los que presentan el mayor grado de conservación de la SBC, en contraparte, los fragmentos pequeños son quienes tienen el mayor grado de perturbación. Los corredores biológicos aquí reconocidos son especialmente vulnerables, debido a que se localizan en valles, donde la matriz que los rodea se encuentra altamente diferenciada, por otro lado, son excepcionalmente vulnerables a ser reemplazados o fragmentados en mayor grado por el crecimiento de centros urbanos, la construcción de más infraestructura urbana lineal y la expansión de zonas agrícolas.

### **Grupo III Complejo de Barrancas y Cerros.**

Este grupo se localiza al este del SAR del Proyecto. Comprende dos fragmentos pequeños de SBC asociados a barrancas: 1) Cerro El Tecolote-Cerro Coachi y 2) Cerro Ancho-Cerro Gordo; seis fragmentos lineales, localizados dentro de barrancas, 1) Barranca Acayo, 2) Barranca Tequexcua, 3) Barranca Honda, 4) Barranca Seca, 5) Arroyo La Laja, 6) Barranca Tequesquites; y un fragmento localizado en un valle, 9) La Huerta, los cuales cubren una superficie de 4,066.65 ha (ver Tabla 57 y Figura 45).

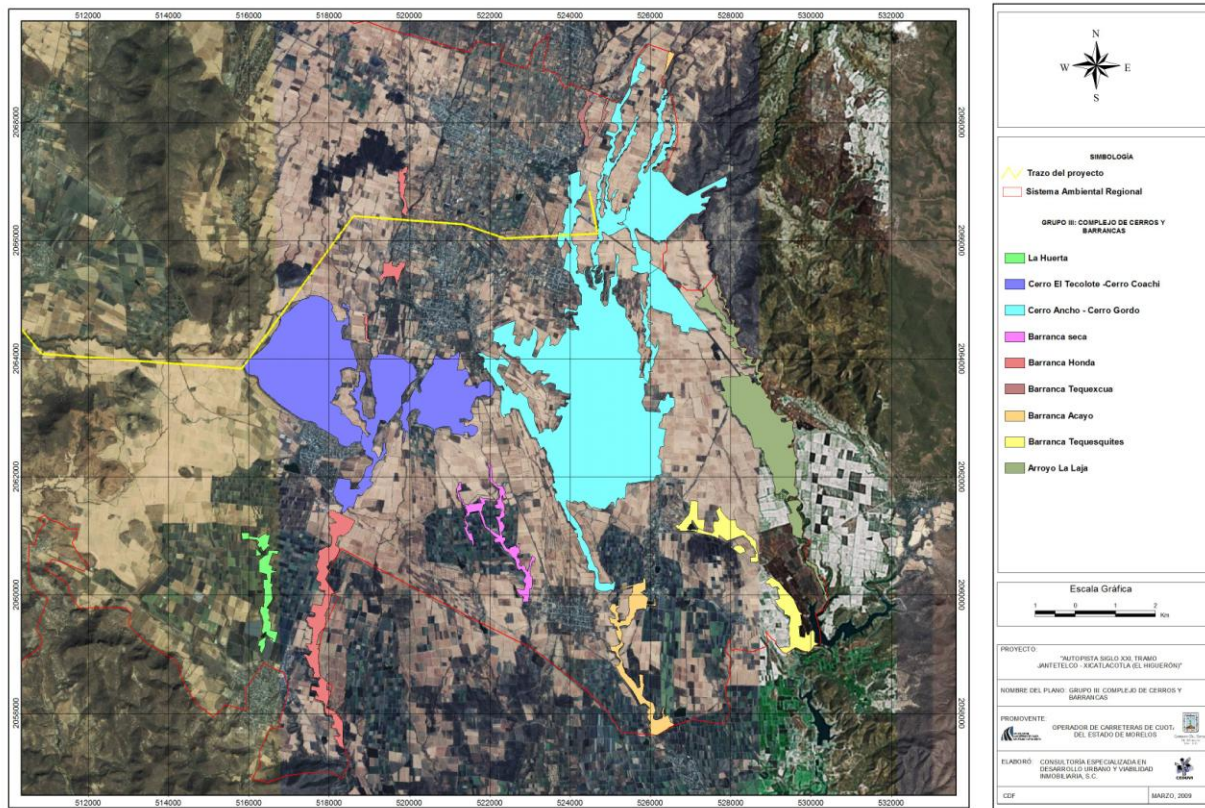


Figura 45. Distribución espacial de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Grupo III Complejo de Cerros y Barrancas, dentro del SAR del Proyecto.

El arreglo espacial de dichos fragmentos difiere significativamente de los dos grupos antes señalados. El grado de fragmentación y aislamiento de este grupo de fragmentos es bastante severo, y son contados los fragmentos que mantienen continuidad entre sí. Únicamente el Cerro El Tecolote-Cerro Coachi mantiene contacto con la Barranca Honda. El resto de fragmentos se mantienen aislados entre sí y podrían considerarse como relictos. Los fragmentos más grandes son el Cerro Ancho-Cerro Gordo (2015.39 ha) y el Cerro El Tecolote-Cerro Coachi (1074.73204 ha). Pese a mantenerse aislados, algunos fragmentos parecieran haber tenido continuidad en el pasado, como es el caso del subgrupo formado por el Cerro Ancho-Cerro Gordo, el Arroyo La Laja, Barranca Tequexcua y la Barranca Acayo y el subgrupo formado por el Cerro El Tecolote-Cerro Coachi y la Barranca Honda. Ambos subgrupos podrían encontrarse conectados entre sí, a través del Cerro El Tecolote-Cerro Coachi y el Cerro Ancho-Cerro Gordo, los cuales podrían actuar como corredores biológicos, pero la carretera federal 160 parece ser una barrera física casi impermeable al flujo de procesos ecológicos. El Cerro El Tecolote-Cerro Coachi podría tener cierta conectividad con el Cerro Tencuancoalco-Diolochi, dado que la barrera física que los separa es menos severa que en otros fragmentos, constituyéndose ambos fragmentos en un posible corredor que une al Complejo Santa María con el Sistema de Barrancas y Cerros. De igual forma, el Cerro El Tecolote-Cerro-Ancho y la Barranca Honda aparentemente podrían constituir un corredor biológico, debido a la continuidad que tienen, únicamente interrumpida por espacio de 36 m. Salvo los casos antes mencionado, no parece existir ningún otro corredor funcional dentro de este grupo.





**Tabla 57. Descripción física de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Sistema de Barrancas y Cerros.**

Fragmento	Área (m <sup>2</sup> )	Perimetro (m)	Forma (Efecto de borde)	Hectáreas	Distancia al parche más cercano (m)
Cerro El Tecolote-Cerro Coachi <sup>1</sup>	10,747,320.36	42,820.93	2.54	1,074.73	36 m (Barranca Honda)
Cerro Ancho-Cerro Gordo <sup>1</sup>	20,153,948.56	111,053.69	4.57	2,015.39	125 m (Arroyo La Laja)
Arroyo La Laja	3,512,812.29	28,042.48	4.22	351.28	125 m (Cerro Ancho-Cerro Gordo)
Barranca Acayo	1,098,177.76	17,864.79	4.81	109.82	136 m (Cerro El Tecolote-Cerro Coachi)
Barranca Honda <sup>1</sup>	1,965,087.83	25,420.01	3.93	196.51	36 m (Cerro El Tecolote-Cerro Coachi)
Barranca Seca	793,189.13	18,647.93	5.91	79.32	795 m (Cerro El Tecolote-Cerro Coachi)
Barranca Tequexcua	250,439.36	6,269.35	3.53	25.04	134.9 m (Cerro Ancho-Cerro Gordo)
Barranca Tesquesquites	1,478,551.01	17,583.47	2.47	147.86	679 m (Arroyo La Laja)
La Huerta	667,014.79	10,641.74	2.71	66.70	874 m (Barranca Honda)
Total	40,666,541.09	278,344.38	34.69	4,066.65	

1= Posible Corredor Biológico.

El arreglo espacial de dichos fragmentos es parecido a un archipiélago, conformado por dos grandes islas rodeadas de pequeños islotes. La matriz se encuentra fuertemente diferenciada y en algunos casos podría considerarse prácticamente impermeable a la continuidad de los procesos ecológicos. Esto se debe a que existen una serie de barreras físicas, las más importantes son vías de comunicación, entre las que destacan la Carretera Federal 160, que comunica a Cuautla con Izúcar de Matamoros, la carretera estatal S/N que comunica a Amayuca, Jantetelco y Tepancingo, la carretera estatal S/N que comunica a Tetelilla con Tenango y entronca con la carretera federal 160, ellas se encuentran orientadas de este a oeste y norte a sur, lo que acentúa su papel como barreras que impiden la conectividad. Cabe señalar que la matriz que separa a los fragmentos de SBC pertenecientes a este grupo supera tremendamente en extensión y anchura a estos, por lo que las distancias entre fragmentos son significativamente mayores a las existentes en los dos grupos antes tratados.

La funcionalidad de los procesos ecológicos en este grupo de fragmentos es mala en la mayoría de ellos, debido al poco tamaño y aislamiento de los fragmentos de SBC. Particularmente, la Barranca Acayo, la Barranca Tequexcua, la Barranca Seca La Huerta y parches de la Barranca Honda, se caracterizan por tener un aislamiento acentuado en relación con el resto de fragmentos, básicamente por el hecho de que la matriz que los rodea es diametralmente diferente e incluye poblaciones que superan los 2,500 habitantes, como es el caso de Cuautla (en parte y quien supera los 15,000 habitantes), Amayuca, Jantetelco, Joncatepec, Amacuitlapilco, Atotonilco, Tetelilla y Tepalcingo, por consiguiente, se considera que los efectos de exclusión de especie, aglomeración, insularización y borde son mucho mayores que en otros fragmentos de este sistema, e incluso, del propio SAR. Esta zona del SAR se caracteriza por presentar un relieve plano, lo que ha





propiciado el desarrollo de la agricultura de riego y temporal, quienes han sustituido a la SBC. A los efectos de la matriz habrá que agregar el efecto de barrera ocasionado por las vías de comunicación, particularmente la Carretera Federal 169, más las carreteras estatales.

El Arroyo La Laja y el Cerro Ancho-Cerro Gordo mantienen conectividad con fragmentos de SBC situados fuera del SAR del Proyecto, ello atenúa los efectos de la fragmentación. De hecho, su posición dentro del sistema es relevante, puesto que, junto con el Cerro El Tecolote-Cerro Coachi, constituyen estriberones que mantienen cierta conectividad entre el Complejo Santa María y los parches de SBC localizados al oeste de SAR. No obstante, al interior del Cerro Ancho-Cerro Gordo, el fragmento más norteño tiene una conectividad muy limitada con el fragmento sur, mantenida exclusivamente por una serie de barrancas e interrumpida a la vez por la carretera federal 160.

La posición del fragmento Cerro El Tecolote-Cerro Coachi es también relevante, ya que mantiene cercanía con la Barranca Honda, que de otra manera se encontraría muy aislada y se trata del fragmento del sistema más cercano al Complejo Santa María, de la cual solo se separa por una franja de campo de cultivo y una terracería de 200 a 600 m de ancho. A la vez, este fragmento se localiza muy cerca del Cerro Ancho-Cerro Gordo, cuya distancia mínima entre sí es de 160 m, sin embargo, la carretera estatal que va de Jantetelco a Tetelilla disminuye sensiblemente la conectividad entre ambos fragmentos. De cualquier forma, al interior de este sistema, los fragmentos que mantienen mayor funcionalidad ecológica son el Cerro El Tecolote-Cerro Coachi y el Cerro Ancho-Cerro Gordo.

## IV.2.4 Aspectos socioeconómicos

### IV.2.4.1 Región económica

De acuerdo con la escala de estratificación del INEGI (2006), el estado de Morelos se ubica dentro de la región socioeconómica Centro Este, la cual presenta un nivel 4, este índice señala la mayor ventaja relativa respecto a las demás poblaciones, con 23.17% de población en las ocho regiones que conforman las regiones socioeconómicas de México (ver Tabla 58 y Figura 46).

Es importante mencionar que este indicador no se refiere al grado de pobreza sino a las mejores posibilidades de desarrollo, y sirve de apoyo para la elaboración de los mapas de pobreza que realiza SEDESOL.

**Tabla 58. Niveles de estratificación nacional, en orden descendente de estratos de mayor a menor ventaja relativa.**

Nivel	%Población	Total de entidades
7	8.83	1
6	13.74	4
5	11.22	5
4	23.17	8
3	12.73	5
2	19.60	6
1	10.71	3





Nivel	%Población	Total de entidades
		32

Asimismo, cabe señalar que la región Centro Este, a reflejado un grado de urbanización alto, lo que indica que en esta región, la población urbana supero a la población rural, asimismo, esta región presenta un alto nivel de concentración geográfica lo cual es comparable con su grado de urbanización.

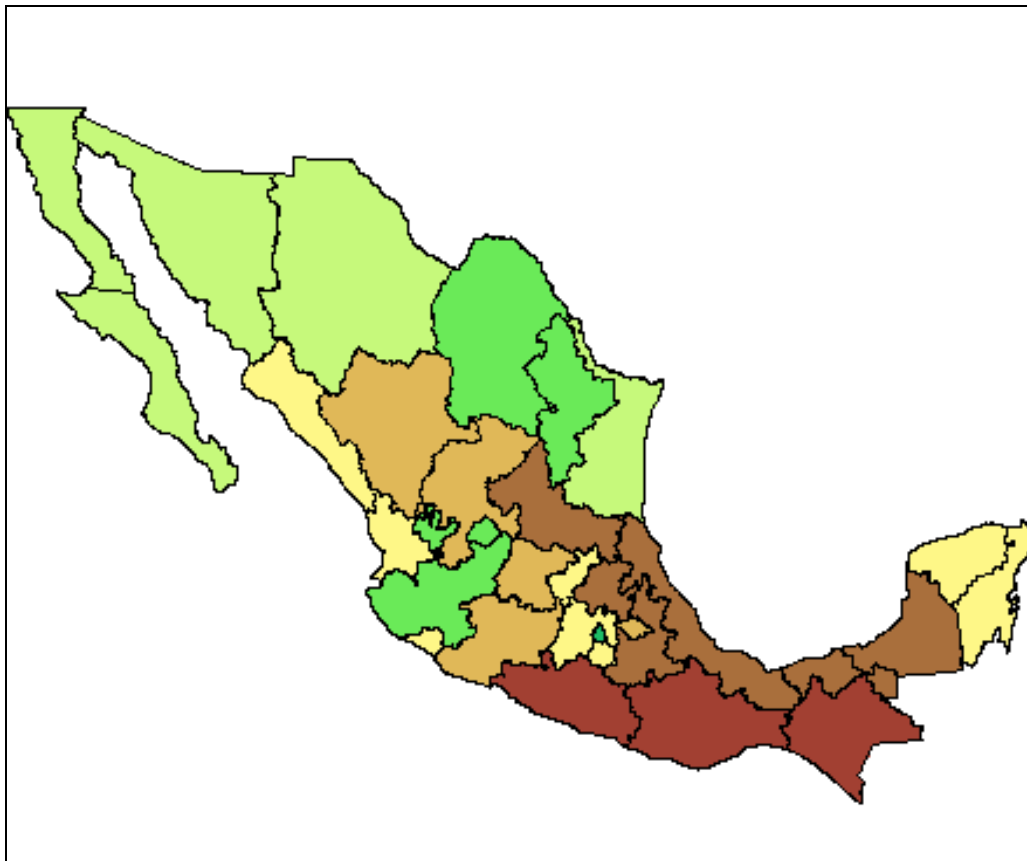


Figura 46. Regiones socioeconómicas de México.

#### IV.2.4.2 Distribución y ubicación en un plano escala 1:50,000 de núcleos de población cercanos al proyecto y de su área de influencia

Los principales núcleos de población que se ubican dentro del SAR se muestran en la Tabla 59, Figura 47 y Figura 48.



**Tabla 59. Principales núcleos de población cercanos al área del proyecto.**

Municipio	Localidad	Distancia del trazo al centro de la localidad (m)
Jojutla (ver Figura 47)	Tlatenchi	1,446.45
	Higuerón	909.51
	Pedro Amaro	430.37
	Jojutla	1,556.03
Tlaquiltenango (ver Figura 47)	Tlaquiltenango	3,356.08
Tlaltizapán (ver Figura 47)	Huatecalco	1,957.72
	Tlaltizapan	2,264.94
Ayala	Chinameca	3,595.28
	Moyotepec	7,356.82
	Tenextepango	6,489.93
	Xaloxtoc	5,365.32
Tepalcingo	Atotonilco	4,662.44
	Tepalcingo	8,528.29
Jonacatepec	Jonacatepec	1,921.21
Jantetelco	Amayuca	2,577.23
	Jantetelco	1,021.21

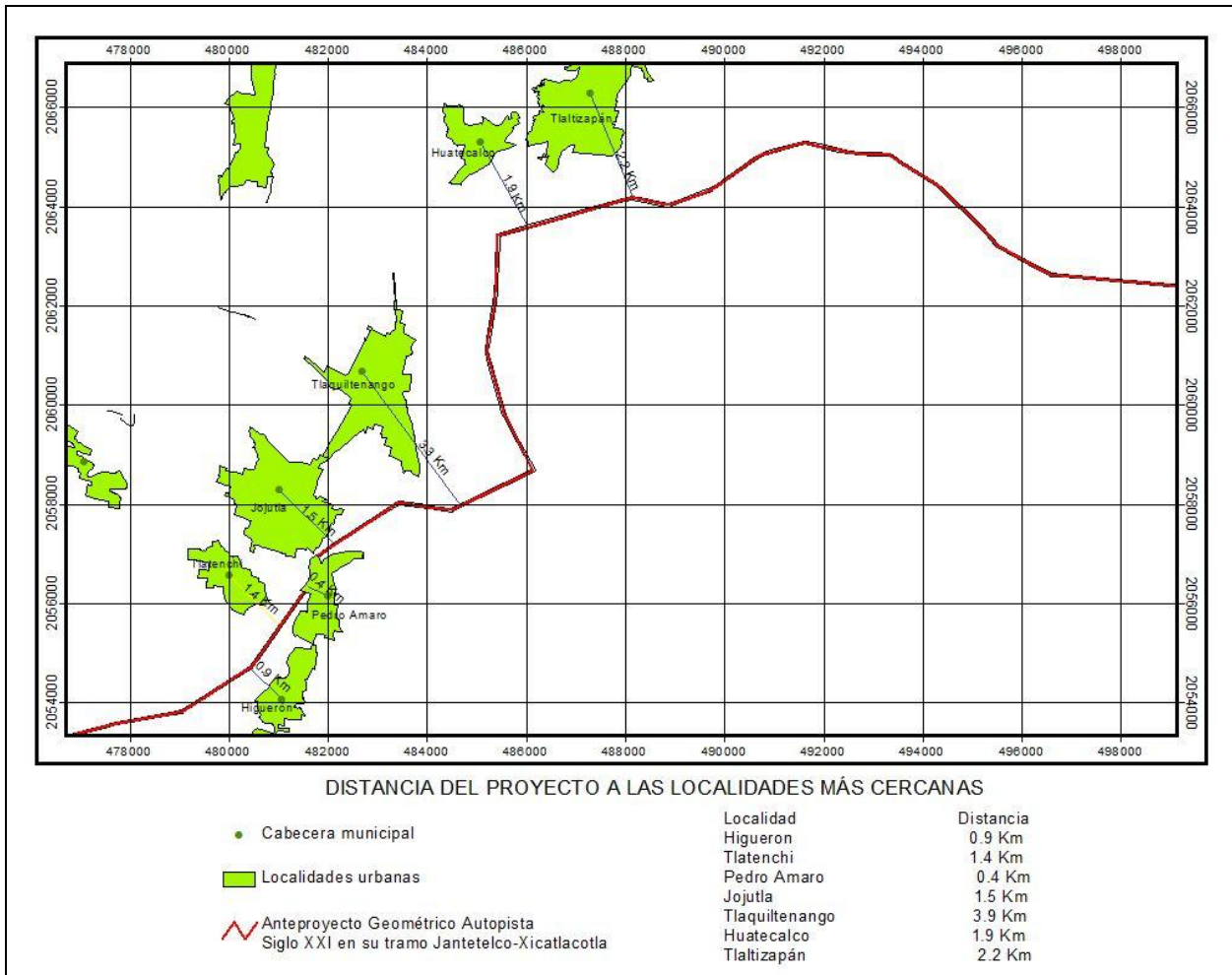


Figura 47. Localidades urbanas más cercanas al área del proyecto.

Cabe señalar que en el caso de la población Pedro Amaro, esta es atravesada por el trazo del proyecto; sin embargo, el centro de la localidad se ubica a 0.4 Km, asimismo, es importante destacar que la población más cercana al proyecto es la de Pedro Amaro y la más lejana es Tetelilla en el municipio de Jonacatepec, la cual se ubica a 9.2 km del trazo del proyecto.

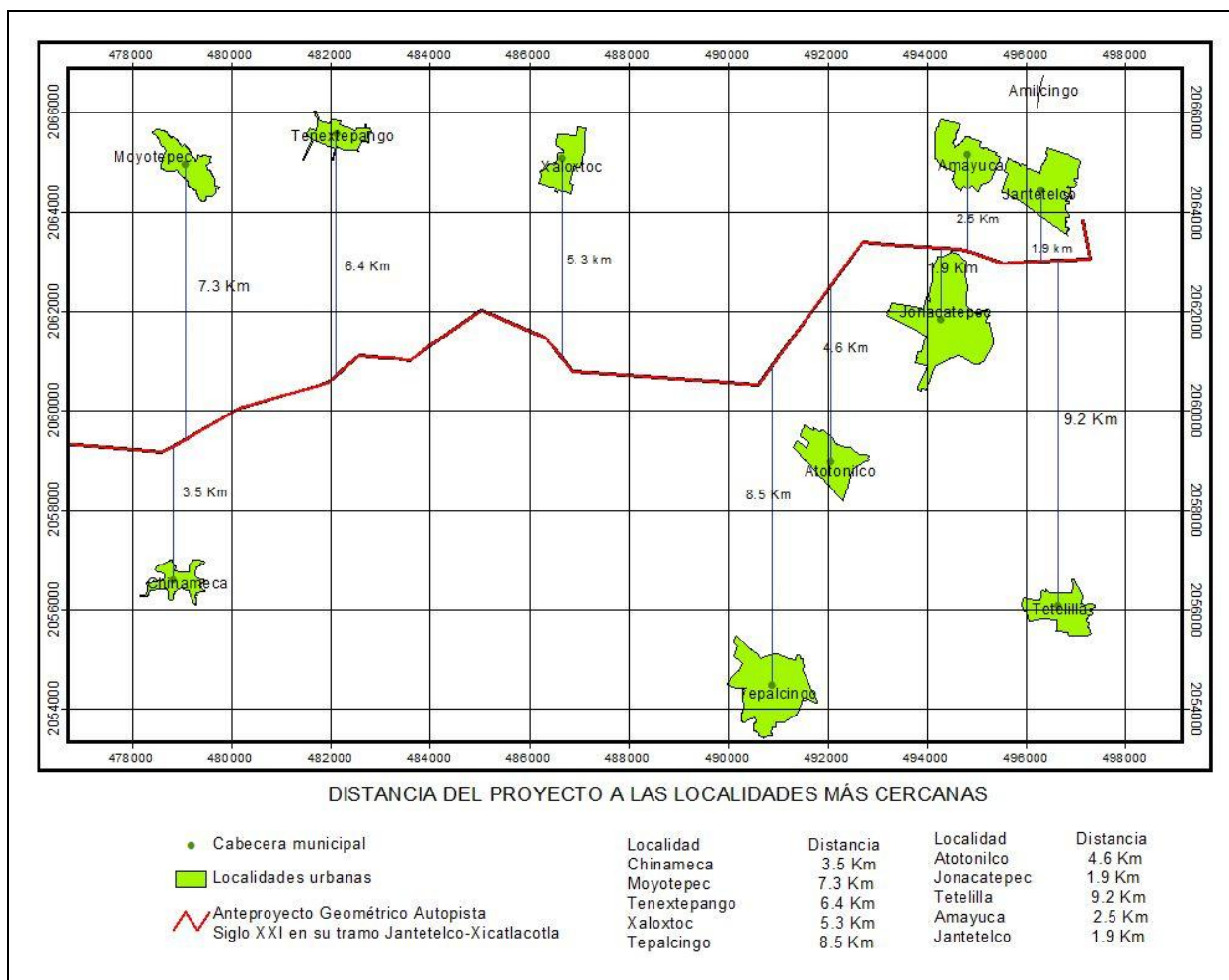


Figura 48. Localidades urbanas más cercanas al área del proyecto.

#### IV.2.4.3 Número y densidad de habitantes por núcleo de población identificado

De acuerdo a los datos emitidos por el INEGI en el último censo (2000), el número de habitantes por municipio se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60. Número de habitantes totales, por sexo y tasa de crecimiento a nivel municipal.

Municipio	No. De habitantes	Hombres	Mujeres	Tasa de crecimiento (1995-2000)
Ayala	69,381	33,677	35,704	1.36%
Jantetelco	13,745	6,654	7,091	1.12%
Jojutla	53,351	25,701	27,650	0.59%
Jonacatepec	13,623	6,550	7,073	0.68%
Tepalcingo	24,133	11,762	12,371	0.68%
Tlaltizapán	45,272	22,004	23,268	0.84%







Municipio	No. De habitantes	Hombres	Mujeres	Tasa de crecimiento (1995-2000)
Tlaquiltenango	30,017	14,704	15,313	0.11%

Es importante señalar que dentro del SAR del proyecto, el municipio que presenta la mayor densidad de población son: Ayala con 69,381 habitantes y Jojutla con 53,351 habitantes; mientras que los municipios menos poblados son: Jonacatepec y Jantetelco con 13,745 y 13,623 habitantes respectivamente.

#### IV.2.4.4 Índice de pobreza (según Conapo)

Según la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2002, publicada por INEGI (2006), debe ser calificado como hogar pobre todo aquel que tenga un ingreso por persona per cápita inferior a la línea de pobreza. Según los tres criterios de pobreza (pobreza alimentaria, de capacidades y de patrimonio) todo hogar urbano que tenga un ingreso neto total per cápita inferior o igual a 672.25 pesos mensuales será considerado pobre alimentario; de igual forma si ese ingreso es menor o igual a 792.58 pesos será considerado pobre de capacidades y si el ingreso por miembro es menor o igual a 1,367.35 pesos será pobre de patrimonio.

Para los hogares rurales, la identificación de un hogar pobre dependerá de la comparación de su ingreso neto total per cápita con las líneas alimentarias (\$ 494.77), de capacidades (\$ 587.29) y de patrimonio (\$ 946.49). Estas líneas están expresadas en pesos tomando como referencia la fecha de agosto del 2002.

En el año 2002, con base en los anteriores criterios se establecieron tres niveles de pobreza: la pobreza nivel 1 (alimentaria), que representa a los hogares que no pueden cubrir ni siquiera los requerimientos básicos alimenticios; la pobreza nivel 2 (de capacidades), que representa a aquellos hogares que no pueden satisfacer sus necesidades de alimentación, salud y educación; y la pobreza nivel 3 (o de patrimonio), la cual corresponde a los hogares que no pueden solventar las necesidades de alimentación, salud, educación, vestido, vivienda y transporte público.

De acuerdo a lo anterior, y tal como se muestra en la Tabla 61, el grado de marginación que se presenta en los municipios que conforman al SAR va de Media a Baja, siendo el grado de marginación media la que domina en el SAR, ya que solo dos de los municipios presentan un grado de marginación baja (Jojutla y Tlaltizapán).

**Tabla 61. Grado de marginación que se presenta en los municipios correspondientes al SAR del proyecto.**

Municipio	Grado de marginación	Índice de marginación	Lugar que ocupa a nivel nacional
Ayala	-0.580	Medio	1,687
Jantetelco	-0.235	Medio	1,408
Jojutla	-1.154	Bajo	2,114
Jonacatepec	-0.531	Medio	1,642
Tepalcingo	-0.212	Medio	1,390
Tlaltizapán	-0.792	Bajo	1,855
Tlaquiltenango	-0.654	Medio	1,740

Fuente: Estimaciones de CONAPO con base en el XII Censo General de Población y Vivienda, 2001.





**IV.2.4.5 Equipamiento: ubicación y capacidad de servicios para manejo y disposición final de residuos, fuentes de abastecimiento de agua, energía, etcétera**

El sitio de proyecto se ubica al poniente del estado de Morelos, donde se tienen una serie de poblaciones urbanizadas como son Higueroón, Pedro Amaro, Jojutla, Tlaquiltenango, Tlaltizapán San Vicente de Juárez, El Salitre, Huataco, Amacuitapilco, Jonacatepec y Jantetelco.

Las cuales cuentan con los servicios básicos como son luz, alcantarillado y agua potable. A su vez los municipios de Ayala, Jantetelco, Jojutla, Jonacatepec, Tepalcingo, Tlaltizapán y Tlaquiltenango cuentan con un total de 20 ha de superficie destinada a tiraderos de basura a cielo abierto donde depositan residuos sólidos. Los cuales son suficientes para captar los 197 kg de residuos sólidos generados por el total del personal empleado.

En cuanto a plantas de tratamiento de agua, los municipios concentran un total de 7 plantas para el tratamiento de agua, distribuidas de la siguiente forma: Ayala cuenta con 1 (pública), Jantetelco con 1 (privada), Jojutla con 3 (2 privadas y 1 pública) y Tlaltizapán 2 (públicas).

**IV.2.4.6 Demografía**

**IV.2.4.6.1 Número de habitantes por núcleo de población identificado**

Tal como se menciona en el apartado IV.2.4.3 Número y densidad de habitantes por núcleo de población identificado, el número de habitantes por municipio y la proporción entre hombres y mujeres se muestra en la Tabla 60. Cabe señalar que los municipios con mayor densidad de población son Ayala con 69,381 habitantes y Jojutla con 53,351 habitantes, mientras que los municipios con menor número de habitantes son Jonacatepec y Jantetelco con 13,623 y 13,745 habitantes respectivamente.

**IV.2.4.6.2 Tasa de crecimiento de la población considerando por lo menos 30 años antes de la fecha de realización del proyecto**

Con respecto a la tasa de crecimiento poblacional, se reporta que Ayala y Jantetelco son los municipios que presentan la tasa de crecimiento más alta con el 1.36 y 1.12% respectivamente, mientras que el municipio de Tlaquiltenango es quien presenta la tasa de crecimiento más baja con el 0.11% (ver Tabla 60).

**IV.2.4.6.3 Procesos migratorios**

En cuanto a las condiciones de migración que se presentan dentro del SAR, en la Tabla 62 se muestra el número de habitantes por municipio migrante y no migrante.

**Tabla 62. Condiciones de migración que se presentan dentro del SAR del proyecto.**

	Ayala	Jantetelco	Jojutla	Jonacatepec	Tepalcingo	Tlaltizapán	Tlaquiltenango
Población que nació en la entidad	8,631	34,894	11,595	98,590	44,174	15,320	5,046
Población que nació en	4,223	19,834	1,664	65,405	8,339	602	427





	Ayala	Jantetelco	Jojutla	Jonacatepec	Tepalcingo	Tlaltizapán	Tlaquiltenango
otra entidad							
Población que nació en otro país	127	372	38	726	222	5	3
Población que no especifica lugar de nacimiento	1,727	2,517	448	5,868	1,414	501	150
Población que reside en la entidad	10,010	43,768	11,173	133,838	44,641	13,460	4,749
Población que reside en otra entidad	1,403	4,119	516	11,537	1,411	308	97
Población que reside en otro país	99	300	62	838	267	16	4
Población que no especifica lugar de residencia	61	177	19	420	210	59	14
No migrante municipal	9,697	39,804	10,755	123,283	44,034	13,330	4,717
Migrante municipal	285	3,639	412	10,098	484	107	26
No específica migración municipal	28	325	6	457	123	23	6
Total migrante estatal e internacional	1,502	4,419	578	12,375	1,678	324	101
Migrante estatal e internacional en otra entidad	1,403	4,119	516	11,537	1,411	308	97

Cabe señalar que los altos índices de migración se deben principalmente a que los municipios no cuentan con la infraestructura educativa, ni de empleo para retenerla, sobre todo a la Población de 18 a 30 años.

#### IV.2.4.7 Tipos de organizaciones sociales predominantes

Dentro de las organizaciones sociales que se encuentran en el estado de Morelos, las que actúan en pro del ambiente tienen un especial auge, a continuación se enlistan dichas organizaciones sociales:

- Frente de Defensa del Agua de Cuautla y Asociación de Vecinos del Fraccionamiento Manantiales
- Ejidos Unidos de la Zona Oriente General Emiliano Zapata, A.C.
- Sociedad de Solidaridad Social Hijos de Emiliano Zapata
- Comunidades Eclesiales de Base de Cuautla
- Frente de Pueblos de Morelos en Defensa del Agua, Tierra y el Aire
- Unión de Pueblos de Morelos
- Ejido de Tetela del Monte
- Ejido de Cuautla
- Asociación de Usuarios del Campo Ejidal las Victorias (Yautepec)
- Sociedad Cooperativa de Trabajadores de Pascual
- Consejo Directivo del Sistema Local de Agua Potable Independiente de la Colonia Benito Juárez, A.C.
- Consejo Local Patria Libre
- Asociación en Defensa de la Barranca de Los Sauces
- Guardianes de los Árboles





- Ciudadanos por los Bosques y Aguas de Morelos
- Colectivo La Neta
- Consejo Cultural Cuautla, A.C. (centro cultural El Callejón)
- Fondo de Lucha por la Democracia, A.C.
- Coordinadora de Grupos Culturales Indígenas y Populares (CGCIP)
- Salud y Nutrición, A.C. (Sanut)
- Unión de Crédito Plan Puebla
- Centro de Análisis, Información y Formación Popular A.C.
- Centro de Defensa del Medio Ambiente, A.C.
- Acción Ecológica A.C.

#### IV.2.4.8 Vivienda

##### IV.2.4.8.1 Oferta y demanda (existencia y déficit)

**Ayala:** Las características del desarrollo socioeconómico del municipio en los últimos 20 años han generado una demanda de vivienda, del orden de 15,691 la mayoría son propias (ver Tabla 63), el material utilizado con mayor frecuencia es el de tabique, tabicón adobe y lámina de cartón. La mayoría de las viviendas son de 2 a 5 cuartos lo que representa el 62.59%.

**Jantetelco:** El tipo de vivienda por lo regular es unifamiliar, de una sola planta, con patio o huerta anexa. Asimismo, la mayoría de las viviendas presentan de 2 a 5 cuartos lo que representa el 64.02%. De acuerdo a los resultados preliminares del Censo General de Población y Vivienda 2000 llevado a cabo por el INEGI, en el municipio existen 3,049 viviendas particulares en las que habitan 13,745 personas. Cabe señalar que la mayoría de las viviendas presentan techo de losa (1,536 viviendas) y techo de lamina y asbesto (1,078 viviendas).

**Jojutla:** El último censo en el año 2000 señaló que el total de viviendas era de 12,962 en las cuales el número de ocupantes era de 52,883. Las cuales están construidas principalmente con techo de losa o de lamina y asbesto (8,841 y 2,377 viviendas respectivamente). Cabe señalar que la mayoría de las viviendas presentan de 2 a 5 cuartos.

**Jonacatepec:** El tipo de vivienda es unifamiliar, regularmente de una planta con patio o huerta anexa. Los materiales usados en la construcción son: Piedra, adobe, tabique, tabicón y teja. La mayoría de las casas tienen entre 2 y 3 cuartos representando el 62 % del total de las viviendas.

De acuerdo a los resultados preliminares del Censo General de Población y Vivienda 2000 llevado a cabo por el INEGI, en el municipio existen 2,956 viviendas que son habitadas por 13,623 personas, y estas se dividen en 2,952 viviendas particulares en las que habitan 13,508 personas (ver Tabla 63).

**Tepalcingo:** En el caso del municipio de Tepalcingo, de acuerdo con los resultados preliminares del Censo General de Población y Vivienda (2000) que reporta el INEGI, se tiene un deficit de 5,337 viviendas particulares ocupadas por un total de 24,133 personas, cabe señalar que dichas viviendas presentan entre 2 y 5 cuarto lo que representa el 65.26%, asimismo, el techo de las viviendas principalmente esta construido con losa o techo de lamina de asbesto y metálica (2,221 y 1,747 viviendas respectivamente).



**Tlaltizapán:** En el caso del municipio de Tlaltizapán, el déficit de viviendas particulares es de 10,595 viviendas ocupadas por 44,354 habitantes, estas viviendas particulares principalmente están construidas con techo de losa (5,782 viviendas), seguidas por las viviendas construidas con techo de lamina de asbesto o metálica (2,915 viviendas).

**Tlaquiltenango:** El número de viviendas particulares reportada por el INEGI, es de 7,128 viviendas ocupadas por un total de 29,854 usuarios. Cabe señalar que la mayoría de las viviendas particulares presentan entre 2 y 5 cuartos, asimismo, los techos de las mismas están construidos con losa (3,453 viviendas) y con lamina de asbesto o metálica (2,376 viviendas).

**Tabla 63. Número de viviendas por municipio dentro del SAR del proyecto.**

Municipio	Tipo de vivienda	No. De viviendas	Ocupantes
Ayala	Viviendas particulares	15,691	68,869
	Viviendas en casa sola	14,611	64,460
	Departamento en edificio o vivienda en vecindad	318	1,327
	Cuartos de azotea	4	--
	Otros	758	--
Jantetelco	Viviendas particulares	3,049	13,745
	Viviendas en casa sola	2,932	13,270
	Departamento en edificio o vivienda en vecindad	4	16
	Cuartos de azotea	0	--
	Otros	113	--
Jojutla	Viviendas particulares	12,962	52,883
	Viviendas en casa sola	11,515	47,345
	Departamento en edificio o vivienda en vecindad	644	2,330
	Cuartos de azotea	42	--
	Otros	761	--
Jonacatepec	Viviendas particulares	2,952	13,508
	Viviendas en casa sola	2,794	12,856
	Departamento en edificio o vivienda en vecindad	11	37
	Cuartos de azotea	0	--
	Otros	147	--
Tepalcingo	Viviendas particulares	5,337	24,133
	Viviendas en casa sola	5,136	23,323
	Departamento en edificio o vivienda en vecindad	16	62
	Cuartos de azotea	1	--
	Otros	184	--
Tlaltizapan	Viviendas particulares	10,595	44,354
	Viviendas en casa sola	9,941	41,710
	Departamento en edificio o vivienda en vecindad	10	35
	Cuartos de azotea	5	--
	Otros	639	--
Tlaquiltenango	Viviendas particulares	7,128	29,854
	Viviendas en casa sola	6,652	28,066
	Departamento en edificio o vivienda en vecindad	113	394



Municipio	Tipo de vivienda	No. De viviendas	Ocupantes
	Cuartos de azotea	4	--
	Otros	359	--

Es importante señalar que en general, de acuerdo a los datos reportados anteriormente, en todos los municipios señalados se tiene que el número de ocupantes por vivienda particular es de 4.

#### IV.2.4.8.2 Cobertura de servicios básicos (agua entubada, drenaje y energía eléctrica) por núcleo de población

En cuanto a los servicios básicos que presentan las viviendas, en la Tabla 64 se presenta el número de viviendas que tienen drenaje, electricidad y agua entubada.

**Tabla 64. Servicios básicos con los que cuentan las viviendas por municipio dentro del SAR.**

Municipio	Viviendas con drenaje y electricidad	Viviendas sin drenaje y con electricidad	Viviendas con drenaje sin electricidad	Viviendas sin drenaje y sin electricidad	Vivienda con drenaje y agua entubada
Ayala	11,293	3,476	94	201	6,785
Jantetelco	2,156	716	14	49	968
Jojutla	11,251	1,035	51	99	4,616
Jonacatepec	2,118	674	7	36	984
Tepalcingo	2,889	2,113	8	109	1,913
Tlaltzapán	8,235	1,661	72	166	5,959
Tlaquilenango	5,095	1,608	30	152	2,769

**Ayala:** En el caso del municipio de Ayala, la mayoría de las viviendas cuentan con drenaje y electricidad (11,293 viviendas), siendo la minoría la que cuenta con drenaje pero sin electricidad (94 viviendas), asimismo, se registra un total de 201 viviendas las cuales no presentan servicios de drenaje ni de electricidad, en cuanto a las viviendas con drenaje y agua entubada se reportan solo 968 con estos servicios.

**Jantetelco:** Se reporta un total de 2,156 viviendas con drenaje y electricidad y 49 que no cuentan con ninguno de estos servicios, de igual forma se registran un total de 968 viviendas con drenaje y agua entubada.

**Jojutla:** En cuanto a los servicios que presentan las viviendas, se reporta que cerca de 11,251 viviendas cuentan con drenaje y electricidad, mientras que 99 viviendas no cuentan con los servicios antes mencionados, en cuanto a viviendas con drenaje y agua entubada, se reportan un total de 4,616 con estos servicios.

**Jonacatepec:** El número de viviendas que cuentan con servicios de electricidad y drenaje es de 2,118, mientras que 36 viviendas no cuentan con estos servicios, de igual forma, 984 viviendas cuentan con drenaje y agua entubada.

**Tepalcingo:** Al igual que en los demás municipios, la mayoría de las viviendas cuentan con drenaje y electricidad (2,889 viviendas), siendo la minoría quien no cuenta con estos servicios reportándose un total



de 109 viviendas sin electricidad ni drenaje, de igual forma, las viviendas que cuentan con drenaje y aparte con agua entubada son 1,913 viviendas.

**Tlaltizapán:** De las 8,235 viviendas que cuentan con drenaje y electricidad, 5,959 viviendas cuentan también con agua entubada, cabe señalar que se reportan 166 viviendas que no cuentan con los servicios de drenaje ni de electricidad.

**Tlaquiltenango:** En el municipio de Tlaquiltenango se reporta un total de 5,095 viviendas con drenaje y electricidad, y más de la mitad de esas viviendas también cuentan con agua entubada (2,769 viviendas), siendo la minoría la que no cuenta con drenaje ni electricidad (152 viviendas).

#### IV.2.4.9 Urbanización

##### *IV.2.4.9.1 Vías y medios de comunicación existentes*

#### **Vías de comunicación**

##### **Ayala**

El municipio de ayala cuenta con una infraestructura carretera de 109 km, de los cuales están asfaltados 59.20 km, revestidos 44.0 y de terracería 6 km. Las principales rutas son:

- Carretera federal Cuautla-Oaxaca que cubre los fraccionamientos y Tlayecac.
- Carretera federal Cuautla-Jojutla que cubre las localidades de Anenecuilco, Ayala, Colonia Olintepec, Rafael Merino, Abelardo I. Rodríguez, Moyotepec, San Vicente de Juárez y Tecomalco.
- Carretera municipal Tlayecac, jaloxtoc, Huitzililla y Huacatlaco
- Carretera municipal Abelardo I. Rodríguez, Leopoldo Heredia, Tenextepango, Ahuehuyo y Jaloxtoc.

##### **Jantetelco**

El municipio cuenta con la siguiente infraestructura de comunicaciones:

- Carretera Federal Panamericana de Cuautla - Izúcar de Matamoros.
- Carretera Estatal, Axochiapan - Temoac.
- Carretera Estatal, Amayuca - Jantetelco.

##### **Jojutla**

Dentro de las vías de comunicación que presenta este municipio, hasta la fecha se tiene el servicio de la autopista del sol, que comunica hacia Acapulco, Cuernavaca y México, un boulevard que comunica a la autopista, carretera de salida hacia Cuautla vía Tlaquiltenango, carretera hacia Cuernavaca vía Xochitepec-Emiliano Zapata-Jiutepec, hacia Puente de Ixtla, todas están pavimentadas y en buenas condiciones para transitar.



## Jonacatepec

Jonacatepec, es considerado como uno de los municipios más comunicados, cuenta con 73.10 km. de carretera, de los cuales 60.20 km. son de cobertura estatal pavimentada y 12.90 km de carreteras vecinas revestidas, comunicando a los municipios de Cuautla, Tepalcingo, Axochiapan, Jantetelco, Temoac, Zacualpan, y los estados de Puebla y Oaxaca.

## Tepalcingo

En el municipio de Tepalcingo existen carreteras asfaltadas desde México hasta el centro de la población, continúan por el lado opuesto para comunicarse con Izúcar de Matamoros y Puebla.

Las distancias aproximadas que comunican a Tepalcingo con otras poblaciones por carreteras son Tepalcingo-México 143 Km.; Tepalcingo-puebla 126 Km.; Tepalcingo-Cuernavaca 98 Km.; Tepalcingo-Cuautla 38 Km.; Tepalcingo-Jonacatepec 12 Km.; Tepalcingo-Izúcar de Matamoros 59 Km.

Tepalcingo también se comunica por medio de carreteras con Huitchila, Zacapalco, El Limón, Los Sauces, El Tepehuaje, Pitzotlán, Ixtlilco El Chico e Ixtlilco El Grande.

Las carreteras de Tepalcingo comprenden 70.70 km. existe una estación del ferrocarril llamada en un principio ferrocarril interoceánico, de puebla a Cuautla, pasando por el municipio de Tepalcingo; la estación de "El Pastor" actualmente esta suspendida por los cambios administrativos internos de este medio de transporte.

## Tlaltizapán

El municipio de Tlaltizapán está integrado por una red carretera, siendo las principales vías: Las carreteras estatales Jojutla – Yautepec, Tlaltizapán – Chinameca, Tlaltizapán – Moyotepec y Tlaltizapán – Huatecalco; asimismo cuenta con carreteras vecinas que unen a la cabecera municipal con las localidades del municipio.

En transportes de pasajeros en el municipio prestan sus servicios las líneas Flecha Roja, México-Zacatepec, Estrella Roja, Verdes, y los múltiples de minibuses y combis intermunicipales.

## Tlaquiltenango

El municipio está integrado por una red carretera, siendo las principales vías las carreteras estatales Jojutla-Yautepec; Tlaquiltenango-Zacatepec; Tlaquiltenango-Huautla y Tlaquiltenango-Chimalacatlán; asimismo cuenta con carreteras vecinales que unen la cabecera municipal con las localidades del municipio.

### **Medios de comunicación**

**Ayala:** Los diarios que circulan son estatales y municipales, así como una gaceta municipal que es editada mensualmente.

Las señales de radio que llegan al municipio son estatales y nacionales, los canales televisivos estatales nacionales e internacionales a través de antenas y sistemas.





En las comunidades de Ayala, Anenecuilco, Apatlaco, Chinameca, Moyotepec, Jaloxtoc, Ahuehueyo, Abelardo I. Rodríguez, Leopoldo Heredia, Olin-tepec, se cuenta con teléfono, el cual es automático y en el resto de las localidades únicamente existen casetas telefónicas.

Otro medio de comunicación que se tiene es el telegráfico, con 4 oficinas Ayala, Anenecuilco, Tenex-tepango y se cuenta con oficinas postales en Anenecuilco, en el resto del municipio se distribuye a través de los ayudantes municipales con lo cual se cubre el 100% del municipio.

**Jantetelco:** Se reciben los servicios de teléfono, periódicos, correo, telégrafo así como señales de radio y televisión, las comunidades apartadas cuentan con servicio de telefonía rural vía satélite.

Periódicos: La Prensa, El Sol De Cuautla y Diario de Morelos  
Estaciones de Radio: Todas las de A.M. y F.M.  
Canales de Televisión: 6, 7, 9, 11, 13 y 28

**Jojutla:** Este municipio cuenta con servicio postal y telegráfico, central telefónica con el 65% de usuarios domésticos, 35% de instalaciones públicas para tarjeta, además de telefonía celular.

**Jonacatepec:** Como medios de comunicación del municipio, se encuentra la publicación mensual del periódico Jonacatepec, una diversidad de diarios, se receptan gran cantidad de estaciones de radio de la Ciudad de México, Cuernavaca y Cuautla. Así como los canales de televisión de televisa, TV Azteca y el del Instituto Politécnico Nacional. Telégrafos y servicio postal. Existen administraciones telegráficas y de servicio postal ubicadas en la cabecera municipal.

**Tepalcingo:** Existe una oficina de telégrafos y una de correos en la cabecera municipal, así como una antena de microondas instalada en el cerro tepactzin. El teléfono convencional tiene una cobertura de un 10% de la población general de la cabecera municipal y cada una de las localidades de este municipio cuenta por lo menos de una caseta telefónica, y muy pocas personas poseen teléfono celular. A este lugar ha llegado la televisión vía satélite "SKY" pero todavía esta esperando la respuesta de sus clientes potenciales.

**Tlaltizapán:** Estaciones de radio. Las estaciones de radio que se escuchan en el municipio son: Jojutla xhart en señal a.m. de 30,000 wats, la xhzpc la super "z", f.m. de 15,000 wats y la XHJLA estéreo viva de 1,000 wats de potencia en F.M.

Teléfono. El 20% de la población cuenta con líneas telefónicas y el resto con un servicio de casetas que son 11 en el municipio. Telégrafo. El servicio se encuentra ubicado en la presidencia municipal. Correos. En la actualidad proporcionan el servicio dos administraciones, una agencia y tres expendios.

**Tlaquiltenango:** Recibe los servicios de teléfono, correo, telégrafo, así como señales de radio y televisión, las comunidades apartadas cuentan con servicio de telefonía rural vía satélite.

#### **IV.2.4.9.2 Disponibilidad de servicios básicos y equipamiento**

**Ayala:** En cuanto al servicio de alumbrado público este es de 96.66% y se están realizando los trámites de ampliación eléctrica para cubrir esta creciente necesidad al 100%. Asimismo se cuenta con una brigada que esta supervisando y rehabilitando todas aquellas lámparas que no funcionan y gestionando ante la CFE las reparaciones mayores. En relación a la pavimentación de calles y avenidas se tiene un gran avance.



**Jantetelco:** En el municipio de Jantetelco de acuerdo a apreciaciones del ayuntamiento, se tiene que el 80% del municipio cuenta con agua potable y alumbrado público, el 85% necesita mantenimiento del Drenaje Urbano, el 80% del municipio cuenta con calles y avenidas pavimentadas y el 75% cuenta con los servicios básicos de recolección de basura y limpieza de las vías públicas.

**Jojutla:** La Población cuenta con los servicios siguientes: agua entubada 93.7%, drenaje 92.2%, energía eléctrica 98.6%, servicio de limpia 90%, seguridad pública 80%, pavimentación 75%, los mercados cubren el 90% de los requerimientos del municipio, existe un solo rastro municipal cubre el 95% de la demanda.

**Jonacatepec:** La cobertura de servicios públicos de acuerdo a apreciaciones del Ayuntamiento es:

El abasto de agua potable en el municipio, cubre el 75%, para ello se cuenta con 9 pozos profundos de los cuales solo operan a la fecha 7 de ellos; obteniéndose un abastecimiento promedio de 76 litros. Para la distribución del vital líquido se utilizan 7 tanques de almacenamiento, 5 de los cuales son tanques elevados y 2 a nivel de piso. Para garantizar que el agua que se provee a los domicilios sea totalmente potable se realiza su desinfección, mediante la aplicación de gas cloro a todas las fuentes de abastecimiento con la utilización de dosificadores.

La electrificación y alumbrado público, lo realiza el Ayuntamiento a través de la regiduría de desarrollo urbano y obras públicas, y tiene una cobertura del 95%.

Con lo que respecta al drenaje público, el 59.4% de este servicio de drenaje ha sido cubierto a la fecha, el 8.41% usa fosa séptica, el 1.5 % desagüe al río o grieta y el 30.65% no usa ningún control de sus desechos. Con estos mismos datos podemos mencionar que el 69.35% tiene control de desechos y el 30.65% no lo tiene.

En la recolección de basura se tiene un programa que contempla 11 rutas que cubren las cuatro comunidades y las ocho colonias que conforman el municipio. Con una cobertura del 95%. La cantidad de basura que se produce en promedio de treinta y dos toneladas a la semana.

El Ayuntamiento a través de la regiduría de ecología a realizado y sigue realizando campañas de saneamiento en los siguientes lugares: de la entrada de Jonacatepec hasta la altura de BANRURAL, de la salida de Jonacatepec hacia Tetelilla, en tiraderos clandestinos, parques y jardines públicos, así como en las instituciones educativas y dependencias de gobierno (BANRURAL, CERESO), esto demuestra la importancia que se le da al problema de la basura, ya que para cubrir el saneamiento del municipio, sólo se cuenta con dos unidades de volteo que cubren diez de las once rutas y se auxilia un día a la semana cuando se cubre a las comunidades de Tetelilla, Tlayca y Amacuitlapilco con un tercer carro que se tiene para satisfacer la demanda del servicio a particulares en el retiro de cascajo entre otros materiales. La superficie de los tiraderos de basura a cielo abierto es de una hectárea y la superficie de los tiraderos de basura controlados es de una hectárea, el volumen de recolección de basura anual es de 1,500 ton y se cuenta con 2 vehículos recolectores y un contenedor de basura.

Con respecto a los avances de los trabajos de pavimentación realizados en la rehabilitación de las calles aproximadamente se contempla una cobertura del 80% en todo el municipio.

Jonacatepec, cuenta con 4 mercados municipales instalados en las localidades de Tetelilla, Amacuitlapilco, Jonacatepec y Col. Miguel López de Nava, la localidad de Tlayca tiene mercado sobre ruedas, y da servicio a la población un día a la semana mientras que los otros funcionan diariamente, los que abastecen el 100% de las localidades.



En las principales localidades del municipio cuenta con su panteón correspondiente, como es Tlayca, Amacuitlapilco y Tetelilla lo tiene bajo su custodia y responsabilidad, así como el de la cabecera municipal bajo el cuidado de Jonacatepec y el cual da servicio a las nuevas colonias del municipio.

**Tepalcingo:** En el municipio de Tepalcingo, los servicios básicos están cubiertos en un 70 a 80%, la red de agua potable, el alumbrado público, el mantenimiento del drenaje urbano y el rastro constituyen una cobertura del 80% de la demanda, la pavimentación en las calles y avenidas principales están cubiertas en un 70%.

**Tlaltizapan:** En cuanto a los servicios públicos que se presentan en este municipio, se reporta en el caso del drenaje que el 24.05% de las viviendas se conectan a la red pública, 45.09% se conecta a fosas sépticas, 1.48% cuentan con desagüe al río o a barrancas, y restante no se identifica.

En cuanto al agua potable el 65.49% de las viviendas cuentan con toma, 0.72% de las viviendas obtienen este recurso de la llave pública, el 7.94% no dispone de agua entubada y el restante porcentaje no se especifica.

**Tlaquiltenango:** En el caso del municipio de Tlaquiltenango, de acuerdo con el ayuntamiento se cubre con cerca del 80% de los servicios como agua potable, alumbrado, drenaje y electricidad.

#### IV.2.4.10 Salud y seguridad social

##### IV.2.4.10.1 Sistema y cobertura de la seguridad social

**Ayala:** En el rubro de Seguridad Pública se cuenta con 75 elementos preventivos, que cubren las 28 ayudantías y fraccionamientos del municipio a través de recorridos durante las 24 horas del día con 2 turnos, los cuales se trasladan en 8 camionetas pick up en muy buen estado y 16 motocicletas nuevas; para una mejor comunicación portátil y enlazados con los 28 ayudantes municipales y una base central en la cabecera municipal.

En el rubro de salud, la Población tiene acceso a diferentes tipos de instituciones como el IMSS, SSM, ISSSTE, y servicios médicos particulares.

Actualmente el IMSS atiende una Población del orden de 9,609 derechohabientes, el ISSSTE 3,345 aunque vale la pena mencionar que muchos derechohabientes acuden directamente a la clínica de Cuautla por estar más equipada; el Sistema de Salud Morelos atiende a 24,860 derechohabientes. Lo que nos da una Población atendida por organismos de gobierno de 37,814 personas, que representa el 58% del total de la Población.

Los servicios que prestan las instituciones de salud son medicina general y odontología principalmente, otro tipo de padecimientos se tienen que atender en las ciudades de Cuautla, Cuernavaca o México.

**Jantetelco:** Los servicios de salud son proporcionados a través de centros de salud en las localidades del municipio y en la cabecera municipal se cuenta con una clínica hospital de primer nivel.

Son 9 las unidades médicas, todas de primer nivel en las que 14 médicos y 122 enfermeras hacen posible las 31,735 consultas generales realizadas. El servicio de planificación familiar reporta a 676 usuarias activas y se realizaron 2 intervenciones quirúrgicas con éxito.





**Jojutla:** El municipio cuenta con 9 clínicas de primer nivel y un hospital de 2º nivel; los servicios son prestados por IMSS, ISSSTE, SSA, además de 27 consultorios particulares, en total atienden en estas dependencias 37 médicos generales, 26 especialistas, asistidos por 128 enfermeras de contacto y 14 en otras actividades; se cuenta con 60 camas censadas y 38 posibles. Se generan en promedio 87,029 consultas generales y 7,905 de especialidades.

**Jonacatepec:** En cuanto a seguridad pública, el Municipio de Jonacatepec, cuenta con: Una Agencia del Ministerio Público del Fuero Común. 3 Agentes del Ministerio Público del Fuero Común. Y de acuerdo a INEGI (1998), se mencionan los delitos denunciados ante las agencias del Ministerio Público del Fuero Común; En Jonacatepec hubo 276 delitos, 97 contra el patrimonio, 72 contra la vida y la integridad física, 27 contra la libertad y otras garantías, 18 contra la familia y 7 psicosexual.

La policía está a cargo de un director de Seguridad Pública que tiene a su mando 31 elementos y destacamentos policíacos en cada comunidad, de lo cual podemos decir que Seguridad Pública tiene una cobertura del 100%.

El tránsito tiene una plantilla de personal de 8 elementos que labora regularmente en la cabecera municipal, y la seguridad pública se lleva a cabo por medio de destacamentos poblacionales en las localidades de Amacuitlapilco, Tetelilla y Tlayca; en la Col. Miguel López de Nava opera la torre de control, y en la cabecera municipal se encuentra el mando, dirigida por un Director de Seguridad Pública y un Director de Tránsito.

En cuanto a salud, la población derechohabiente representaba el 22.99 % del total de la población, mientras que la asistencia social cubre el 77.01% de la población, por supuesto sin dejar de señalar los servicios médicos particulares que representan un apoyo significativo en la asistencia médica.

Los servicios antes brindados cuentan con la siguiente cuadrilla para cubrir los requerimientos de salud de la población: 15 médicos particulares, 1 médico del ISSSTE, 9 médicos de asistencia social y 4 dentistas.

Los servicios médicos son proporcionados por centros de salud dependientes de la Secretaría de Salud y Asistencia Social, y en la cabecera municipal hay un puesto periférico del ISSSTE, y clínicas y médicos particulares.

**Tepalcingo:** El municipio cuenta con centros de salud en las siguientes comunidades: Tepalcingo, Ixtlilco El Chico, San Miguel Ixtlilco, Atotonilco, Huitchila y Zacapalco.

En la cabecera municipal existe una clínica del seguro social, un consultorio que atiende a derechohabientes del ISSSTE, también se pueden consultar 5 médicos particulares, las farmacias pueden solventar la demanda de medicinas de la comunidad tepalcinguense.

**Tlaltizapán:** Los servicios médicos son proporcionados a través de siete unidades de consulta externa, una del I.M.S.S., una del I.S.S.S.T.E. y 5 del Gobierno del Estado, además de la consulta directa particular que imparten clínicas o consultorios privados.

Tlaltizapán tiene una población asegurada entre el IMSS y el ISSSTE, de 3,674 familias aún cuando la población atendida por todas las instituciones de salud, es de 11,679 usuarios, por un total de quince médicos. La consulta otorgada por las tres instituciones fue de 46,055 con 37,882 en consulta general y 8,133 en urgencias.



Debe anotarse el hecho de que la administración municipal actual inició la construcción de una unidad de apoyo de rehabilitación para minusválidos, que hasta la fecha lleva 60% de avance en su edificación.

**Tlaquiltenango:** Los servicios de salud son proporcionados a través de centros de salud en las localidades del municipio y en la cabecera municipal se cuenta con una clínica hospital de primer nivel.

Son 9 las unidades médicas, todas de primer nivel en las que 14 médicos y 122 enfermeras hacen posible las 31,735 consultas generales realizadas. El servicio de planificación familiar reporta a 676 usuarias activas y se realizaron 2 intervenciones quirúrgicas con éxito.

#### IV.2.4.10.2 Características de la morbilidad y la mortalidad y sus posibles causas

Otro de los factores sociales que influyen en la dinámica poblacional tiene que ver con la mortandad y sus principales causas.

A continuación se presenta las tasas de mortalidad y sus posibles causas para cada uno de los municipios.

**Ayala:** La tasa de mortandad nos indica que de cada 100 personas un porcentaje proporcional fallece, el Municipio de Ayala presenta en 1998 la tasa más alta que es de 0.39 y la tasa más baja de 0.30 se presenta en los años 1995 y 2000, una tasa que no se considera muy alta en comparación con otros municipios del estado.

**Tabla 65. Tasa de mortalidad durante el periodo de 1994 – 2000, en el municipio de Ayala.**

Año	Población total	Total de defunciones	Tasa de mortalidad
1994	58,994	202	0.34
1995	60,605	183	0.30
1996	62,259	207	0.33
1997	63,959	231	0.36
1998	65,705	255	0.39
1999	67,499	232	0.34
2000	68,318	214	0.30

**Fuente: Cuaderno Estadístico Municipal, Ayala, Estado de Morelos. Edición 2001.**

Las principales causas de mortalidad que se presentan en el municipio son: infecciones intestinales, picadura de algún animal y enfermedades del corazón entre las más importantes.

**Jantetelco:** De acuerdo a la información proporcionada de manera directa en las unidades de salud, las **6 principales causas de morbilidad** son:

1. Infecciones respiratorias agudas.
2. Intoxicación por picadura de alacrán.
3. Hipertensión arterial.
4. Diabetes mellitus.
5. Enfermedades diarreicas.
6. Parasitosis asociada con desnutrición.



Dentro de las principales **causas de mortalidad** en orden de importancia de acuerdo a información recabada en la Oficialía del Registro Civil de Jantetelco se encuentran:

1. Diabetes mellitus no controlada.
2. Hipertensión arterial
3. Infarto agudo al miocardio
4. Insuficiencia renal crónica
5. Paro cardiorrespiratorio
6. Desnutrición
7. Insuficiencia respiratoria
8. Insuficiencia hepática
9. Grastitis
10. Anemia

**Jojutla:** La tasa de crecimiento promedio anual en el período 1990-1995 fue de 1.95% y de 1995-2000 fue de 0.59%. Lo anterior, representa una disminución de 1.36 puntos de la tasa anual de incremento poblacional con respecto al período 1990-1995.

Las principales enfermedades se encuentran, según su importancia en su recurrencia las siguientes: diabetes mellitus 17.2% ; cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado 10.6% ;obstrucción crónica de las vías respiratorias 2.8%; oclusión de las arterias cerebro vasculares 2.6%; enfermedad isquémica 2.6%; infarto agudo al miocardio 2.5%; hemorragia intercerebral 2.5%; síndrome de inmunodeficiencia adquirida 2.4%; insuficiencia renal hipertensiva 2.0% e insuficiencia renal crónica 1.3% y otras 53.5%.

**Tlaltizapan:** Las principales causas de mortalidad que se presentan en el municipio son: tumores malignos, diabetes, infecciones intestinales, picadura de algún animal ponzoñoso y enfermedades del corazón entre las más importantes.

#### IV.2.4.11 Educación

**Ayala:** El municipio cuenta con una gran infraestructura educativa en los niveles básico y medio superior en el primero se cuenta con 100 escuelas de los niveles de preescolar, primaria que albergan a 14,546 alumnos; En el nivel medio superior se tienen tres planteles: C.B.T.I.S. 194, en la cabecera, C.B.T.A. en Chinameca, y un CECYT en Tenextepango, con un total de 115 alumnos, asimismo se ubica en el municipio el Instituto Profesional de la Región Oriente el cual recibe la matrícula de toda la Región oriente del estado.

**Jantetelco:** A nivel preescolar existen 7 jardines de niños en todo el municipio con 223 niñas y 229 niños los cuales hacen un total de 452 asistentes. Su cobertura total es de 90%. Existen 12 escuelas primarias registradas en el municipio con una cobertura total del 75% y un total de 2,122 alumnos de los cuales 1,120 son hombres y 1,002 son mujeres. 41 maestros en 26 grupos imparten la educación a nivel secundaria con 4 escuelas en las que se reportan 866 estudiantes de los cuales 440 son hombres y 426 mujeres. También se registran 2 escuelas Telesecundarias y su cobertura total para ambas es del 80%. Cabe señalar que el municipio de Jantetelco no cuenta con escuelas a nivel Bachillerato ni Profesional.

**Jojutla:** Existen planteles de enseñanza inicial, especial, preescolar, primaria, secundaria, preparatoria, colegio de bachilleres, enseñanza técnica e instituto de estudios profesionales (Licenciatura en Administración de Empresas y Derecho) los cuales están representados de la siguiente manera:





El nivel preescolar cuenta con 30 escuelas a las que asisten 1,916 niños que son atendidos por 75 docentes en 96 grupos. Son 35 las primarias con las que cuenta el municipio y a las que asisten 3,880 hombres y 3,678 mujeres que suman un total de 7,558 estudiantes. 199 maestros de secundaria atienden a 3,679 estudiantes en 15 escuelas, 118 aulas y mediante los cuales encontramos a 1,945 hombres y 1,734 mujeres. El nivel de bachillerato esta representado por 6 escuelas con un gran número de estudiantes. Hombres 1,385, mujeres 1,367, total 2,752, maestros 47 y aulas 39. La capacitación para el trabajo tiene menos representatividad en el municipio con solo 11 escuelas o lugares de estudio, 531 asistentes entre hombres y mujeres (157 y 374 respectivamente). También se cuenta con un Instituto de Estudios Profesionales que imparte las carreras de Licenciatura en Administración de Empresas y Derecho a la que asisten solo 2 hombres y 67 mujeres con un total de 69 estudiantes.

**Jonacatepec:** Existe la infraestructura adecuada para la impartición de educación preescolar, primaria, secundaria y bachillerato. También se imparten cursos de educación para adultos y capacitación para el trabajo. A nivel municipal se cuenta con seis instituciones educativas para preescolar, un centro de educación especial, ocho primarias, una secundaria técnica, una secundaria federal y dos telesecundarias y cuatro escuelas a nivel preparatoria.

En la cabecera municipal existe un centro psicopedagógico que atiende a 179 alumnos y labora con 10 profesores.

**Tepalcingo:** En el municipio de Tepalcingo cuenta con la infraestructura necesaria para albergar siete escuelas de educación primaria, siete escuelas secundarias de las cuales dos son federales y cinco son telesecundarias, a nivel medio superior están a la disposición de la población la escuela preparatoria federal por cooperación "Mariano Matamoros", y el colegio de bachilleres plantel 07.

**Tlaltizapán:** Tlaltizapán cuenta con infraestructura educativa en todos sus niveles, desde preescolar hasta el nivel medio superior que le permite atender la demanda educacional en todo su ámbito.

En el municipio existen un total de 69 instituciones educativas: 23 en el nivel preescolar, 31 en nivel primaria con dos zonas escolares, 11 secundarias de tipo general y telesecundarias y 4 de nivel medio superior, de las cuales 3 dan capacitación terminal y 2 colegios de bachilleres, un centro de bachillerato tecnológico y una preparatoria de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Con esta estructura se da atención a 9,126 alumnos que se distribuyen en 1,165 en preescolar, 5,921 en nivel primaria, 1,648 en nivel secundaria y más de 400 en el nivel medio superior.

**Tlaquiltenango:** El municipio cuenta con la infraestructura adecuada para la impartición de educación en los niveles preescolar, primaria, secundaria, bachillerato técnico agropecuario y cursos de educación para adultos. Ya que cuenta con 29 escuelas para nivel preescolar, 34 para nivel primaria y 12 para nivel secundaria, entre el personal docente se cuenta con 41 personas para preescolar las cuales atienden un total de 65 grupos, 167 personas para nivel primaria que atienden a 231 grupos y 99 profesores a nivel secundaria que atienden a 56 grupos.

#### **IV.2.4.11.1 Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela**

En cuanto a la población de 5 años y más que asisten a la escuela se presenta lo siguiente:





En el municipio de **Ayala**, el 29.77% de la población en ese rango de edad (5 años y más) asiste a la escuela, 69.69% de la población no presenta asistencia escolar y el restante 0.52% no especifica esta condición de asistencia escolar; en el caso de **Jantetelco**, el 67.42% de la población se registra como sin asistencia escolar, el 32.98% presenta asistencia escolar y el restante 0.49% no especifica esta condición; para el municipio de **Jojutla** el 30.78% de la población entre 5 años y más asisten a la escuela, mientras que el 67.94% no asiste a la escuela; de igual forma en el municipio de **Jonacatepec**, el 70.27% de la población no asiste a la escuela, mientras que el 29.06% asiste a la escuela; en el municipio de **Tepalcingo** el 30.40% de la población asiste a la escuela, el 68.74% no asiste a la escuela y el restante 0.85% de la población no especifica esta condición; en **Tlaltizapán** el 30.45% de la población asiste a la escuela, mientras que el 69% no asiste a la escuela; por último en municipio de **Tlaquiltenango** presenta un 29.88% de la población de 5 años y más que asisten a la escuela, mientras que el 69.39% de la población no asiste a la escuela y el restante 0.71% no especifica la condición de asistencia escolar que tiene.

#### IV.2.4.11.2 Índice de analfabetismo

En cuanto al analfabetismo que se presenta en cada uno de los municipios que conforman al SAR del proyecto, se presenta lo siguiente:

En el caso del municipio de **Ayala**, del total de la población de 15 años y más el 14.93% se refiere a población analfabeta. Asimismo, en el caso del municipio de **Jantetelco**, 12.23% de la población también es analfabeta, en **Jojutla** el 9.93% de la población es analfabeta, el 89.92% es alfabeta y el restante 0.14% no especifica la condición de alfabetismo, **Jonacatepec** presenta un 12.23% de la población de 15 años y más como analfabeta, 87.68% alfabeta y 0.07% no especifica la condición de alfabetismo, en el caso del municipio de **Tepalcingo** el porcentaje de población de 15 años y más con analfabetismo es de 15.87%, el 84.07% es alfabeta y el restante 0.05% no especifica la condición de alfabetismo; en **Tlaltizapán** el 12.86% de la población en los rangos de edad antes señalados son analfabetas, el 87.06% son alfabetas y solo una minoría de la población (0.06%) no especifica las condiciones de alfabetismo; por último el municipio de **Tlaquiltenango** el 87.48% de la población de 15 años y más es alfabeta, mientras que el 12.38% son analfabetas.

#### IV.2.4.12 Aspectos culturales y estéticos

**Ayala:** Dentro de los aspectos culturales que se ubican en el municipio de Ayala se encuentran los siguientes monumentos:

- Ruinas de Olin-tepec.
- Ex-Hacienda de Tenextepango.
- Ex-Hacienda de Coahuixtla.
- Parroquia de San José en Ayala
- Parroquia de San Miguel Arcangel de Anenecuilco.
- Parroquia de Santiago Apostol de Tenextepango.
- Kiosco de Ayala.
- Plaza Cívica Francisco Ayala.
- Monumento a Emiliano Zapata en el zócalo de Anenecuilco.

En Tlayecac se cuenta con pinturas rupestres que se localizaron en la barranca la cuera (paso del diablo) y barranquillas de las torres (ojo de agua) así como una pirámide que se localiza a un costado de la ayudantía





municipal ubicada en la calle 5 de mayo. En la Olin-tepec se cuenta con la zona arqueológica (rehabilitada a través del Instituto de Antropología e Historia.)

**Jantetelco:** Dentro de los monumentos históricos, arquitectónicos y arqueológicos, se encuentran:

Arquitectónicos: El exconvento de San Pedro Apóstol, construido en el siglo XVI por los dominicos; iglesia de San Mateo; los templos de San Francisco, del Apóstol Santiago Mayor y de Santa Clara; y la exhacienda de Tenango.

Históricos: El dormitorio del cura Mariano Matamoros, ahora aloja al museo Histórico y a Mariano Matamoros.

Arqueológicos: Zona arqueológica de Chalcatzingo.

**Jojutla:** Dentro de los municipios que se ubican en el municipio de Jojutla se encuentran:

Santa María Tlatenchi, de Nuestra Señora de Guadalupe, San Juan Bautista Teocalcingo, de los Tres Santos Reyes Nexpa. Así como las haciendas de la Perseverancia, molino de arroz el cual fue fundado en 1870. Por otro lado, dentro de los edificios que llaman la atención por su estructura se encuentran La Tentación, Hotel México, Estación del FF.CC., y el Palacio Municipal.

**Jonacatepec:** Dentro del municipio de Jantetelco, destacan los sitios Arqueológicos e históricos cercanos al Pueblo de Chalcatzingo, Iglesia patronal de San Mateo, junto a la capilla del Padre Jesús, del siglo XVI. También existe la zona arqueológica de Chalcatzingo. Varias construcciones y relieves arqueológicos. Las más antiguas datan de más de 600 años a.C.

Por otro lado en este municipio se ubica el Convento Agustino del siglo XVI. Casa del héroe de la Reforma Leandro Valle y lugar importante de la lucha revolucionaria de los zapatistas.

Hacienda de Santa Clara. Casco de la hacienda azucarera de Santa Clara de Montefalco, que dominó la región desde la colonia hasta la revolución zapatista de 1910. No está abierta al público.

En cuanto a museos, destaca la zona arqueológica de "Las Pilas", que actualmente no está en servicio.

**Tepalcingo:** Se encuentran los siguientes monumentos: el santuario del Señor de Tepalcingo; las iglesias de Santa Mónica y de Nuestra Señora de Guadalupe; la parroquia de San Martín; y la Hacienda de San Nicolás Tolentino.

**Tlaltizapán:** Dentro de los principales monumentos que se ubican en el municipio se encuentran: las haciendas de San Francisco, San Miguel Treinta, Santa Rosa Treinta, Xochimancas, Acamilpa y Ticumán, las iglesias de San José, la Virgen de Guadalupe, San Pedro, Santo Domingo de Guzmán y la de Santa Rosa de Lima, así como la iglesia y exconvento de San Miguel.

**Tlaquiltenango:** En el caso de los monumentos que se ubican en el municipio de Tlaquiltenango se encuentra el templo y convento de Santo Domingo, edificación del siglo XVI; haciendas de Las Bóvedas y de Los Hornos; y la torre de mampostería que existe en lo que actualmente es el balneario El Rollo.



#### IV.2.4.13 Aspectos sociales

##### IV.2.4.13.1 Presencia de grupos étnicos, religiosos

**Ayala:** La Población es mestiza en su mayoría, sin existir un grupo que pueda ser tomado en cuenta por su etnia, 2,504 es el número total de indígenas en el municipio, mismos que representan un porcentaje del 4.23%. Sus dos principales lenguas indígenas en orden de importancia son la Náhuatl y Mixteco.

Con respecto a los grupos religiosos que se distribuyen en el municipio, la religión principal es la católica, sin embargo es necesario comentar que en los últimos 5 años han destacado otras sectas y/o religiones (protestantes, evangélicos, sabadistas, pentecostes). Estadísticamente predomina la religión católica, con 46,539 habitantes mayores de 5 años creyentes, pero existe asimismo otro tipo de creencias como la evangélica con 5,426 personas, la judaica con 37 y otras con 7,139 personas del mismo rango de edades.

**Jantetelco:** La presencia indígena en el municipio asciende a 157 personas hablantes, esto representa un 1.33% de la población total. Sus dos principales lenguas en orden de importancia son la Náhuatl y Zapoteco respectivamente. Con respecto a otros grupos religiosos, predomina la religión católica con 9,982 personas de 5 años y más que la profesan, mientras que personas del mismo rango de edades son población que pertenece a otro tipo de creencias religiosas como la Evangélica con 675, judaica con 56 y con 1,057 Testigos de Jehová, Pentecostés, Israelita y Mormones.

**Jojutla:** Es mestiza la mayoría de la población, una parte reducida habla náhuatl y más pequeña aún es la que habla mazahua. Son 809 habitantes hablantes de lengua indígena los cuales hacen un porcentaje del 1.75% del total del municipio.

En cuanto a la religión, predomina la religión católica con un total de 37,130 habitantes mayores de 5 años, mientras que la evangélica con 4,694, la judaica con 96 y otras con 4,330.

**Jonacatepec:** En el municipio, sólo se conoce a un pueblo indígena, que es Amacuitlapilco, y se creó que es de descendencia tlahuica. En el 2000 la presencia indígena en el municipio corresponde a 124 habitantes hablantes de lengua indígena, lo que representa el 1.05% de la población municipal. De las creencias religiosas que se presentan en el municipio se encuentran: Católica con 10,373 habitantes, Evangélica con 607 personas, judaica con 28 creyentes y Pentecostés, Sabadistas, 7° Día, La Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos días y Luz del Mundo con 795 habitantes.

**Tepalcingo:** Con 122 hablantes de lengua indígena representando un 0.59% del total de la población, esta de manifiesto los grupos étnicos en este municipio. Mientras que su principal lengua indígena es la Náhuatl y la segunda el Mixteco. En lo que a religión respecta, la predominante es la católica con 16,187 habitantes, le sigue la evangélica con 2,039 habitantes, la judaica con 10 habitantes y otras que sumadas son 2,545 habitantes.

**Tlaltizapán:** La presencia indígena reporta a 678 habitantes hablantes, representando un 1.76% del total de la población. En cuanto a religión, existe una diversificación de religiones dentro de las que se encuentran la Católica en primer lugar con 31,182 habitantes que la profesan, la Evangélica con 3,500 habitantes, la judaica con 37 habitantes y con 3,851 habitantes agrupados entre Testigos de Jehová, Pentecostés, Episcopales y Mormones



**Tlaquiltenango:** Se registran 224 personas hablantes de lengua indígena, representados por un 0.87% de la población. Mientras que su principal lengua indígena es la Náhuatl y la segunda es la Otomí.

En cuanto a los grupos religiosos que se ubican en el municipio, la religión católica es la predominante, el número de católicos mayores de 5 años llega a 18,216 habitantes, mientras que los habitantes de la religión evangélica son 3,523, judaica con 164 y en el mismo rango de edades las otras religiones con 3,889.

A manera de resumen, en la Tabla 66 se muestra el número total de indígenas que se encuentran en cada uno de los municipios del SAR, así como su porcentaje con respecto al municipio.

**Tabla 66. Número total de indígenas por municipio y su porcentaje con respecto al municipio.**

Municipio	No. Total de indígenas en el municipio	% de población indígena respecto al municipio	Lenguas indígenas habladas en el municipio
Ayala	2,504	3.60	Nahuatl, Mixteco
Jantetelco	157	1.14	Nahuatl, Zapoteco
Jojutla	809	1.51	Nahuatl, Mazahua
Jonacatepec	124	0.91	Nahuatl, Mixteco
Tepalcingo	122	0.50	Nahuatl, Mixteco
Tlaltizapán	678	1.49	Nahuatl, Tlapaneco
Tlaquiltenango	224	0.74	Nahuatl, Otomí

**IV.2.4.13.2** Localización y caracterización de recursos y actividades culturales y religiosas identificadas en el sitio donde se ubicará el proyecto

Dentro de las actividades culturales y religiosas que se presentan en el SAR del proyecto se encuentran:

Las fiestas patronales del municipio de **Ayala**, asimismo, en el municipio de **Jantetelco**, el 29 de junio, hay una fiesta en honor al santo patrono San Pedro Apóstol, con feria, el 13 de diciembre, fiesta cívica en honor al levantamiento en armas del cura Mariano Matamoros; y el domingo anterior a la festividad de los fieles difuntos se realiza el tianguis más importantes del año, en el municipio de **Jojutla** se celebra las siguientes fiestas: Feria de Año Nuevo del 1 al 10 de enero en la ciudad de Jojutla de Juárez. El día de la bandera del 24 al 28 de febrero en Jicarero. Semana Santa en Jojutla. Semana cultural del 21 al 29 de marzo en Jojutla. 24 de junio fiesta de San Juan en Panchimalco. 8 de septiembre Santa María Tlatenchi. Fiestas patrias del 8 al 17 de septiembre en Jojutla. 4 de octubre San Francisco en Higuera. De la virgen del rosario el primer domingo de octubre en Tehuixtla 5 días. Movable feria del arroz 7 días en Jojutla. 1 y 2 de noviembre día de muertos. De la revolución mexicana 20 de noviembre. 11 y 12 de diciembre Nuestra Señora de Guadalupe. Del 16 al 25 de diciembre posadas y Navidad. En el caso del municipio de **Jonacatepec** las fiestas populares son: el 5 de mayo, fiesta cívica con carros alegóricos, corrida de toros y teatro; 1 y 2 de noviembre, conmemoración de Todos los Santos y fieles difuntos; y 12 de diciembre, fiesta en honor a la virgen de Guadalupe con feria y danza de vaqueritos; Feria de la Cebolla en el mes de diciembre. En el municipio de **Tepalcingo**, la feria de más tradición en el Estado de Morelos es la de Tepalcingo, en esta feria se presentan las danzas de los Conduros, los doce pares de Francia, los Tecuanes y los Chinelos. En esta feria, también hay venta de ganado mayor y menor. Para el pueblo de Tepalcingo, se celebra la feria del tercer viernes de cuaresma, dedicada al señor de las tres caídas o Jesús Nazareno es el acontecimiento más importante del año, además de ser la primera feria religiosa comercial del Estado de Morelos. En el caso del municipio de **Tlaltizapán**, en dicho municipio se realiza el carnaval de los tres martes, cuya fiesta es variable; pero



siempre son cinco días antes del miércoles de ceniza, se baila el brinco del chinelo, se realizan bailes y la coronación de la reina del carnaval, a los quince días se realizan ferias y jaripeos (toros), durante la Semana Santa se hace la representación de las tres caídas en el zócalo de la localidad y el viernes santo se efectúa una peregrinación con el Santo Entierro durante los tres martes siguientes se realizan otras festividades. Por último en el municipio de **Tlaquiltenango**, también se llevan a cabo diversas festividades con motivos religiosos como son el 12 de Diciembre en el cual se festeja la aparición de la virgen de Guadalupe.

#### **IV.2.4.13.3** Valor del paisaje en el sitio del proyecto

Entre los atractivos derivados del valor paisajístico que se encuentran en la zona del proyecto, principalmente se encuentran los balnearios, zonas de aguas termales, así como barrancas.

#### **IV.2.4.14 Aspectos económicos**

##### **IV.2.4.14.1** Principales actividades productivas

**Ayala:** La principal actividad en el municipio sigue siendo la primaria con un 49.79 %, el resto corresponde al área urbana, industrial y de servicios.

A continuación se describe la actividad primaria:

**Agricultura:** En la agricultura los principales cultivos son: Maíz, Sorgo, Cebolla, Arroz, Frijol, Pepino y Caña de Azúcar, cabe señalar que la época de siembra va de junio a enero.

**Ganadería:** En el aspecto ganadero las especies más predominantes son: bovino 5,914 cabezas, porcino 3,374, equino 1,232, caprino 1,990, ovino 172, aves 4,848,900 y abejas 153 apiarios. La ganadería es principalmente de explotación extensiva, sin embargo muchos ganaderos están transformando sus explotaciones a semi-intensiva e intensivas.

**Industria:** Este rubro se circunscribe al área que comprende "El Parque Industrial Cuautla", la segunda zona industrial en el estado, cuenta con 27 empresas en operación tales como la planta de almacenamiento y distribución de PEMEX, Combustibles de Morelos S.A. de C.V. quienes se encargan de surtir de combustibles a toda la región oriente, vidrio plano saint-gobain, Grupo Comercial Kasamar, Química y Derivados, preconcreto de alta resistencia, Roadsa, Alustar S.A.; CIMSA, Continental de Alimentos S.A.; Zapata Estampados de Exportación, Politec Internacional, Industrias Mikko, Fertilizantes Nacionales S.A. de C.V., entre otras.

Fuera del parque industrial se encuentran las empresas Disogram Mexicana, Smrit de México, y Teneria de Morelos (Temola); la primera se dedica a las actividades de maquila para exportación, la segunda produce retenes y piezas de precisión y la última se dedica al curtido de pieles de ganado bovino.

**Turismo:** Se tienen áreas naturales de esparcimiento como los balnearios "El Axocoche que es ejidal", "El Colibri" que es particular, ambos cuentan con grandes espacios para estacionamiento y acampado, cuentan con seguridad entre otros aspectos; hay dos museos de interés histórico y cultural que son Casa Museo General Emiliano Zapata que es donde nació "El caudillo del sur" y la Ex-Hacienda de Chinameca en donde



fuera arteralmente asesinado el caudillo; la Ex-Hacienda de Apatlaco, la de Tenextepango, y la Iglesia de Anenecuilco, así como las ruinas arqueológicas de la Colonia Olin-tepec.

**Comercio:** Existen alrededor de 1,200 comercios en donde se puede encontrar lo más elemental como es: comida, ferreterías, loncherías, restaurant- bar y tiendas de abarrotes, vinos y licores, gran parte de la Población complementa su economía a base del trabajo en la agricultura y ganadería.

**Jantetelco:** Entre las actividades productivas que se desarrollan en el municipio de Jantetelco se encuentran:

**Agricultura:** Los cultivos que destacan son caña de azúcar, arroz, sorgo de grano, maíz y frijol.

**Fruticultura:** Los principales productos son ciruela, guayaba y aguacate.

**Floricultura:** Se cultivan plantas y flores de ornato, destaca la nochebuena.

**Ganadería:** Se cría ganado bovino, caprino y caballar, sin ser sobresaliente se explota la avicultura.

**Turismo:** Los atractivos culturales son convento de San Pedro Apóstol del siglo XVI, iglesia de San Mateo, los templos de San Francisco y el de Santa Clara de Montefalco, la exhacienda de Tenango y la zona arqueológica de Chalcatzingo.

**Comercio:** Tianguis semanal, mercado y tiendas de abastecimiento popular.

#### **Jojutla:**

**Agricultura:** Está supeditada al cultivo de la caña de azúcar y arroz en 80% que utilizan el sistema de riego; en porcentaje mínimo, maíz, frijol, jícama, sandía y otros que utilizan tanto el sistema de riego como de temporal y sereno.

**Ganadería:** Esta es acorde a la demanda de carne, lácteos y sus derivados, las comunidades participantes en esta actividad son: Tehuixtla, Chisco, Río Seco, Vicente Aranda, Tlatenchi, Panchimalco e Higuerón.

**Industria:** Sólo existen dos pequeñas empresas, una dedicada a producir alambres y conductores y otra de cajas y platos desechables, acaso podemos mencionar una purificadora y embotelladora de agua en garrafones.

**Comercio:** Jojutla tiene desde hace muchos años como base de sustentación de su economía, el comercio en general, de hecho es el abastecedor de los municipios aledaños.

**Turismo:** Gran potencial económico y de creación de empleos, recurso hasta ahora poco aprovechado, se reduce a los balnearios de la región. Se desarrollan en la actualidad estrategias para explotar este recurso, contando para ello con 22 hoteles, incluyendo bungalows, moteles y casas de huéspedes, que se clasifican en dos y tres estrellas, teniendo capacidad para hospedar a 1,000 personas.

Se cuenta 4 balnearios y 3 parques acuáticos, 8 agencias de viajes, 35 restaurantes de comida regional y nacional afiliados a CANIRAC, más otros 20 que no tienen filiación. Se tiene cubierta la demanda de transporte foráneo de primera y segunda, urbano y regional, rutas locales de microbuses, combis y taxis que comunican al 100% a los municipios aledaños.



### Jonacatepec:

**Agricultura:** Jonacatepec, tiene 1,191 unidades de producción con una superficie de 6,043.632 hectáreas. Existen 4 ejidos Tlayca, Amacuitlapilco, Jonacatepec y Tetelilla, estos suman en total 7,345 hectáreas.

Los principales cultivos que se practican en la zona de riego son: Maíz, tomate, jitomate, sandía, cebolla, cebollín, pepino, albahaca, calabacita, frijol, alfalfa, amaranto, sorgo forrajero, sorgo de grano y té de limón.

Los cultivos de temporal se ven reducidos a sorgo, maíz, sandía, pepino, calabaza, frijol, cebollín, tomate de cáscara, amaranto y jamaica.

**Ganadería:** La producción pecuaria tiene poca trascendencia, incluso la Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes Técnicos de Agostadero (COTECOCA) definió el sitio de Jonacatepec, con capacidad excelente para el uso agrícola, lo cual no implica dejar excluida la ganadería, ya que dadas las condiciones de la región, la inducción de pasto y la práctica adecuada de la rotación de potreros, así como la utilización de esquilmos agrícolas y preparación de alimentos balanceados que entre otras prácticas, propiciará un desarrollo muy bueno del hato ganadero.

Dentro de la infraestructura agropecuaria, en el área agrícola la infraestructura productiva es muy escasas, cuenta con un canal de agua rodada proveniente del río Cuautla y de dos bordos de captación de aguas broncas, antes alimentados por el río Amatzinac y otros dos bordos de almacenamiento de agua rodada.

Para el almacenamiento hay 2 bodegas de abasto popular y 30 particulares. En la tracción mecánica existen 28 tractores.

En la ganadería existen 2 granjas porcinas tecnificadas, 3 baños garrapaticidas, 2 corrales de manejo, y un potrero de uso común, además de un número muy grande de naves avícolas.

**Industria:** En la cabecera municipal existe una industria productora de plafones conocida como; Corporación Yesera Mexicana S.A. de C.V. la producción obtenida es para consumo interno y exportación. La producción exportada se comercializa a países latinoamericanos, el capital invertido en la industria es suizo.

Existen pequeñas empresas manufactureras a nivel regional que absorben una poca mano de obra municipal

**Turismo:** En el ámbito turístico en Jonacatepec, se puede visitar el Templo y Exconvento de San Agustín del siglo XVI, el balneario de Las Pilas que en su interior tiene una zona arqueológica, el monumento y la casa del héroe de la Reforma, el general Leandro Valle.

**Comercio:** Cuenta con una gran diversidad de plazas comerciales: Tiendas de ropa, muebles, calzado, alimentos, ferreterías, materiales para construcción, papelerías, tintorería, librería, etc.

### Tepalcingo:

**Agricultura:** Se cultiva cacahuate, sorgo, caña de azúcar, cebolla, jitomate, maíz, y frijol y hortalizas.

**Floricultura:** Últimamente se ha desarrollado el cultivo de plantas y flores de ornato.

**Ganadería:** Se cría ganado bovino, porcino, caprino y caballo, sin ser sobresaliente se explota la avicultura.



**Turismo:** Zonas de recreación en el municipio, son el balneario Atotonilco de aguas termales, este balneario tiene fama en todo el país y aun internacionalmente, por las propiedades curativas de sus aguas.

**Comercio:** Tianguis semanal, mercado y tiendas de abastecimiento popular.

**Tlaltzapán:** Dentro de las actividades productivas del municipio, se encuentran:

**Agricultura:** en la cual los principales cultivos son de maíz, caña azul, arroz, cacahuate, cebolla, sorgo, tomate y jicama.

Además, se ha fomentado la incorporación de pastos de las variedades llanero, buffel e insurgentes y el Taiwán (riego) principalmente en los campos de San Rafael Zaragoza, San Pablo Hidalgo y la misma cabecera municipal.

**Fruticultura:** Se produce el mango y aguacate, en la floricultura existen viveros de plantas y flores de ornato.

**Ganadería:** Se cría ganado bovino, porcino, caprino, ovino, caballo y se explota la avicultura y apicultura.

El municipio se destaca por su potencial pecuario, prioritariamente los sistemas de explotación intensivo y semiintensivo; el cual cuenta con un inventario ganadero de las siguientes especies: Bovino 3,523; 1,042 porcino; 3,935 equino; 2,489 caprino; 78 ovino; 3,370, 590 aves y 375 colmenares de abejas. En el manejo de la ganadería, la mayoría de los productores practican un sistema semi tabulado, ya que en verano sueltan el ganado al cerro y en época de estiaje lo juntan para hacer un manejo de desparasitación, vacunaciones, vitaminas y algunas veces hasta la suplementación de un alimento.

Entre la raza bovina entre las más comunes se mencionan las cebuinas como son: Gyr, nelore, nrahaman, indúbrasil, sardo negro. De razas europeas se encuentran el pardo suizo, semental, Holstein. La raza ovino más conocida es el peligüey, panza negra, santa cruz, cantadine. En la raza de cabras se encuentran; Nubia, saanen, alpina y cruza entre las mismas, en las razas de porcinos las más conocidas son: Durok, York, shire, landrace y polan chane.

**Piscicultura:** entre las especies que se emplean en esta actividad se encuentran: Kinyo, Gury, molis, tilapia mozambica, hornorum y langostino.

#### **Tlaquiltenango:**

**Agricultura:** Los principales cultivos son: caña de azúcar, arroz, cebolla, sorgo, jitomate, maíz y frijol.

**Floricultura:** Existen importantes viveros de árboles frutales, plantas y flores de ornato.

**Ganadería:** Se cría ganado bovino, porcino, caprino, ovino y caballo, también se explota la avicultura.

**Turismo:** Los atractivos culturales son las haciendas de Las Bóvedas y de Los Hornos y la Torre del Rollo; en cuanto a los recreativos están los balnearios La Cantora y El Rollo.

**Comercio:** Tianguis semanal y mercado.



**IV.2.4.14.2** PEA con remuneración por tipo de actividad

**Ayala:** Se puede observar que de 1950 a 1990 la población se dedicaba principalmente a las actividades del sector primario y como segunda actividad importante estaban las derivadas del sector terciario, pero para el 2000 esto cambió, el mayor número de población económicamente activa ocupada esta realizando actividades terciarias como lo son el comercio y servicios, esto quiere decir, que la economía del municipio se esta terciarizando

Sector Económico	1950	1960	1970	1980	1990	2000
PEA Total Ocupada	4,023	5,006	7,840	13,053	14,295	22,032
PEA del Sector Primario	3,850	4,681	6,005	6,186	7,193	7,575
PEA del Sector Secundario	40	86	345	934	2,082	4,397
PEA del Sector Terciario	122	238	768	1,840	4,579	9,655
PEI	5,880	11,107	N.D	14,243	20,486	24,950
Otras actividades	11	1	N.D	4,093	441	

[http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=print&art\\_id=507](http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/index.php?action=print&art_id=507)

**Jantetelco:** El municipio de Jantetelco cuenta con una población de 9,345 habitantes de 12 años y más; de los cuales 4,139 son considerados como Población Económicamente Activa (PEA) y 5,175 como Población Económicamente Inactiva. De la población considerada como Económicamente Activa, 4,080 personas se encuentran ocupadas, mientras que 59 personas se encuentran desocupadas

La actividad económica en el Municipio de Jantetelco, se sustenta principalmente en actividades del **Sector Terciario** (turismo, comercio y servicios) **en un 42.25 %**, especialmente en actividades del comercio, donde se ocupa la mayor parte de la población económicamente activa.

Así mismo, las actividades agrícolas y ganaderas propias **del Sector Primario** en el municipio representan el **30.46 %** del total de la población económicamente activa.

Las actividades del **Sector Secundario** (industria, alfarería principalmente), ocupan el tercer lugar con un **26.44 %**, destacando los talleres artesanales de macetas como principal fuente de trabajo.

En cuanto a las actividades del **Sector Terciario**, cabe señalar que éstas se constituyen por dos mercados municipales: uno en la cabecera municipal y otro en la comunidad de Amayuca, contando el primero con 42 locales y el segundo con 106 locales. De igual forma en ambos mercados se realizan Tianguis semanales, mientras que en las comunidades de Tenango y Chalcatzingo se cuenta con tianguis dos veces por semana, además de que existen en el municipio tiendas de abastecimiento popular.

Con relación a las **actividades del sector secundario** del Municipio, cabe señalar que éstas se componen principalmente por actividades artesanales desarrolladas en la comunidad de Amayuca en las que se producen diferentes tipos de macetas de barro, así como artículos del mismo material.

En este sector, destacan también los artesanos de Chalcatzingo, que se dedican a la elaboración de cuexcomates de barro en miniatura, así como, en la comunidad de Jantetelco, los productores y comercializadores de dulces cristalizados y productos derivados del cacahuate entre los que destaca, el típico jamoncillo.





**Jojutla:** La población económicamente activa (PEA), en el 2000 estaba conformada por 19,231 habitantes de la cual 98.6% estaba ocupada y 1.4% desocupada.

La población ocupada es de 19,231 personas lo que representa del total el 36.0% y lo que significa, a la vez de que cada trabajador depende 2.77 personas. Por sector de actividad, las actividades primarias ocupan un total de 2,546 personas lo que representa el 13.23 % del total de la PEA, constituyendo la agricultura, la ganadería y la caza las actividades donde se concentra esta población. La industria manufacturera es importante por la población económicamente ocupada que labora en el sub-sector de la construcción que representa el 8.46% de las personas del total ocupadas.

Es el sector terciario donde mas se concentra la población que trabaja con 12,291 personas que representan el 63.91% del total de la PEA. En las actividades comerciales trabajan el 19.63%, mientras que en el renglón de transportes y comunicaciones laboran el 5.40%; en el gobierno trabajan el 4.61% y en los servicios educativos 1,396 personas.

**Jonacatepec:** La población económicamente activa (PEA), en el 2000 estaba conformada por 13600 habitantes de la cual 98.6% estaba ocupada y 1.4% desocupada. La distribución por sector actividad económica es la siguiente:

La población económicamente activa en el 2000 es de 5,783, del cual el 1,580 PEA del sector primario, 589 PEA en el sector secundario y 1,042 PEA del sector terciario.

**Tepalcingo:** En el municipio de Tepalcingo de una población de 16,685 personas mayores de 12 años, se considera un universo de 7,354 personas en la PEA y 9,287 como población inactiva.

De la población económicamente activa que, repetimos la conforman 7,354 personas en el municipio, 3,289 trabajadores, que representan el 44% de los empleos, se dedican a las actividades agropecuarias. Al comercio se dedican 783 personas (10.6%); en la construcción laboran 673 personas que hacen el 9.1% de la vida laboral. Hay 86 operadores de transporte, 207 comerciantes ambulantes y a las manufacturas apenas 505 personas que representan el 6.8% de la planta laboral. Los trabajadores de la educación son 410 (5.5% de la PEA).

**Tlaltzapán:** La economía depende de tres sectores que son; el sector primario referido a todas aquellas actividades del campo, sector secundario que tiene que ver con la industria y el sector terciario que es principalmente el comercio y los servicios que se presentan.

Se puede observar que la población se dedicaba principalmente a las actividades del sector primario y como segunda actividad importante estaban las derivadas del sector terciario, pero para el 2000 esto cambio, el mayor numero de población económicamente activa ocupada esta realizando actividades terciarias como lo son el comercio y servicios, esto quiere decir, que la economía del municipio se esta enfocando principalmente a la prestación de servicios educativos con un 9% de ese sector, servicios dirigidos a los hoteles y restaurantes con el 10% y otros servicios excepto gobierno casi el 20% del sector terciario.

Para el sector primario en el año 2000, se tiene un registro de 3,448 habitantes que equivalen tan solo el 23% de la PEA total del municipio, cada vez menor la participación en el sector primario de los productores en el territorio municipal. El sector secundario cada vez mas va disminuyendo ya que en el año 1990, el 31% de la PEA ocupada del municipio estaba dentro del sector secundario, pero para el año 2000 decreció en 3 puntos porcentuales, ubicándose en 28%. Mientras que el sector terciario se encuentra en un proceso de



crecimiento importante en el municipio ya que en 1950 la población económicamente activa que se dedicaba a estas actividades equivalía al 3% de la PEA total ocupada, actualmente es el 47%.

**Tlaquiltenango:** En el año 2000, según anuario Estadístico del Estado de Morelos, la población Económicamente Activa, población de 12 años y más, ascendía a 20,902 personas, de las cuales 9,125 se encontraba ocupada y representaba, de la población total, el 43.7%, mientras que la población desocupada ascendía a 11,597 personas, significando el 55.5%, lo que representa a la vez, que por cada persona que trabaja, dependen 3.3 personas. Por sexo y edad, del total de la población empleada, el 71.7% correspondía al sexo masculino, mientras que por edades el 80.0% eran entre 15 a 50 años los empleados.

Por ocupación principal, los empleados agropecuarios representaban el 28.5 %, seguidos de los artesanos y obreros (15.2 %) y los comerciantes independientes con el 10.6%, respectivamente. Y, distribución, según situación en el trabajo, los empleados y obreros representaban el 45.4%, mientras que el 23.5% constituían trabajadores por su cuenta y, jornaleros y peones, representaban el 21.5% del total de la P.E.A., ocupada total. (Ver Tabla 67).

**Tabla 67. Población Ocupada por Sector de Actividad y Según Situación en el Trabajo.**

Municipio y Sector	Población ocupada	Empleados y obreros	Jornaleros y peones	patrones	Trabajadores por su cuenta	Familiares sin pago
Tlaquiltenango	9125	4146	1970	228	2146	328
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	2584	195	1381	88	675	175
Minería	76	18	45	4	6	1
Ind. Manufacturera	1050	686	81	20	209	28
Electricidad y Agua	27	25	1	0	0	0
Construcción	898	242	398	38	191	8
Comercio	1239	485	13	31	588	77
Transporte y comunicaciones	347	255	13	7	56	1
Servicios Financieros	49	40	2	0	5	2
Administración Pública y Defensa	309	298	0	1	2	1
Servicios Comunes y Sociales	940	881	2	4	31	1
Servicios Profesionales y Técnicos	122	79	5	1	32	0.00
Servicios de Restaurantes y Hoteles	331	142	2	18	141	0.00
Servicios personales Y de Mantenimiento	1006	722	23	16	204	0.00
No especificado		78	4	0	6	0.00



**IV.2.4.14.3** PEA que cubre la canasta básica

**Ayala:** En cuanto a la remuneración que percibe la población municipal que esta desarrollando alguna actividad económica para 1990 más del 50% se encuentra dentro del rango de 1 a 2 salarios mínimos, el 20% recibe de 2 a 5 sm, 15% obtiene menos de un salario mínimo, son muy pocos los que reciben más de 5 sm (4%) y población que no recibe ingresos equivale al 6%.

Para el 2000 los porcentajes son muy similares, el rango de 1 a 2 sm de percepciones es en donde se encuentra un mayor número de población (43%), siguiéndole aquellos que perciben de 2 a 5 salarios mínimos que representan el 23% de la PEA ocupada, después los que perciben menos de un salario mínimo con el 16%, un 5% reciben más de 5 sm, mientras el 9% son personas que no reciben ingresos.

De tal forma que los ingresos que tiene la población en el Municipio de Ayala por las actividades económicas que desarrollan son muy bajos, por lo que es normal que la población tenga que buscar otras actividades que le reditúen más, o también el hecho de que utilicen a los jóvenes como mano de obra para que haya una mayor entrada de ingresos en la familia y así poder satisfacer sus necesidades.

**Tabla 68. PEA según ingresos que perciben en el municipio de Ayala para 1990 – 2000.**

Ingresos que perciben mensualmente	1990	2000
PEA Total ocupada	14,295	22,032
No reciben ingresos	802	1,886
Reciben menos de un sm	2,075	3,464
Reciben de 1 y hasta 2 sm	7,403	9,395
Reciben de 2 y hasta 5 sm	2,902	4,994
Reciben más de 5 sm	512	1,070

**Jojutla:** La distribución del ingreso es demasiado inequitativo; 1057 personas reciben ingresos hasta el 60% de un salario mínimo y, 807 personas más del 60 % de un salario mínimo que sumados nos arrojan un 20.4% de la población ocupada que puede considerarse como en situación de extrema pobreza. Pero si agregamos a la población con ingresos de hasta dos salarios mínimos, el porcentaje se eleva al 56.8% de la población con ingresos bajos mientras que por el lado de trabajadores que ganan mas de 10 salarios mínimos, estos representan tan solo un 2.3% del total de la población ocupada en cuanto a ingresos se refiere.

**Tepalcingo:** En cuanto los ingresos la situación de marginalidad y pobreza es crítica. 3,022 personas (42.1%) no recibe ingresos y vive del autoconsumo ó sobrevive con menos de un salario mínimo; otros 2,559 (35.6%) trabajadores reciben entre 1 y 2 salarios mínimos. Es decir, más del 70 por ciento de la población vive por debajo de los niveles de bienestar mínimo. En contraste, apenas 273 personas (3.8%) recibe más de 5 salarios mínimos.

**Tlaltzapán:** En cuanto a la remuneración que percibe la población municipal que esta desarrollando alguna actividad económica para 1990 el 51% de la población se encuentra dentro del rango de percepción de 1 a 2 salarios mínimos, el 30% recibe de 2 a 5 sm, el 16% obtiene menos de un salario mínimo, son muy pocos los que reciben mas de 5 sm (1%) y población que no recibe ingreso equivalente al 2%.

Para el 2000 los porcentajes son muy similares, el rango de 1 a 2 sm de percepciones es en donde se encuentra un mayor numero de población 41.42%, siguiéndole aquellos que perciben de 2 a 5 salarios mínimos que representan el 26.37% de la PEA ocupada, después los que perciben menos de un salario





mínimo con el 16.79%, un 8.89% reciben mas de 5 sm, mientras el 6.50% son personas que no reciben ingresos.

De tal forma que los ingresos que tiene la población en el municipio de Tlaltizapán por las actividades económicas que desarrollan son muy bajos, por lo que es normal que la población tenga que buscar otras actividades que le reditúen mas, o también el hecho de que utilicen a los jóvenes como mano de obra para que haya una mayor entrada de ingresos en la familia y así poder satisfacer sus necesidades, ya que aproximadamente el 58% de la población económicamente activa ocupada, percibe por debajo de los dos salarios mínimos.

**Tlaquiltenango:** En cuanto a ingresos se refiere, el 58.0% recibió menos de 1 y hasta dos salarios mínimos. Mientras que el 30.6% recibió mas de tres salarios mínimos y, el 6.5% no recibió ningún ingreso por su trabajo. En el grupo de los trabajadores que se dedican a actividades agrícolas y ganaderas, el 71.3% recibió de entre uno y dos salarios mínimos; es decir no ganaron ni siquiera 80 pesos diarios, mientras que el 14.6% no recibió ningún ingreso, lo que prácticamente hace caótica la situación en este sector tan importante para la economía municipal. En la misma situación se encuentran los artesanos y los obreros al representar el 80.4% de los que recibieron entre dos y menos de tres salarios mínimos, sin contar con un 4.0% más que no recibieron ingresos. Los comerciantes y dependientes e incluyendo a los trabajadores ambulantes, (Economía informal), representaron el 67.2% de los trabajadores que ganan entre uno a dos salarios mínimos.

**Jojutla:** La tasa de desempleo abierto es muy importante en el municipio pues esta sobrepasa los indicadores nacionales que andan en el 3.6% mientras que en el municipio esta observa niveles de hasta de 7.5%. Por ello, un problema grave lo constituye el desempleo y sus indicadores ya rebasan niveles alarmantes.

**Tlaltizapán:** Del total de la población municipal para el año de 1990, se encontraba el 38.77% económicamente activa ocupada y la población económicamente inactiva equivale al 59.17% una situación preocupante, ya que en ese momento había menos población que percibía un salario por su trabajo y un mayor numero de población que dependía de ellos, sin embargo esto fue cambiando paulatinamente ya que para el año 2000 de la población total del municipio el 47.08% es PEA ocupada y el 51.90% es población económicamente inactiva, es decir, a pesar de que mas de la mitad de la población municipal es población económicamente inactiva, se esta produciendo un acotamiento en la brecha de casi 50%, lo que significa que se ha generado mayores oportunidades de empleo y la disminución consecuente de los dependientes económicos.

## IV.2.5 Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional

La descripción de la estructura y función del SAR se facilita considerado como unidades descriptivas a las geoformas presentes dentro del mismo, las cuales pueden ser divididas en geoformas de relieve plano como mesetas, llanuras y valles; así como geoformas de relieve abrupto; sierras y lomeríos. La descripción gira en torno a la geología, edafología, hidrología, diversidad florística, diversidad faunística y estructura del paisaje.

### **Geoformas de relieve plano**

#### **1) Mesetas**

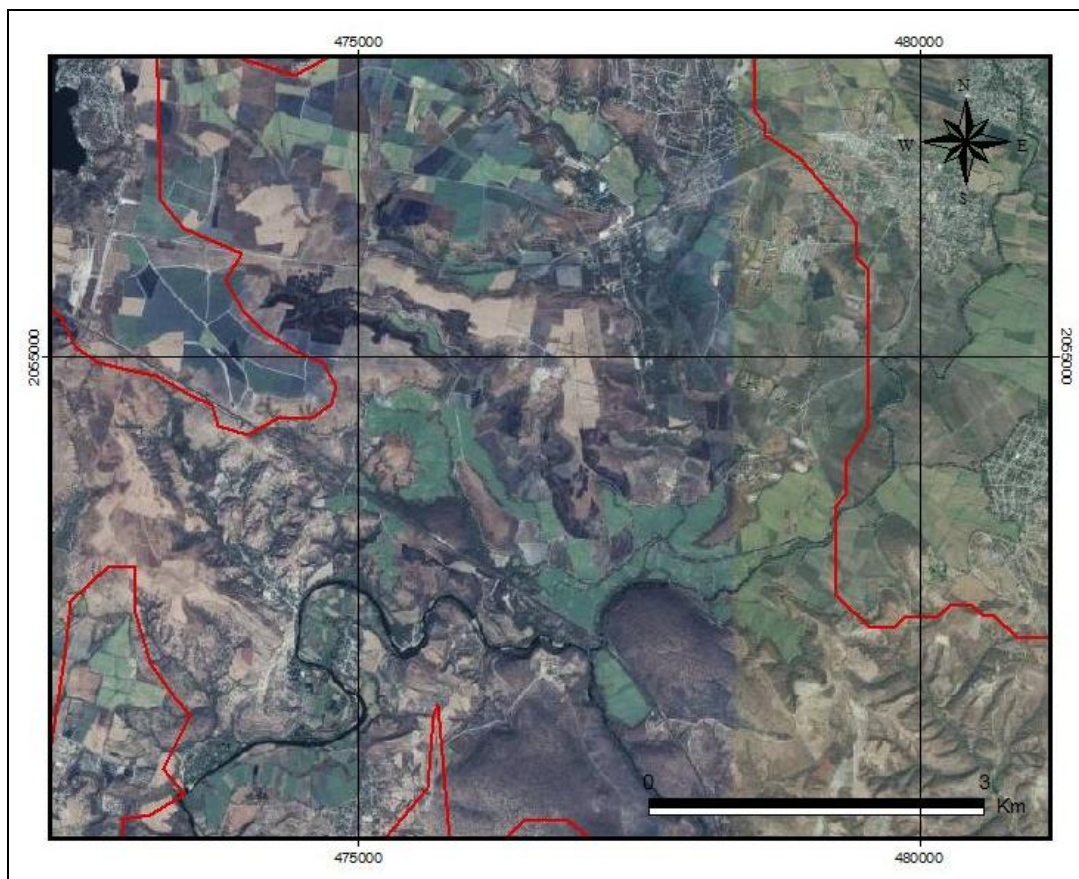
Las mesetas se localizan en la región oeste del SAR. Cuentan con dos orígenes geológicos, presentan roca sedimentaria, arenisca o lutitas. El tipo de suelo dominante es el Vertisol, el grado de erosión hídrica y eólica



es variable, siendo mayor la primera (alta a muy alta). En la meseta se localizan algunos de los principales recursos hídricos del SAR y del estado, como el Río Amacuzac y Yautepec, los cuales se nutren, en su mayor parte de los escurrimientos procedentes de geformas contiguas. Existen varios escurrimientos que drenan a la parte alta del Río Yautepec y los ríos Alto Amacuzac y Bajo Amacuzac.

La topografía plana y la alta disponibilidad de agua ha favorecido las actividades humanas en la zona, por consiguiente, el grado de antropización es notorio, particularmente a los lados de los cuerpos de agua citados. Las consecuencias han sido la presencia de numerosos centros urbanos, algunos de ellos concentran una gran cantidad de habitantes, creación de numerosa infraestructura lineal (carreteras, caminos, brechas, líneas eléctricas, líneas telefónicas, etc.) y grandes zonas cubiertas por agricultura de riego y temporal.

En las partes más elevada de la meseta es posible encontrar acahuales y escasos relictos de selva baja caducifolia, por otro lado, en la rivera de los ríos hay vegetación riparia. El hábitat está compuesto por fragmentos de acahuales y selva baja caducifolia de tamaño pequeño, separados entre sí. La matriz que los rodea se encuentra altamente diferenciada. Como consecuencia, la riqueza y diversidad de especies es baja a media. Debido al grado de perturbación del hábitat, las especies dominantes son generalistas, aún así se cuentan con registros históricos de especies actualmente incluidas en categorías de riesgo, como el mexcalpixque (*Illyodon whitei*) y *Kinosternon integrum*.



**Figura 49. Aspectos físicos y bióticos de la geofoma Meseta (porciones localizadas dentro del Polígono rojo) presente en el SAR. En esta foto satelital es factible observar las características de la matriz, algunos**

fragmentos de Acahuales y Selva Baja Caducifolia, localizados en las partes más altas o en el cauce de los ríos.

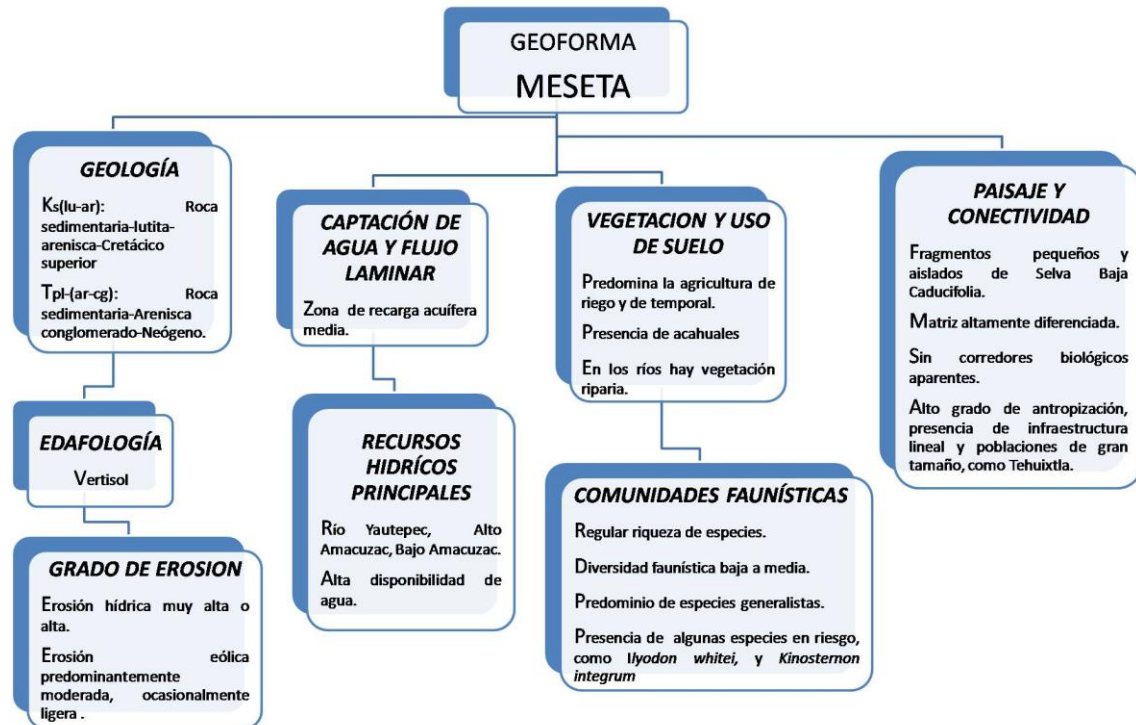


Figura 50. Sinopsis de la estructura y funcionalidad de la geoforma Meseta.

## 1) Llanuras

Las llanuras se localizan en la parte Oeste y Este del SAR, constituyen la geoforma de relieve plano dominante dentro del SAR. El grado de perturbación antropogénica es muy acentuado, más que en el resto de geoformas. Por consiguiente, cuenta con numerosos rasgos abióticos y bióticos que la hacen una de las unidades del SAR más diferenciadas en su estructura y funcionamiento.

Las Llanuras se caracterizan por presentar tres orígenes geológicos, se componen de rocas sedimentarias, ígneas y suelo aluvial. En esta geoforma, se presentan los mayores niveles de erosión eólica (moderada) y erosión hídrica (muy alta). En ellas se encuentra una matriz compuesta por campos de cultivo, pastizal inducido y zonas urbanas, resultado de las actividades antropocéntricas y el cambio de uso de suelo de zonas forestales. Esta matriz tiene una naturaleza radicalmente distinta a la de la vegetación nativa, que es la selva baja caducifolia. La diversidad faunística y florística es regular a consecuencia de ello, siendo las especies generalistas e invasoras las más numerosas. Pese a ello, en las barrancas aun es posible encontrar especies en riesgo.

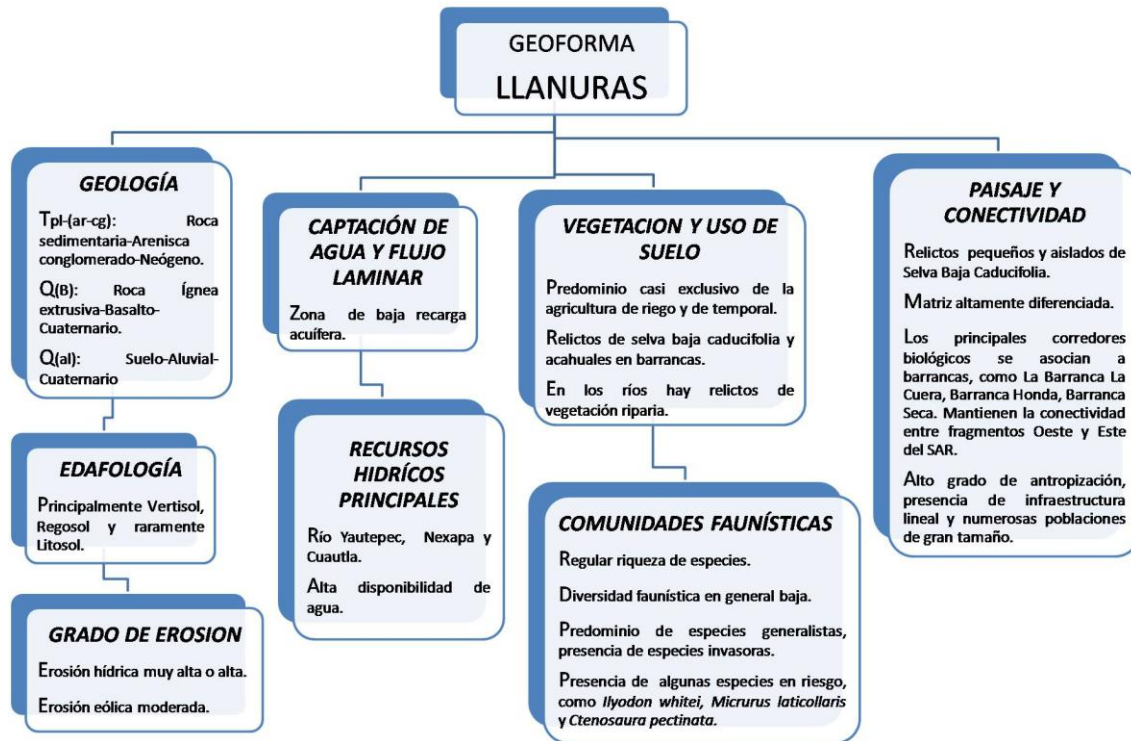
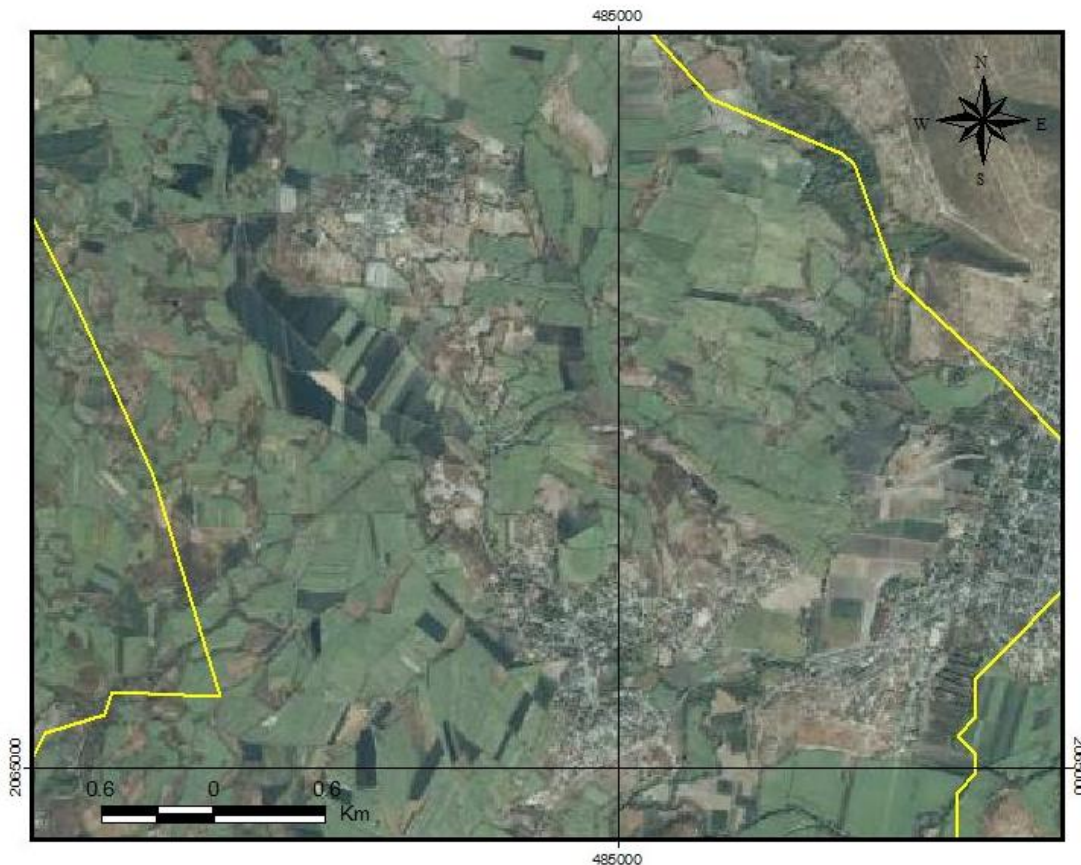


Figura 51. Sinopsis de la estructura y funcionalidad de la geofoma Llanura.



**Figura 52. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Llanuras presente en la región Este del SAR. En esta foto satelital es factible observar las características de la matriz, relictos de Acahuals y Selva Baja Caducifolia localizados en las barrancas, rodeadas por una matriz representada por zonas urbanas y agricultura de riego y temporal.**





**Figura 53. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Llanuras (encerrada en el polígono amarillo) presente en la región Oeste del SAR. En esta foto satelital es factible observar las características de la matriz, la presencia de centros urbanos e infraestructura lineal.**

El nivel de antropización es el más alto dentro del SAR, en las llanuras se encuentran las poblaciones más urbanizadas y con mayor número de habitantes de todo el SAR, junto con la mayor infraestructura lineal y superficies agrícolas y pastizales inducidos. La causa radica en que los suelos predominantes en dichas geoformas; Vertisol, Regosol y Litosol tienen una calidad aceptable para ser sembrados, esto aunado a la geomorfología poco accidentada y la presencia de los principales cuerpos de agua superficiales, como los ríos Cuautla, Nexapa y Yautepec han favorecido la creación y expansión de asentamientos urbanos y campos agrícolas, en detrimento de la selva baja caducifolia, la cual, ha quedado reducida a fragmentos aislados, distribuidos casi exclusivamente en las barrancas.

La conectividad del hábitat original es francamente mala en las Llanuras. La selva baja caducifolia y vegetación riparia persiste únicamente en la forma de relictos muy pequeños y sumamente aislados, cuya estructura y funcionalidad de los procesos ecológicos que albergan ha sido altamente dañada por los efectos de borde, aglomeración, insularización y exclusión de especies de flora y fauna, cuyas poblaciones han perdido su dinámica metapoblacional. Por esta causa, dichos fragmentos incluso pueden haber perdido ya su funcionalidad ecológica y estar destinados a desaparecer.



### 1) Valles

Esta geoforma se localiza en la región Centro del SAR, tiene dos orígenes geológicos, los cuales incluyen rocas sedimentarias y suelo aluvial. Su estructura y funcionalidad es muy parecida a la de la geoforma de las Llanuras, difiere sin embargo, en el hecho de que la recarga acuífera es más elevada, debido a que recibe los escurrimientos provenientes de las sierras, contigua a los valles. El principal recurso hídrico es el Río Cuautla. Las características de vegetación, diversidad y riqueza faunística son casi idénticas a la descrita para las Llanuras.

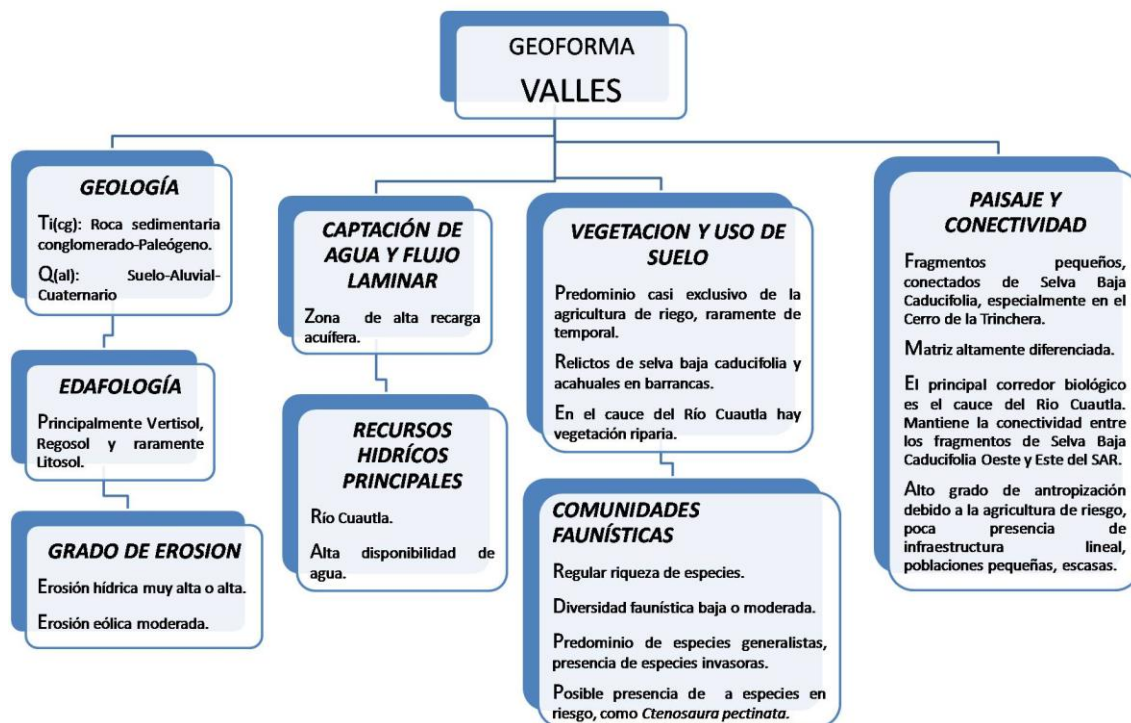
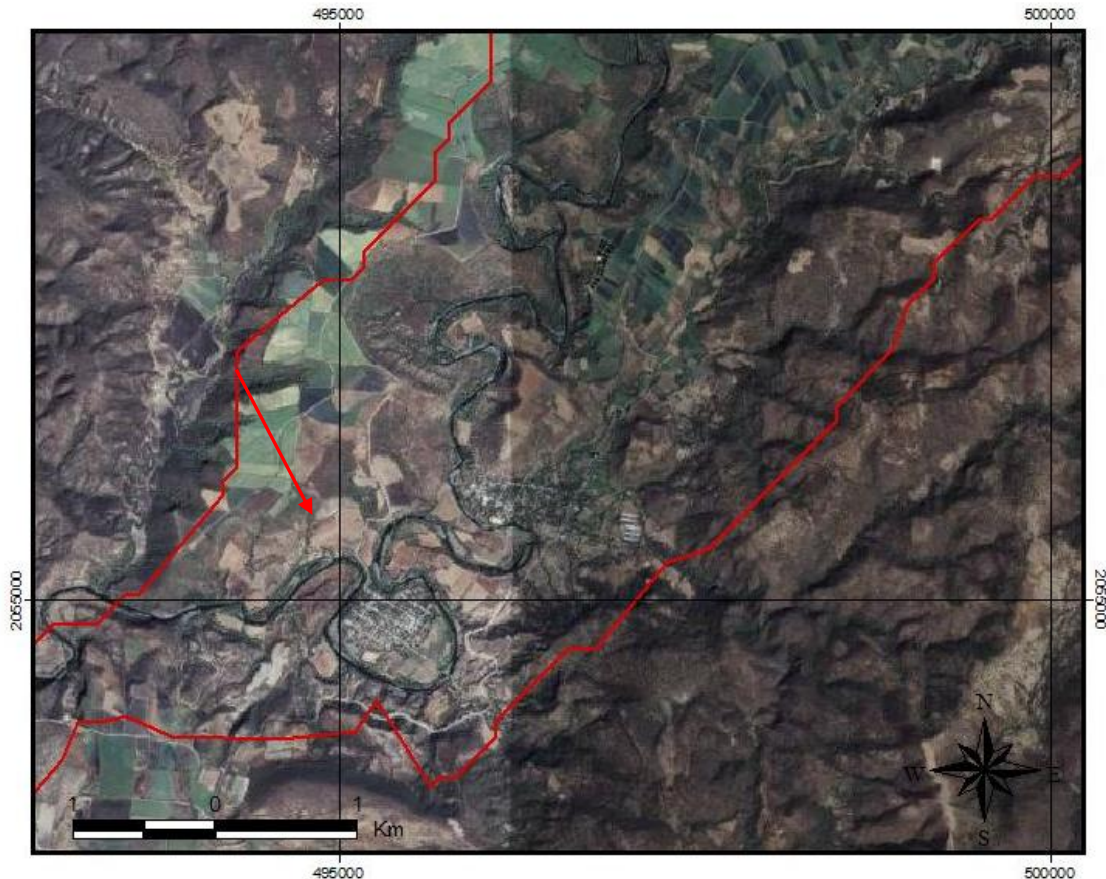


Figura 54. Sinopsis de la estructura y funcionalidad de la geoforma Valles.

El aspecto más distintivo de esta geoforma, se refiere a la conectividad. Las barrancas y cañadas asociadas al Río Cuautla, como la Barranca La Cuera y la Barranca La Seca, constituyen importantes corredores biológicos, junto con el Cerro de las Trincheras. Los acahuales, relictos de selva baja caducifolia y vegetación riparia allí localizados, mantienen continuidad con fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia de mayor tamaño, localizados en las Sierras, ello hace que la vegetación de las cañadas –y las cañadas en sí- junto con el Cerro de las Trincheras, se constituyan como los corredores biológicos, que permiten mantener la dinámica metapoblacional de las especies de flora y fauna al interior del SAR, especialmente aquellas en riesgo. Las barrancas y cañadas tienen la característica de unir a los fragmentos de selva baja caducifolia localizados al oeste y este de la geoforma de los valles, manteniendo la estructura y funcionalidad actual del SAR, pese a su deterioro ocasionado por actividades humanas que repercuten directamente hacia ellas, como la contaminación del río Cuautla y el desmonte de la vegetación riparia y selva baja caducifolia para la creación de zonas agrícolas. El hecho de que la geoforma de los valles se encuentra prácticamente rodeada por la geoforma de la sierra acentúa la importancia de los corredores biológicos presentes en la primera.





**Figura 55. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Valles (encerrada en el polígono rojo) presente en el SAR. En esta foto satelital es factible observar las características de la matriz y los relictos de Acahuals y Selva Baja Caducifolia localizados en el río Cautla y Barranca La Cuera. La flecha roja apunta a uno de los principales corredores biológicos del SAR, el Río Cautla.**

La importancia de corredores biológicos localizados en la geoforma de los valles es clara ya que une los fragmentos de selva baja caducifolia oeste y este, manteniendo la continuidad de los procesos ecológicos y funcionalidad de estos parches de SBC. La Barranca Seca es un corredor biológico que une al Cerro Tencuancoalco-Diolochi con el continente conformado por El Chumilar-La UMA y el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate. La Barranca La Cuera actúa, en parte, como un corredor que incrementa la conectividad entre El Chumilar-La UMA y el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate. Los corredores biológicos más trascendentes dentro de este grupo son: Arroyo Cautla y Cerro Trincheras-Barranca La Cuera, ya que ambos unen los continentes antes señalados, particularmente el Arroyo Cautla une a tres subfragmentos de gran tamaño. Ambos corredores son también importantes para el funcionamiento del SAR, puesto que la matriz que rodea al Complejo Santa María se encuentra altamente diferenciada y este sistema de barrancas y estriberones conecta a los grupos de fragmentos oeste (Sistema Cerro Jojutla) y este (Sistema de Barrancas y Cerros).



1) Sierras

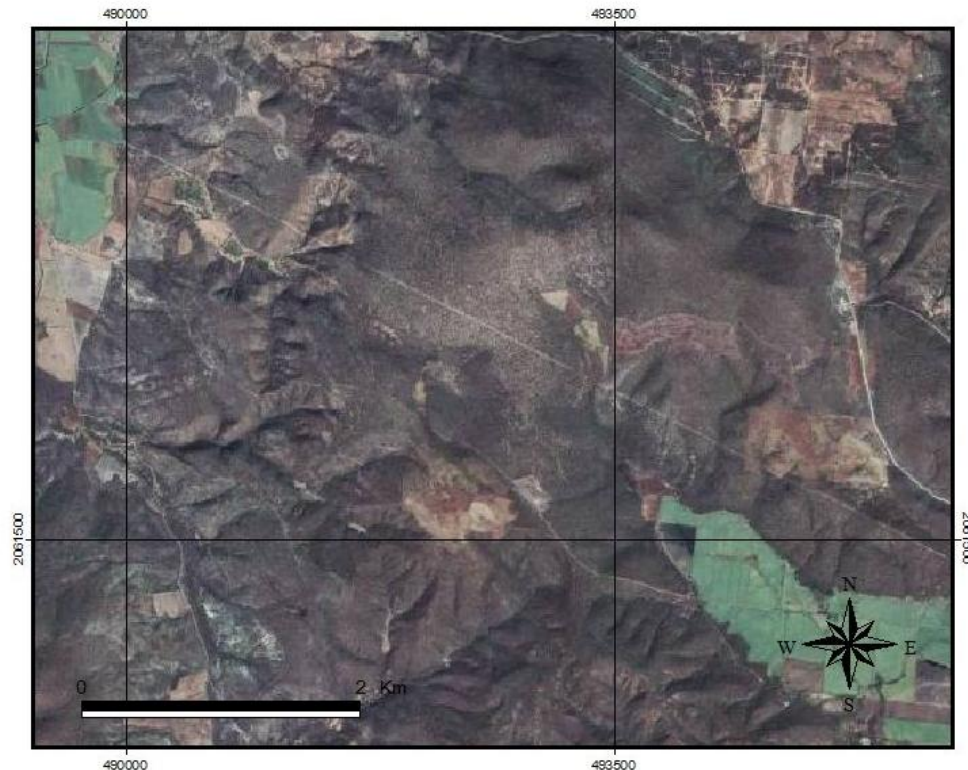
Esta geoforma se distribuye principalmente en la zona centro y este del SAR, se divide en: 1) Sierra de laderas escarpadas; 2) Sierra Alta Compleja; 3) Sierra volcánica de laderas escarpadas; y 4) Sierra baja. Los cuatro tipos de Sierras ocupan la mayor extensión en esta parte del SAR, la característica más relevante es que albergan los fragmentos más grandes de Selva Baja Caducifolia y etapas sucesionales asociadas existentes dentro del SAR, (el Complejo Santa María). Hay cuatro tipos de suelo; los Castañozem, Feozem, Rendzinas y Chernozem. Presenta cuatro orígenes geológicos, se compone de roca sedimentaria, ígnea, metamórfica y tobas. Esta geoforma presenta alta erosión hídrica y baja a moderada erosión eólica, aún así, el grado de erosión eólica e hídrica es el más bajo dentro del SAR.



Figura 56. Sinopsis de la estructura y funcionalidad de la geoforma Sierras.

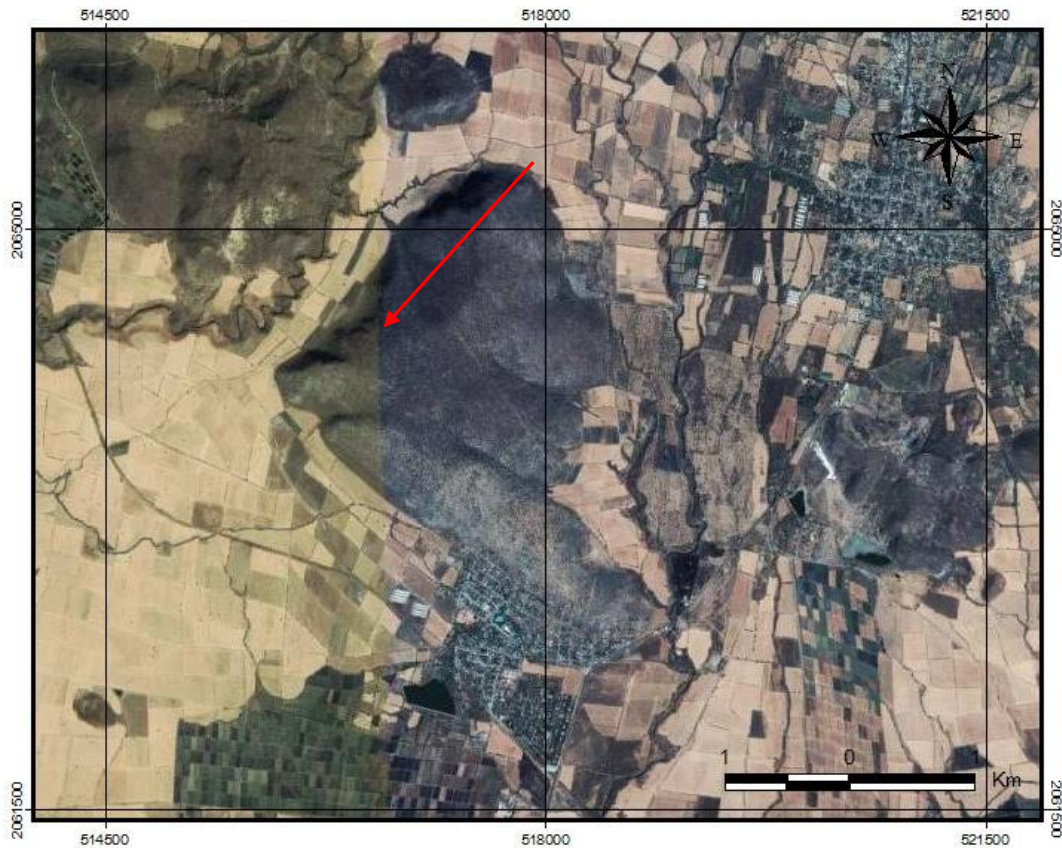
Esta geoforma es muy diferente en relación con las geoformas planas. Su topografía de la zona centro es muy accidentada, la hidrología superficial se reduce a escurrimientos temporales, la disponibilidad de agua es baja y se reduce a arroyos y escurrimientos temporales y permanentes, pese a ello, se trata de la más importante zona de captación hídrica, puesto que el flujo laminar captado en las diferentes sierras que comprenden dicha geoforma contribuye a incrementar el caudal de los ríos Amacuzac, Cuautla, Yautepec y Nexapa.





**Figura 57. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Sierras (manchones oscuros) presente en la región centro del SAR. En esta foto satelital es factible observar el grado de erosión e infraestructura lineal dentro del Cerro Santa María-El Mirador**

La presencia de grandes fragmentos de selva baja caducifolia y etapas sucesionales asociadas hacen que en la geoforma sierras de la región centro del SAR se concentre la mayor diversidad de especies de flora y fauna. La continuidad de procesos ecológicos y funcionalidad de las poblaciones existentes en la región centro es garantizada por la presencia de fragmentos relativamente bien conservados de selva baja caducifolia y un bajo grado de aislamiento. Por consiguiente la riqueza de especies e índices de diversidad de fauna son los más altos de todo el SAR, hay numerosas especies especialistas y el mayor número de especies incluidas dentro de categorías de riesgo. En esta geoforma existe un alto recambio de especies, por consiguiente una elevada diversidad beta.



**Figura 58. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Sierras (manchones oscuros) presente en la región oeste de SAR. En esta foto satelital es factible observar las características de la matriz que rodea a los fragmentos de selva baja caducifolia presentes en el Cerro Coachi (marcado con una flecha).**

En la región centro, el fragmento más grande de Selva Baja Caducifolia, presente en la geoforma de la sierras, es el Complejo Cerro Santa María, el cual exhibe una complicada dinámica espacial y conectividad entre los fragmentos de todo el SAR, especialmente por su interacción con los corredores biológicos presentes en la geoforma de los valles, que por cierto es rodeada por la geoforma de la Sierras.

Dentro del Complejo Santa María, hay dos continentes, el continente oeste del Complejo Santa María (Cerro Temilpa-Palo Grande y el Cerro Santa María-El Mirador) mantiene una amplia conectividad, dado que los dos fragmentos que lo conforman mantienen un contacto amplio entre sí, no sucede lo mismo con el continente este del mismo complejo (El Chumilar-La UMA y el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate), puesto que sus puntos de contacto son mínimos y dependen en buena medida de la presencia de la Barranca La Cuera para mantener su conectividad. El subfragmento más conectado es el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate, el cual mantiene conectividad y continuidad con un subfragmento de gran tamaño y dos corredores biológicos. La isla de este complejo (Cerro Tencuancoalco-Diolochi) depende exclusivamente de la presencia de la Barranca Seca para mantener conectividad con el resto del sistema.

Al interior de los subfragmentos del Complejo Santa María, existe un alto recambio de especies. Esto es evidente por el hecho de que cada subfragmento, con excepción del Cerro Santa María-Mirador, tiene pocas



especies (de 2 a 15), pero en conjunto tienen 63 especies. Por tanto, es factible suponer que el Complejo Santa María tiene una elevada diversidad beta.

Las geoformas localizadas en la zona oeste son de mucho menor tamaño que en la región centro, además, se encuentran rodeadas por la geoforma de las llanuras, por ejemplo el Cerro El Tecolote-Cerro Coachi, Cerro Loma Larga- Cerro Ancho, en consecuencia, los fragmentos de selva baja caducifolia también son pequeños, aún así conservan una alta riqueza de especies, elevada diversidad beta, presencia de varias especies especialistas e incluidas dentro de categorías de riesgo. Sin embargo, se encuentran muy expuestas a los efectos de insularización, borde, aglomeración y exclusión, debido a que su conectividad depende únicamente del sistema de barrancas presente en dicha geoforma, muchos de los cuales, con la excepción de la Barranca la Honda han perdido gran parte de su funcionalidad como corredores biológicos. Otro aspecto importante que incide negativamente sobre la conectividad, es el hecho de que la matriz que las rodea se encuentra extremadamente diferenciada.

La topografía abrupta de las sierras ha hecho que, dentro del SAR, sea la geoforma con el menor grado de antropización; los poblados son muy pequeños y no albergan muchos habitantes, la infraestructura lineal se encuentra poco desarrollada y la agricultura de temporal, de riesgo y pastizales inducidos se encuentran poco extendidos. La principal amenaza hacia la estructura y funcionalidad de la sierra aparentemente es la erosión hídrica.

### 1) Lomeríos

Su topografía es abrupta, aunque no tanto como la geoforma de las Sierras, se localiza en la zona centro del SAR, tiene dos orígenes geológicos, que involucran rocas sedimentarias. Los tipos de suelos son Castañozem, Rendzinas y a veces vertisol. El grado de erosión hídrica es alto y de erosión eólica es ligera a moderada. También es una zona de alta recarga acuífera, aunque la disponibilidad de agua es más bien baja. En cuanto a diversidad, se comporta de una forma parecida a la geoforma de la Sierra, excepto porque la cantidad de acahuales y remanentes de pastizal inducido son mayores, la riqueza de especies e índices de diversidad es alto, así como la diversidad beta. Hay especies especialistas e incluidas en categorías de riesgo, aunque en menor número que en las sierras.

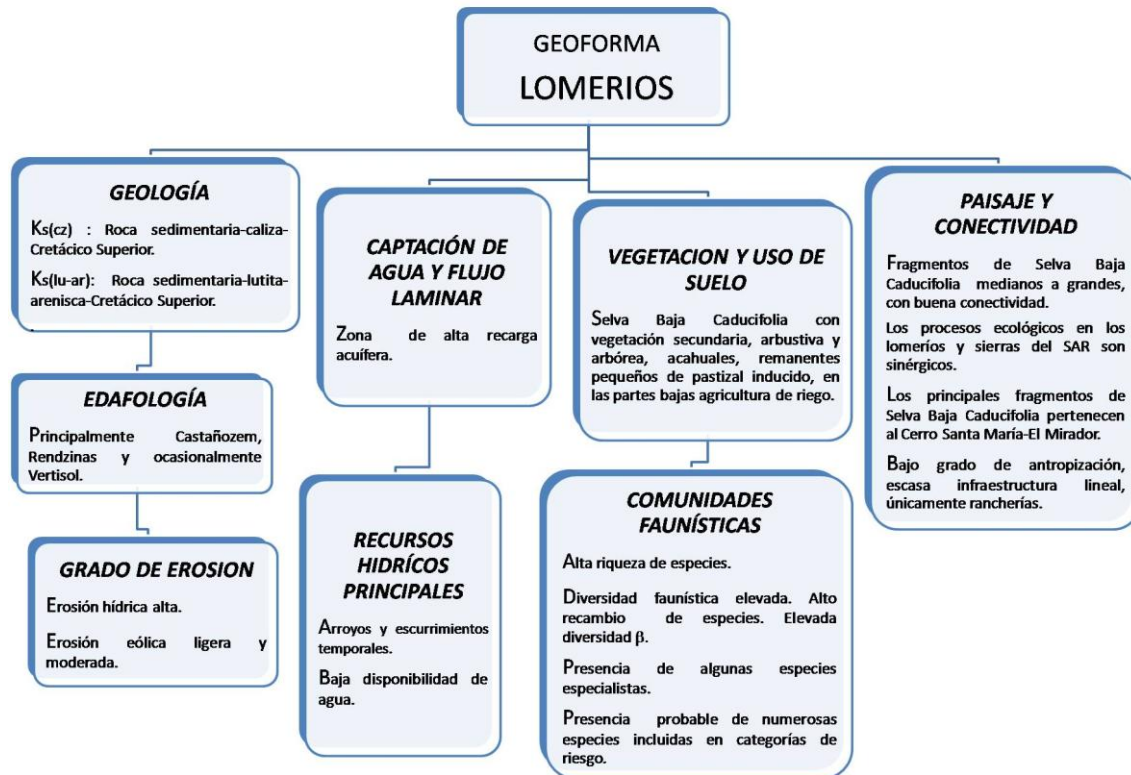


Figura 59. Sinopsis de la estructura y funcionalidad de la geoforma Lomeríos.

Los fragmentos de selva baja caducifolia son medianos a grandes en relación con la geoforma, pero más pequeños que los ubicados en la sierra. Más que actuar como una unidad independiente, dichos fragmentos interactúan con los fragmentos localizados en la sierras, de manera que su efecto sobre la conectividad es sinérgico. Al igual que las sierras, el grado de antropización es bajo, debido a la topografía.



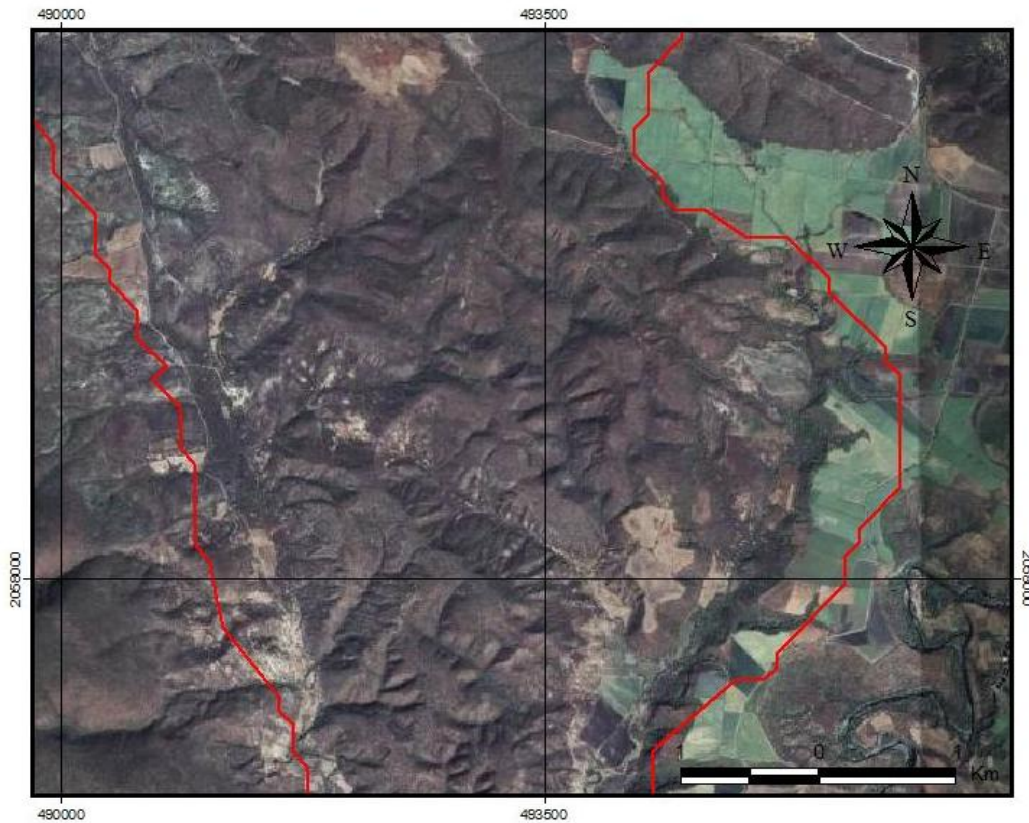


Figura 60. Aspectos físicos y bióticos de la geoforma Lomeríos (encerrada en el polígono rojo) presente en el SAR.

#### IV.2.6 Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas

- Paisaje (*Geoformas, conectividad y vegetación*).

Los fragmentos de selva baja caducifolia primaria y secundaria constituyen el principal componente florístico crítico, debido a que en este tipo de vegetación se encuentra la mayor diversidad faunística y florística, **mayor riqueza de especies y diversidad  $\beta$** . Además de albergar a la mayoría de las especies especialistas e incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. La conectividad depende del tamaño y grado de aislamiento de dichos fragmentos, como ha sido descrito con anterioridad, dichos fragmentos de selva baja caducifolia se distribuyen en la geoforma de las sierras así como en cañadas y barrancas situadas en las geoformas de los valles y llanuras, por consiguiente, todas las superficies con alto y mediano grado de conservación del SAR son consideradas como áreas críticas (ver Figura 61).

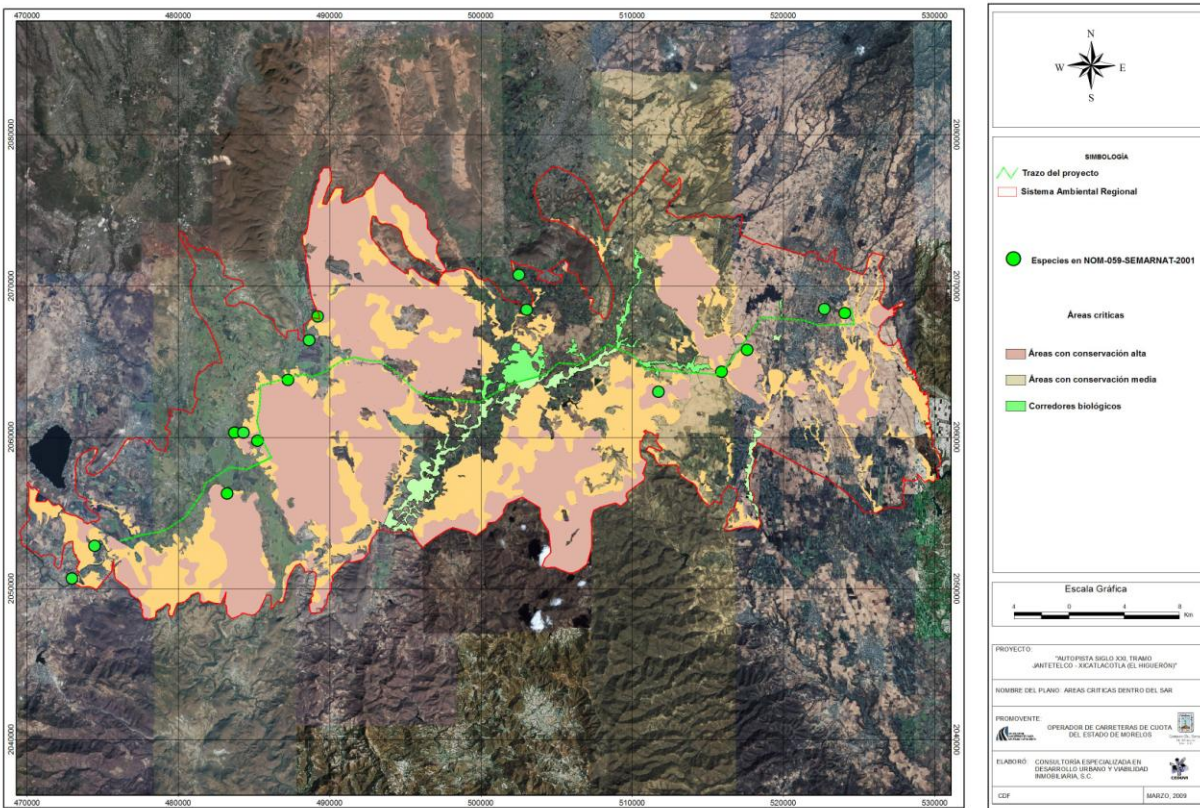


Figura 61. Áreas Críticas del SAR del Proyecto.

En la topeforma correspondiente a los valles del SAR existen corredores biológicos sumamente importantes, ya que unen los fragmentos de selva baja caducifolia localizados al oeste y este del derecho de vía del Proyecto, manteniendo la continuidad de los procesos ecológicos y funcionalidad de estos parches de SBC: en particular, La Barranca Seca es un corredor biológico que une al Cerro Tencuancoalco-Diolochi con el fragmento de hábitat conformado por El Chumilar-La UMA y el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate. La Barranca La Cuera actúa, en parte, como un corredor que incrementa la conectividad entre El Chumilar-La UMA y el Cerro Corralillo-Chumil-Aguacate. Los corredores biológicos más trascendentes dentro de este grupo son Arroyo Cuautla y Cerro Trincheras-Barranca La Cuera, ya que ambos unen los fragmentos antes señalados, particularmente el Arroyo Cuautla une a tres subfragmentos de gran tamaño. Ambos corredores son también importantes para el funcionamiento del SAR, puesto que la matriz que rodea al Complejo Santa María se encuentra altamente diferenciada y este sistema de barrancas y estriberones conecta a los grupos de fragmentos oeste (Sistema Cerro Joutla) y este (Sistema de Barrancas y Cerros).

Otros elementos críticos presentes dentro del SAR del Proyecto son las topeformas de sierras, La presencia de grandes fragmentos de selva baja caducifolia y etapas sucesionales asociadas hacen que en la topeforma sierras de la región centro del SAR se concentre la mayor diversidad de especies de flora y fauna. La continuidad de procesos ecológicos y funcionalidad de las poblaciones existentes en la región centro es garantizada por la presencia de fragmentos relativamente bien conservados de selva baja caducifolia y un bajo grado de aislamiento. Por consiguiente la riqueza de especies e índices de diversidad de fauna son los más altos de todo el SAR, hay numerosas especies especialistas y el mayor número de especies incluidas dentro de categorías de riesgo. En esta topeforma existe un alto recambio de especies, por consiguiente una elevada diversidad beta.





El área crítica del SAR para efecto de evaluación de impactos ambientales se compone de los fragmentos cuyo grado de conservación y fragilidad de su estructura y funcionalidad serán modificados una vez que el Proyecto entre en operación. En particular, Los fragmentos de selva baja caducifolia críticos más importantes para la evaluación de impactos ambientales del proyecto ocupan una superficie de aproximada de 3,698 ha. De ellas, 249 ha tienen afectaciones directas y 3,073.815 ha tienen afectaciones indirectas. Dichas áreas son:

- 1) Cerro Temilpa-Palo Grande.
- 2) Cerro Santa María-El Mirador.
- 3) Cerro Tencuancoalco-Diolochi.
- 4) Cerro El Tecolote-Cerro Coachi.
- 5) Cerro Ancho-Cerro Largo.
- 6) Cerro Loma Larga.
- 7) Los corredores biológicos Cerro Trincheras-Barranca La Cuera, la Barranca La Cuera y Barranca la Seca, localizado en la geoforma de los valles, ya que serán atravesados totalmente por el trazo del Proyecto.

**Tabla 69. Tramos críticos dentro del área correspondiente al trazo del Proyecto.**

Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto	Atributos destacados	Problemática ambiental	Medidas de mitigación
Cerro Ancho-Cerro Largo	1+690.60 – 2+032.53	<i>Puente de Amanizac I y II.</i> Importante corredor biológico; diversidad media, 0-2.37 belts/individuo (promedio 1.55 belts/individuo); las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 SON <i>Heloderma horridum</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> ; <i>Kinosternon integrum</i> ; <i>Micrurus fulvius fitzingeri</i> .	Riesgo de interrupción y/o pérdida de conectividad; disminución de la diversidad faunística y florística; incremento de los efectos de borde, insularización, aglomeración y exclusión	Creación de pasos de fauna
Cerro Tencuancoalco-Diolochi.	9+081.91 – 9+268.17	<i>Cerro Diolochi.</i> Cuenta con uno de los remanentes de selva baja caducifolia más conservados dentro del SAR; se encuentra sumamente aislado de otros fragmentos de selva baja caducifolia; cuenta con importantes colonias de murciélagos.	Incremento del grado de aislamiento de los fragmentos de Selva Baja Caducifolia presentes; pérdida de variabilidad genética de las poblaciones de flora y fauna presentes; incremento del efecto de insularización, aglomeración y	Programa de Mejoramiento del Hábitat en corredores biológicos; Creación de pasos de fauna.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto	Atributos destacados	Problemática ambiental	Medidas de mitigación
			exclusión de especies.	
Barranca Seca-Cerro El Tecolote-Coachi	10+220.65 – 10+263.19 11+581.04-11+797.39	Cerro Coachi-Barranca Seca. En este tramo se localiza uno de los más importantes corredores biológicos dentro del SAR; el Cerro Coachi es un fragmento de Selva Baja Caducifolia mejor conservados dentro del Proyecto; elevada riqueza e índices de diversidad de especies (1.79-3.47 belts/individuo, promedio 2.3 belts/individuos; Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 <i>Ctenosaura pectinata</i> y <i>Choeronycteris mexicana</i> .	Riesgo de interrupción y/o pérdida de conectividad; disminución de la diversidad faunística y florística; incremento de los efectos de borde, insularización, aglomeración y exclusión	Creación de pasos de fauna.
Barranca Seca	16+035.66 - 16+125.84 17+516.28 - 17+582.61	Barranca Seca. Aquí se localiza el corredor biológico que une a los cerros Tencuancoalco-Diolochi, El Tecolote-Coachi y Ancho-Loma Larga con el resto del SAR, es sumamente importante para mantener la conectividad dentro del SAR.	Riesgo de interrupción y/o pérdida de conectividad; disminución de la diversidad faunística y florística; incremento de los efectos de borde, insularización, aglomeración y exclusión	Creación de pasos de fauna.
Barranca La Cuera	19+220.83-19+283.95 21+755.61-21+806.95 22+102.48 – 22+478.82 27+502.93 – 27+663.27 29+000 – 29+177.45 31+108.34 – 31+231.93	Barranca La Cuera. Es uno de los más importantes corredores biológicos del SAR. Es responsable de unir los fragmentos de selva baja caducifolia localizados al este y oeste de la geoforma de los valles.	Riesgo de interrupción y/o pérdida de conectividad; disminución de la diversidad faunística y florística; incremento de los efectos de borde, insularización, aglomeración y exclusión	Creación de pasos de fauna.
Cerro Trincheras-Barranca La Cuera	24+340.03 - 24+689.44 25+237.49 – 25+323.46 25+589.94 – 25+601.30 26+000 – 26+428.62	Cerro Trincheras-Barranca La Cuera. Se trata de uno de los principales corredores biológicos	Riesgo de interrupción y/o pérdida de conectividad; disminución de la	Creación de pasos de fauna





Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto	Atributos destacados	Problemática ambiental	Medidas de mitigación
		dentro del SAR. Alta riqueza y diversidad de especies, 1.56 belts/individuo, elevada diversidad b; las especies incluidas en la NOM-059 son <i>Heloderma horridum</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> .	diversidad faunística y florística; incremento de los efectos de borde, insularización, aglomeración y exclusión.	
Cerro Temilpa-Palo Grande	33+122.65 – 33+562.40 33+616.13 – 34+961.34 35+459.28 – 35+582.33 35+612.70 – 35+739.25 35+755.69 – 35+903.08 36+424.53 – 36+484.68 36+631.19 – 36+698.20 36+927.32 – 37+179.24 37+248.21 – 38+601.59 38+879.00 – 40+405.87	<i>Cerro Temilpa-Palo Grande</i> . Algunos de los fragmentos más grandes de selva baja caducifolia se encuentran en el cerro Temilpa; frágil conectividad una vez que el Proyecto se encuentre funcionando; elevada diversidad $\beta$ , índices de diversidad de 1.95 a 3.47 belts/individuo; las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 son <i>Coleonyx elegans</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> , <i>Glaucidium gnoma</i> .	Incremento del grado de aislamiento de los fragmentos de Selva Baja Caducifolia presentes; pérdida de variabilidad genética de las poblaciones de flora y fauna presentes; incremento de la pérdida del hábitat nativo; incremento del efecto de insularización, aglomeración y exclusión de especies; disminución de la diversidad alfa y beta.	Programa de Mejoramiento del Hábitat en corredores biológicos; Creación de pasos de fauna.
Cerro Santa María-El Mirador	42+051.44 - 42+349.44 42+799.01 – 43+115.97 43+658.82 – 44+375.73 44+569.28 – 44+721.59 45+024.07 – 45+177.76 45+378.64 – 45+444.41 45+798.18 – 46+153.35 46+677.67 – 46+800.97 46+831.99 – 46+875.47 46+963.92 – 47+531.68 47+642.26 – 50+903.17	<i>Cerro Santa María-El Mirador</i> . Algunos de los fragmentos más grandes de selva baja caducifolia se encuentran en el cerro Santa María; elevada diversidad $\beta$ , índices de diversidad de 1.95 a 3.47 belts/individuo; las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 son: <i>Coleonyx elegans</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> , <i>Heloderma horridum</i> , <i>Glaucidium gnoma</i> .	Incremento de la pérdida del hábitat nativo; disminución en la diversidad alfa y beta.	Programa de Mejoramiento del Hábitat en corredores biológicos; Creación de pasos de fauna.
Río Yautepec	61+511.2-62+000	Altos índices de diversidad, 2.20-2.89 belts/individuo (promedio 2.5)	Incremento de la pérdida del hábitat nativo; disminución en	Programa de Mejoramiento del Hábitat en





Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto	Atributos destacados	Problemática ambiental	Medidas de mitigación
		belts/individuo); <i>Ctenosaura pectinata</i> ; <i>Kinosternon integrum</i>	la diversidad alfa y beta.	corredores biológicos; Creación de pasos de fauna.

- Fauna:

Atendiendo a su categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, presencia dentro del trazo del Proyecto y las áreas críticas detectadas, las especies o grupos faunísticos críticos dentro del SAR son:

1. La comunidad de lagartijas diurnas presentes. Las lagartijas, al igual que el resto de los reptiles son organismos ectotérmicos, esto implica que dependen del medio ambiente para regular su temperatura interna y que requieren de microhábitats específicos, cuyas condiciones de temperatura sean las adecuadas para su sobrevivencia. La alteración del hábitat destruye los microhábitats requeridos por las lagartijas y disminuye su abundancia, por esta razón se considera a este grupo un buen indicador de la calidad ecológica. Por otro lado, se trata de un grupo bastante diversificado en el SAR (18 especies presentes, principalmente de la familia Phrynosomatidae), con la presencia confirmada de cuatro especies incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 en el trazo del Proyecto. Estas lagartijas son predominantemente herbívoras, por lo que dentro de las redes tróficas de los ecosistemas que habitan, constituyen el alimento de depredadores tope.
2. La iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) y el monstruo de Gila (*Heloderma horridum*). La iguana negra es una especie incluida dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, en la categoría de Especie Amenazada. Es una de las lagartijas más abundantes dentro del SAR y se encuentra distribuida a lo largo del derecho de vía del Proyecto. Sus poblaciones podrían declinar alarmantemente si no se toman medidas de prevención, mitigación o compensación adecuadas. El monstruo de gila es una especie Amenazada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, se trata de una especie rara, pero en la localidad de Puente de Amanizac II se confirmó su presencia.
3. La tortuga del fango, *Kinosternon integrum*, esta especie se encuentra incluida dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 dentro de la categoría de Especie Sujeta a Protección Especial (Pr), es una especie presente en los cuerpos de agua que atraviesa el derecho de vía del proyecto, siendo confirmada su presencia en las localidades de Río Yautepec y Puente de Amanizac.
4. La comunidad de rapaces (familias Falconidae, Cathartidae y Strigidae) presentes en el SAR. Se trata de aves carnívoras o carroñeras las cuales constituyen depredadores tope dentro de los ecosistemas donde habitan. De las 11 especies de aves incluidas dentro de categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001, siete son rapaces, incluyendo el tecolotito serrano, *Glaucidium gnoma*, especie incluida dentro de la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr), cuya presencia fue confirmada en la localidad de Emiliano Zapata. Adicionalmente se trata de un grupo de hábitos conspicuos que facilitan su monitoreo.
5. La comunidad de murciélagos presentes en el SAR. La razón de su inclusión se debe a que los murciélagos ocupan un papel fundamental en las interacciones bióticas que mantienen funcional al ecosistema donde habitan. Las interacciones murciélago-planta son de particular importancia, ya que estos vertebrados son responsables de la polinización de numerosas especies de árboles tropicales,



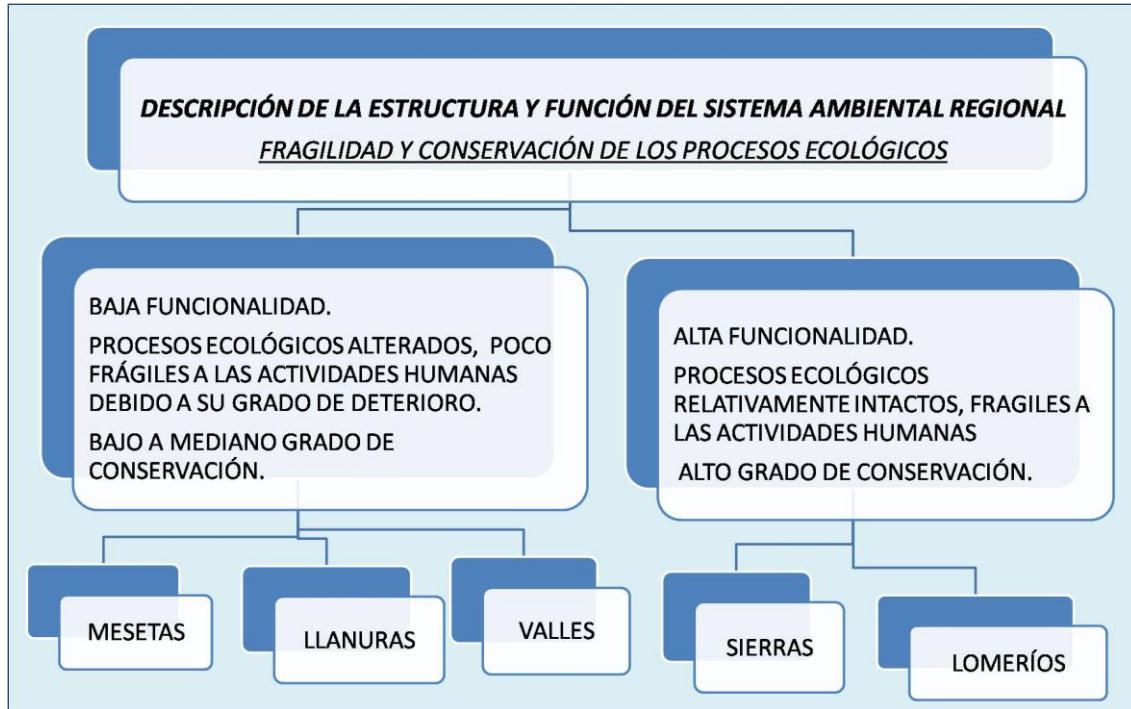


por otro lado, varias especies son insectívoras y constituyen controladores biológicos de insectos perjudiciales para los cultivos de la zona. Finalmente, se trata de uno de los grupos de mamíferos más diversificados dentro del SAR y con mayor número de especies incluidas dentro de categorías de riesgo. Asimismo, una especie de murciélago, *Choeronycteris mexicana*, se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, dicha especie fue registrada en el área correspondiente al derecho de vía del proyecto, así como otros dos murciélagos *Artibeus jamaicensis* y *Desmodus rotundus*, cabe señalar sin embargo que dichas colonias son muy pequeñas (decenas o centenas de individuos), asimismo, la inclusión de estas comunidades como un factor crítico también responde a la cercanía al proyecto se ubican a menos de 300 m de distancia.

6. El Mexcalpique *Illiodon whitei*. Dicha especie se encuentra incluida dentro de la categoría de Especie en Peligro Crítico (CR) de la Lista Roja de Especies en Peligro de IUCN 2007, si bien su presencia no fue comprobada dentro del derecho de vía del proyecto, se considera bastante probable su presencia en el cruce del derecho de vía del Proyecto y el río Cuautla. Esta especie se encuentra al borde de la extinción, por lo que, de comprobarse su presencia en el trazo del Proyecto, tendrían que tomarse medidas de prevención, mitigación o compensación tendientes a minimizar posibles afectaciones a la integridad de las poblaciones de esta especie.

### IV.3 Diagnostico ambiental regional

El Sistema Ambiental del Proyecto tiene una estructura y funcionalidad dual, estrechamente relacionada con el relieve, en particular con las geoformas existentes. Dos son los escenarios actuales en lo que se refiere a la fragilidad y conservación de los procesos ecológicos: 1) Alta funcionalidad. En el cual, los procesos ecológicos se mantienen relativamente intactos, debido a la escasa actividad humana y la combinación entre una topografía abrupta, elevada conectividad del hábitat, altos niveles de riqueza específica y diversidad florística y faunística. 2) Baja funcionalidad. Donde los procesos ecológicos han sido afectados por las actividades humanas, especialmente el cambio de uso de suelo de zonas forestales a campos agrícolas (de riego y temporal), numerosa infraestructura lineal y crecimiento urbano pronunciado, lo cual ha traído como consecuencia que el hábitat se encuentre muy fragmentado y con un alto grado de aislamiento, junto con bajos niveles de riqueza y diversidad florística y faunística (ver Figura 62).



**Figura 62. Sinopsis de la estructura y funcionalidad del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.**

El relieve es un factor determinante en los tipos de escenarios presentes dentro del SAR. Una baja funcionalidad ecológica es característica de porciones del SAR con una topografía plana a poco accidentada, como Mesetas, Llanura y Valles. En contraparte, una alta funcionalidad ecológica se asocia notablemente a regiones de topografía abrupta, como Sierras y Lomeríos.





Figura 63. Criterios de evaluación de la estructura y funcionalidad del SAR del Proyecto.

**Considerando a las geoformas presentes dentro del SAR, como unidades de evaluación**, es posible caracterizar su estructura y funcionalidad, así como determinar el grado de conservación y fragilidad de sus componentes. Para ello, los criterios empleados consideran dos componentes abióticos, que son Suelo e Hidrología y tres componentes bióticos; flora, fauna y hábitat. Las actividades humanas no son incluidas como criterio de evaluación, básicamente, porque se trata de la principal fuerza delimitadora de los dos escenarios de estructura y funcionalidad de los procesos ecológicos existentes dentro del SAR e influyen de manera decisiva sobre los componentes bióticos (flora, fauna, Hábitat) y abióticos (suelo e hidrología). Otros factores, como la geología se encuentran estrechamente asociados a algunos de los factores elegidos como criterios de evaluación (ver Figura 63).

A grandes rasgos, es posible identificar tres categorías de conservación y fragilidad de la estructura y funcionalidad del SAR: 1) Alto grado de conservación y fragilidad alta; 2) Moderado grado de conservación y fragilidad moderada; y 3) Bajo Grado de Conservación y baja Fragilidad. Los atributos de estas categorías se especifican en la Figura 64.





**Figura 64. Descripción de las categorías de conservación y fragilidad que se presentan en el SAR del proyecto.**

La mitad de la superficie del SAR se encuentra con un grado de conservación bajo (48558.24 Ha). La otra mitad del SAR tiene un grado de conservación mediano (21.9%) y alto (27.7%). El grado de fragilidad de la estructura y funcionalidad del SAR se comporta de la misma forma (ver Tabla 70). Actualmente, en la geoforma de los valles, se encuentran los principales corredores biológicos del SAR, los cuales regulan dicha estructura y funcionalidad (ver Figura 65).

**Tabla 70. Cobertura de las diferentes categorías de conservación y fragilidad en la estructura y funcionalidad del SAR.**

Grado de conservación y fragilidad	Superficie (HA)
Alta	26666.8308 (27.7% del SAR)
Mediana	21125.2737 (21.9% del SAR)
Baja	48558.2364 (50.4% del SAR)

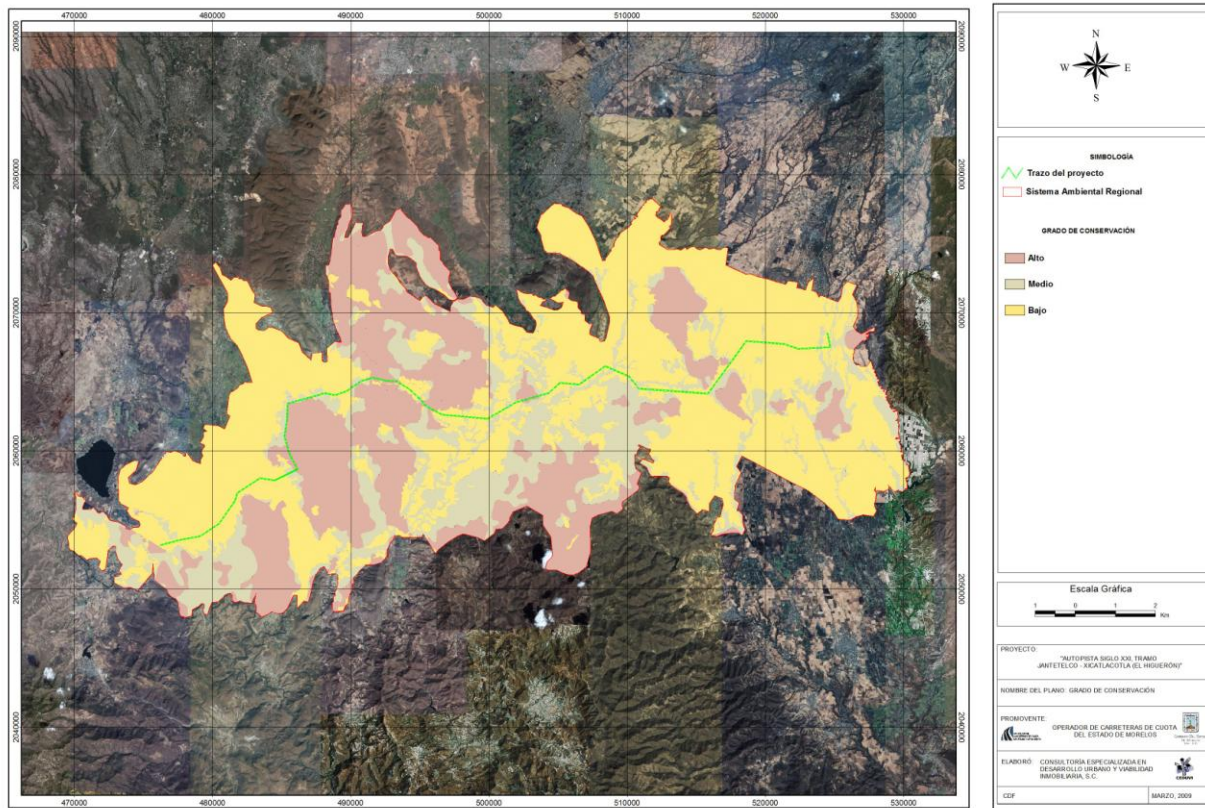


Figura 65. Zonificación del SAR de acuerdo con su grado de conservación y fragilidad de la estructura y funcionalidad del SAR del Proyecto.

La mitad de la superficie del SAR ha sido transformada, eliminando el hábitat original y reemplazándolo por campos de cultivo y zonas urbanas. Por tanto, se trata de un paisaje fragmentado de acuerdo a la clasificación de Hobbs y Wilson (1998). Por otra parte, el SAR puede ser dividido en tres zonas: 1) Cerró Jojutla, 2) Complejo Santa María y 3) Complejo de Cerros y Barrancas, considerando la combinación entre los grupos de fragmentos descritos previamente con la matriz que los rodea. Todos ellos son paisajes fragmentados.

Tabla 71. Descripción física de los fragmentos de etapas sucesionales de Selva Baja Caducifolia pertenecientes al Sistema Cerro Jojutla.

Zona	Area Total (ha)	Area cubierta por SBC (ha)	Porcentaje de superficie con SBC	Porcentaje de superficie destruida con SBC (Hábitat original)	Clasificación (Hobbs y Wilson, 1998)
1. Sistema Cerro Jojutla	14,416.56	6,563.46	45.53	54.47	Fragmentado
2. Complejo Santa María	63,797.26	37,099.45	58.15	41.83	Fragmentado
3. Complejo de Cerros y Barrancas	18,136.51	4,066.65	22.42	77.58	Fragmentado
Total	96,350.32	47,729.56			

De acuerdo con Hobbs y Wilson (1998), el grado de fragmentación es el siguiente: <10% del hábitat original destruido = paisaje intacto; 10-40% del hábitat total destruido = paisaje salpicado; 40-90% del hábitat destruido = paisaje fragmentado; y >90% del paisaje destruido = paisaje relicto.



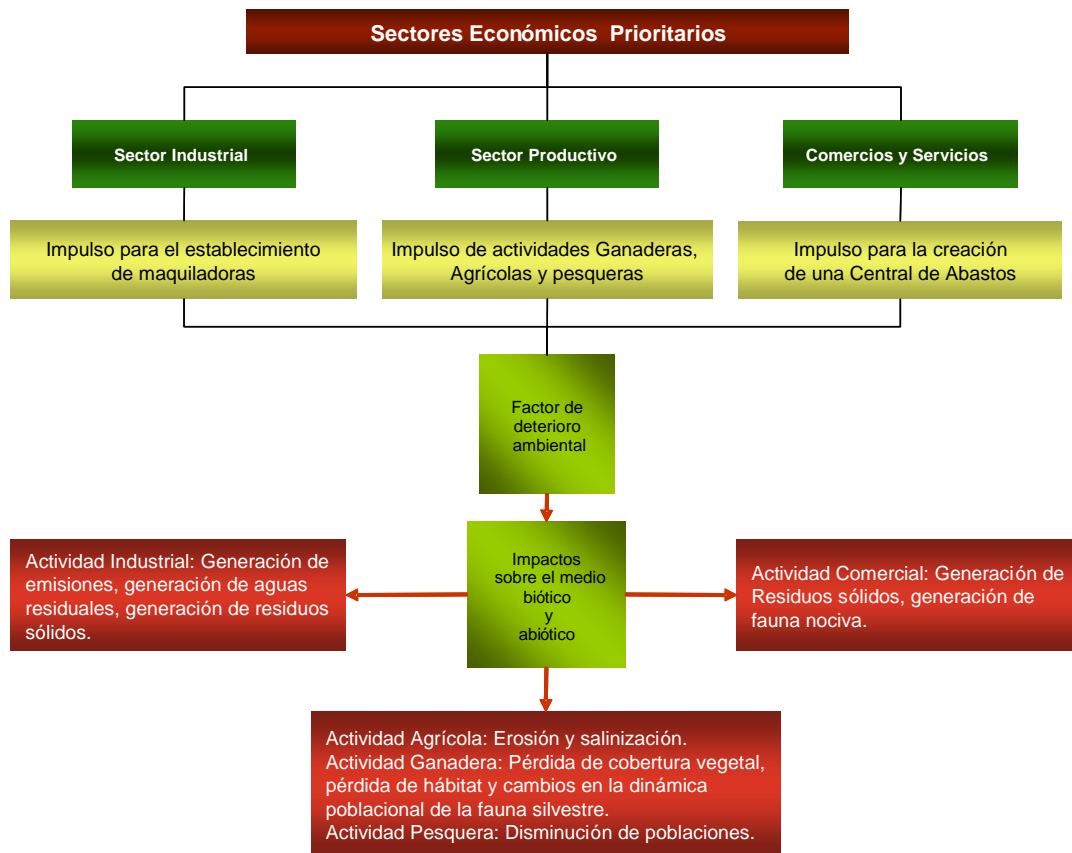


Considerando la conectividad (grado de aislamiento) y el tamaño de los fragmentos de SBC, descrito con anterioridad, la zona 1 (Complejo de Cerros y Barrancas) es la más frágil de todo el SAR, dado que el grado de antropización es mayor. Todos los fragmentos de SBC de esta zona, excepto Arroyo La Laja (que mantiene conectividad con fragmentos mayores de SBC localizados fuera del SAR), son pequeños y aislados, por lo que los procesos de insularización, exclusión de especies, efecto de borde y aglomeración de especies son muy acentuados.

Las zonas 2 y 3 se encuentran también fragmentadas, sin embargo, ambas (particularmente el Complejo Santa María) cuentan con una mayor superficie de SBC, además existen corredores biológicos o parches de SBC contiguos que incrementa su conectividad, su fragilidad es baja, excepto la zona de corredores del Complejo Santa María (los subfragmentos Cerro Tencuancoalco-Diolochi, Cerro Trincheras-Barranca La Cuera y Barranca Seca), cuya fragilidad es media. En el caso de Sistema Cerro Jojutla, el fragmento Río Yauatepec tiene una fragilidad alta, debido a su aislamiento y tamaño.

#### IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional

Dentro de los procesos de cambio que se enmarcan dentro de los planes de desarrollo de los municipios que integran al SAR del Proyecto se encuentran:





De acuerdo al esquema anterior, los cambios en el SAR principalmente están relacionados con los sectores agrícolas, pecuarios, industriales y urbanos, ya que de ellos emanan las principales afectaciones al SAR como son:

a) Desmontes:

Dentro del SAR se presentan desmontes debido al cambio de uso de suelo de terrenos con vegetación nativa para emplearlos como campos agrícolas o de agostadero, asimismo, el crecimiento desordenado de la mancha urbana y los asentamientos irregulares a su vez, también provocan el desmonte de áreas naturales. Asimismo, los efectos adicionales que causan los desmontes son la erosión y la salinización de los suelos presentes en la región.

b) Erosión

A partir del desmonte de áreas forestales para destinarlas a actividades agropecuarias, se llevará a cabo un proceso de erosión dado que la cubierta vegetal ayudaba a la fijación del suelo, por lo que al retirar dicha cubierta vegetal el suelo quedará expuesto propiciando la pérdida del mismo, por otra parte, el crecimiento en la mancha urbana también ocasionará la pérdida de cubierta vegetal, por lo que aumentarán los procesos erosivos ya sean hídricos o eólicos, es importante considerar que a nivel SAR ya se presenta afectación por la erosión, teniendo una erosión eólica en la mayor parte del SAR que va de ligera a moderada, mientras que la erosión hídrica que va de alta a muy alta.

c) Contaminación:

La falta de servicios urbanos y el crecimiento desordenado provoca la contaminación de cuerpos de agua por el vertido de aguas residuales sin previo tratamiento, así como el azolve de corrientes y cuerpos de agua por la inadecuada disposición de residuos. Por otra parte, las actividades agrícolas emplean fertilizantes y/o abonos que propician la contaminación del suelo y el agua, de igual forma, al tratarse de una zona cañera, la quema para llevar a cabo la cosecha ocasiona la contaminación del aire, por los humos provenientes de dicha actividad. En cuanto a la industria este es otro componente que afecta al agua y atmósfera de la zona, al primero por el vertido de aguas residuales sin previo tratamiento, y el segundo por la emisión de gases contaminantes.

Los factores antes mencionados son las fuentes de cambio en el SAR.

## IV.5 Construcción de escenarios futuros

La construcción de escenarios futuros se presenta en el capítulo V en el cual se lleva a cabo un análisis de los cambios que presentará el SAR del proyecto con una proyección al 2020, en dicha proyección se tomará en los pronósticos a futuro sobre erosión, conectividad del SAR, aumento en la mancha urbana, diversidad y abundancia de especies.



## IV.6 Bibliografía

- Aguilar, R. O. Maldonado, D.M. Arias, H. Alcaraz y R. Castro. 1998. Anfibios y Reptiles de la Sierra de Huautla, Estado de Morelos. CEAMISH-universidad Autónoma del Estado de Morelos. 32 pp.
- Álvarez del Villar, J. 1970. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de Mexico, cambios taxonomicos recientes y nuevas especies. Carnegie Museum of Natural History Special Publications (17):1-73.
- Álvarez C., S. T. 1996. Los mamíferos del estado de Morelos. Centro de Investigaciones biológicas del Noreste S.C. 211 pp.
- Anónimo. 1997. Guía de Aves canoras y de ornato. Instituto Nacional de Ecología. 177 pp.
- Anonimo, 2009. Bosques y Selvas. En: [http://www.ceamamorelos.gob.mx/secciones/ambiente/bosques\\_y\\_selvas/bosques\\_y\\_selvas.html](http://www.ceamamorelos.gob.mx/secciones/ambiente/bosques_y_selvas/bosques_y_selvas.html).
- Aranda, M. 2000. Huellas y Otros Rastros de los Mamíferos Grandes y Medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- Arias, D. 2007. La selva baja caducifolia de Morelos. En: Inventio. (s.n.):12-16.
- Arreguín L. M., G. Cabrera, R. Fernández, C. Orozco, B. Rodríguez y M. Yeppez. 1997. El consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Querétaro del Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Autónoma de Chapingo. 361 pp.
- Bonilla-Babosa, J.R y J.L. Villaseñor R. 2003. Catalogo de la Flora del Estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 129 pp.
- Castro F., R. y M.G. Bustos Z. 2006. Herpetofauna de las áreas naturales protegidas. Corredor biológico Chichinautzin y la Sierra de Huautla, Morelos, México. CONABIO y la Universidad Autónoma del estado de Morelos. 109 pp.
- Ceballos, G., y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Fondo de Cultura Económica. 986 pp.
- CITES. 2007. The CITES Appendices. <http://www.cites.org/eng/app/index.shtml>, consultado el 26/05/2008 18:00.
- Cyphers, Ann. 1992. Chalcatzingo, Morelos: estudio de ceramica y sociedad. Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM. México.
- Enciclopedia de los municipios. 2005. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Morelos. Consultado en línea: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/morelos/medi.htm>
- Cortés T., H. G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 168 p.



- Delgadillo, J. 2000. Contribuciones a la investigación regional del estado de Morelos. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. UNAM. México. 470 p.
- Dorado, O. et al. 2005. Las leguminosas como indicadores de conservación-perturbación. 2005. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.
- Edeso J. M., MaraUri P., Merino A. y. Gonzalez J.M.1997. Determinación de la tasa de erosión hídrica en función del manejo forestal: la cuenca del Río Santa Lucía (Gipuzkoa). Lurralde, 20. Instituto Geográfico Vasco (Ingeba) Euskal Geografi Elkargoa. ISSN 0211-5891. p: 67-104
- Enciclopedia de los municipios. 2005. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Morelos. Consultado en línea: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/morelos/medi.htm>
- Espinosa-Pérez, H., Ma. T. Gaspar-Dillanes y P. Fuentes-Mata. 1993. Listados Faunísticos de México III: Los Peces Dulceacuícolas Mexicanos. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología, 131 pp.
- Edeso J. M., MaraUri P., Merino A. y. Gonzalez J.M.1997. Determinación de la tasa de erosión hídrica en función del manejo forestal: la cuenca del Río Santa Lucía (Gipuzkoa). Lurralde, 20. Instituto Geográfico Vasco (Ingeba) Euskal Geografi Elkargoa. ISSN 0211-5891. p: 67-104
- FAO-PNUMA-UNESCO.1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. Publicaciones FAO. Roma
- Fernández R., C. Rodríguez, L.M. Arreguín y A. Rodríguez. 1998. Listado florístico de la cuenca del río Balsas, México. Polibotánica 9: 1-151.
- Figueroa, S. B. 1991. Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por Erosión. SARH-Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 150 p.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco-Marquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonomicos para la herpetofauna de Mexico. Acta Zoologica Mexicana (n.s.) 20(2): 1-31.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna Mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de Mexico, cambios taxonomicos recientes y nuevas especies. Carnegie Museum of Natural History Special Publications (17): 1-73.
- Franco J. 1985. Manual de Ecología. Editorial Trillas. México. 266 pp.
- Frost, Darrel R. 2007. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.0 (1 February, 2007). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA.



- Guizar E. y A. Sánchez. 1991. Guía para el reconocimiento de los principales árboles del alto Balsas. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 207 pp.
- Hall, E. R. 1981. The mammals of North America, 2 vol. John Wiley and Sons, Nueva York.
- Hammer, O., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2005. PAST, Palaeontological STatistics. Version 1.37. Programa gratuito para computadora.
- Howell, S. N. G., y S. Webb. 2005. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Pp. 1-851.
- Instituto de Desarrollo y Fortalecimiento Municipal del Estado de Morelos (IDEFOMM). Municipios del Estado de Morelos. Ayala. Consultado en línea: <http://www.idefomm.org/municipios/04.htm#00>
- Instituto de Desarrollo y Fortalecimiento Municipal del Estado de Morelos (IDEFOMM). Municipios del Estado de Morelos. Jantetelco. Consultado en línea: <http://www.idefomm.org/municipios/10.htm#04>
- Instituto Nacional de Ecología. 2009. Tercera Comunicación Nacional. Cambio climático. [http://cambio\\_climatico.ine.gob.mx/comprendercc/comprendercc.html](http://cambio_climatico.ine.gob.mx/comprendercc/comprendercc.html) (Activo 11/2/2008).
- IUCN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la IUCN: Versión 3.1 Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, GLand, Suiza y Cambridge, Reino Unido. Ii + 33 pp.
- IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 19 March 2007.
- Llanes-Cárdenas O., Norzagaray-Campos M. , Ladrón de Guevara, M. Maya-DelgadoY , Muñoz-Sevilla P. 2006. Textura y contaminación en un acuífero granular costero. XV Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. Guadalajara. México
- López, E. 1979. Geología de México. Tesis Reséndis, tres tomos. México.
- Macario, P, 1995. Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. Acta Botánica Mexicana. 32: 11-23.
- Martín, Ana. 1980. Vulcanología de la Sierra Chichinautzin. Tesis de maestría en geología. UNAM. México.
- Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. 1220 pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, 1: 1-83.
- Murie O.J. 1974. A field guide to animal tracks. Houghton Mifflin Company. 375 pp.
- Norma Oficial Mexicana. 2002. NOM-059-ECOL-2001, 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. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002.
- Perlo, B.V. 2006. Birds of Mexico and Central America. Princeton Illustrate checklists. 336 pp.





- Redón A. y R. Fernández. 2007. Plantas con potencial uso ornamental del Estado De Morelos, México. Polibotanica 23: 121-165.
- Rzedowski J. 1981. Vegetación de México. Editorial LIMUSA. México. 431 pp.
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores. 2001. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2ª. ed., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1981. Estudio geohidrológico preliminar de la zona de Cuautla- Yautepec, Morelos, México.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). 1988. Manual para la elaboración de proyectos de Ordenamiento Ecológico. Documento central y Anexo Técnico. SEDUE. México. 80-245 pp.
- Trejo, V. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. En: Investigaciones Geográficas (39):40-52.
- Wischmeier, W. y D. Smith. 1978. Predicting rain-fall erosion losses: A guide to conservation planning. USDA. Agriculture Handbook N1 537. 58 p.
- Zapata- Ríos, G., Suárez, R., Utreras, V. y J. Vargas. 2006. Evaluation of Anthropogenic Threats in Yasuní National Park and its Implications for Wild Mammal Conservation. Lyonia a journal of ecology and application 10 (1): 47-57.



## ÍNDICE GENERAL

V.1	Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental .....	1
V.1.1	Construcción del escenario modificado por el proyecto .....	1
V.1.2	Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos.....	2
V.1.3	Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional .....	4
V.2	Técnicas para evaluar los impactos ambientales .....	4
V.2.1	Listas de verificación (Desglose de las acciones del proyecto/Desglose de los componentes y factores ambientales) .....	5
V.2.2	Matrices interactivas (causa-efecto).....	11
V.3	Impactos ambientales generados.....	12
V.3.1	Identificación de impactos .....	12
V.4	Descripción de impactos ambientales .....	19
V.5	Evaluación de los impactos ambientales.....	29
V.5.1	Impactos acumulativos y sinérgicos.....	37
V.6	Escenario ambiental tendencial modificado por el proyecto.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Actividades a desarrollar a través de las etapas del proyecto. ....	5
Tabla 2.	Componentes e indicadores ambientales del proyecto. ....	10
<b>Tabla 3.</b>	<b>Matriz de interacciones del proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuierón)".</b> .....	<b>11</b>
Tabla 4.	Volúmenes totales de los árboles que serán afectados durante el desmonte.....	21
Tabla 5.	Áreas críticas dentro del SAR que podrían ser afectadas por el proyecto. ....	23
Tabla 6.	Criterios de valoración de significancia de impactos del proyecto. ....	29
Tabla 7.	Escala de calificación utilizada para los criterios básicos. ....	30
Tabla 8.	Escala de calificación utilizada para los criterios complementarios que se utilizarán para evaluar la significancia de los impactos. ....	30
Tabla 9.	Escala de valoración de impactos ambientales.....	32
Tabla 10.	Matriz de evaluación de impactos ambientales del proyecto. ....	32
Tabla 11.	Impactos acumulativos del proyecto. ....	38
Tabla 12.	Impactos sinérgicos del proyecto. ....	41
Tabla 13.	Cobertura futura de las diferentes categorías de conservación y fragilidad en la estructura y funcionalidad del SAR.....	45





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fuentes de cambio dentro del SAR del proyecto. ....	3
Figura 2. Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales. ....	5
Figura 3. Impactos acumulativos. ....	40
Figura 4. Impactos sinérgicos del proyecto. ....	42
Figura 5. Grado de conservación y fragilidad futura de la estructura ecológica y funcionalidad Fragilidad actual del SAR del Proyecto. ....	43
Figura 6. Cambios futuros en la configuración espacial de los corredores biológicos del SAR del Proyecto. ....	45
Figura 7. Atributos de las categorías de conservación y fragilidad de la estructura y funcionalidad del Sistema Ambiental Regional del Proyecto. ....	46
Figura 8. Clases de Erosión eólica actual, para el año 2020 con obra y sin obra. ....	47
Figura 9. Superficie que ocupa cada clase de erosión eólica para los años 2005, 2020 con obra y 2020 sin obra. ....	48
Figura 10. Escenario de erosión eólica actual, con y sin proyecto. ....	49
Figura 11. Escenarios para la erosión hídrica para los años 2005, 2020 con obra y 2020 sin obra. ....	50
Figura 12. Superficie que ocupa cada clase de erosión hídrica para los años 2005, 2020 con obra y 2020 sin obra. ....	50
Figura 13. Escenario de erosión hídrica actual, con y sin proyecto. ....	51





## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), puede definirse como la identificación y valoración de los impactos (efectos) potenciales de un proyecto, relativos a los componentes físicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno, el propósito principal de este proceso es la consideración del ambiente en la planificación y en la toma de decisiones para definir actuaciones que sean compatibles con este (Canter, 1998).

En todo momento, la evaluación de Impacto Ambiental, tiene como fin identificar los posibles impactos ambientales significativos, que se puedan llevar a cabo por la implementación del proyecto en cada una de las etapas que conlleve, para que con esta información se propongan las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias tendientes a minimizar en lo posible los impactos adversos que pueden ser producidos por el "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuero)".

### V.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental

Para identificar las posibles afectaciones al Sistema Ambiental Regional del proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuero)" ocasionadas por el proyecto, se llevaron a cabo las siguientes acciones:

#### V.1.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto

Las condiciones actuales que se presentan dentro del SAR se muestran en el capítulo IV del presente estudio, en el cual se menciona que actualmente tanto en el Sistema Ambiental Regional como en el área de estudio del proyecto existe una baja calidad ambiental producto del desarrollo de actividades antrópicas, tales como la ganadería y la agricultura, lo que propicia la afectación a cuatro componentes ambientales principalmente, suelo, hidrología, vegetación y fauna, el primero es afectando en mayor medida debido a que se realiza una modificación en su estructura a causa de actividades como el desmontes y el aprovechamiento no racionalizado del recurso, lo que da lugar a un gradual aumento en los procesos erosivos y de salinización de suelos, afectando por consiguiente a otros factores ambientales, principalmente a la vegetación y fauna silvestre, ya que ocasiona la pérdida de hábitats, fragmentación de ecosistemas, modifica la distribución de las especies de fauna, ya que es común que los organismos se dirijan a zonas que les proporcionen mejores refugios, alimentación, zonas de anidación, descanso y reproducción.

En el caso de la hidrología, esta se encuentra afectada principalmente por el manejo inadecuado de residuos que han propiciado su contaminación; dentro de los residuos que presentan un mal manejo se encuentran: los residuos sólidos no peligrosos (residuos de origen urbano) los cuales son depositados en barrancas, ríos o arroyos intermitentes por lo que en temporada de lluvias causan el azolve de los mismos y en consecuencia inundaciones, los residuos de origen industrial son vertidos directamente a los cauces de ríos y arroyos lo que ocasiona su contaminación, lo mismo ocurre con las aguas residuales provenientes de la mancha urbana



las cuales no presentan ningún tratamiento antes de ser vertida a los cuerpos de agua que atraviesan por dichas localidades.

Una vez identificado el escenario actual y con el fin de conocer las principales afectaciones que se presenten en el SAR por la incorporación del Proyecto, se realizó un análisis de lo que se espera cuando se inserte el Proyecto en dicho escenario actual, considerando lo siguiente:

Se estima que las principales afectaciones que se produzcan por el proyecto impactarán principalmente a la flora y fauna silvestre por la pérdida de cobertura vegetal, asimismo, se esperan modificaciones en las características fisicoquímicas del suelo, en los patrones de escurrimiento, geomorfología y en el paisaje, cabe señalar que posteriormente se llevará a cabo el análisis para conocer la magnitud de dichas afectaciones.

En el caso del área de estudio terrestre, se espera que durante la construcción e instalación del Proyecto, se produzcan impactos ambientales relacionados con la pérdida de cobertura vegetal, debido a que se necesita desmontar y despallar las áreas de acuerdo a lo que se menciona en el capítulo II del presente estudio, lo anterior, también repercutirá en la diversidad de las especies de flora y fauna silvestre de la zona así como en otros parámetros poblacionales, ya que al no haber cobertura vegetal la cual les provea de refugio y alimento, las especies que se encuentren en el área de estudio terrestre se desplazarán a zonas aledañas.

Otras afectaciones que se esperan son a los componentes: Aire por la posible contaminación de fuentes móviles a través de la emisión de gases contaminantes del escape de vehículos automotores, maquinaria y equipo empleado durante la preparación del sitio, la construcción y operación del Proyecto, así como por la dispersión de polvos por el tránsito de vehículos a través de los caminos de terracería, Suelo y Agua por la posible contaminación debido al inadecuado mantenimiento de la maquinaria pesada y vehículos automotores, o por la inadecuada disposición de residuos sólidos, peligrosos y líquidos.

Entre los efectos benéficos por la implementación del Proyecto tanto en el SAR como en el área de estudio terrestre será la generación de empleos temporales en la zona, lo cual ayudará a reactivar la economía de la población, asimismo, otro beneficio importante es la competitividad económica que se activará con la generación de vías de comunicación lo que a su vez ocasionará que las zonas con potencial turístico (zonas arqueológicas, balnearios, áreas recreativas, entre otras), tengan mayores oportunidades de ser visitadas al contar con vías de comunicación que acorten los tiempos de traslado.

En resumen el escenario esperado para el SAR y área de estudio terrestre es la modificación en las condiciones ambientales actuales, entre los componentes ambientales con mayor modificación se encuentran: suelo, hidrología, flora, fauna y paisaje, sin embargo los efectos sobre dichos componentes no afectarán la calidad e integridad ecológica funcional del SAR aunque pueden llegar a ser significativos a nivel de área de estudio terrestre, sobre todo en el caso de la geomorfología, flora, fauna y paisaje, las afectaciones antes mencionadas se contraponen con los beneficios asociados al proyecto que incluyen, la generación de empleos (que indirectamente repercutirán de manera positiva sobre las actividades productivas, las tendencias migratorias y los servicios urbanos), asimismo se espera que estos efectos tengan una influencia regional.

### **V.1.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos**

Dentro de las fuentes de cambio que se deben considerar para evaluar el proyecto se encuentran las fuentes de cambio que se presentan actualmente dentro del SAR como son las actividades productivas: actividades



agropecuarias, industriales y turísticas, de igual forma otra actividad que afecta a los ecosistemas que se ubican dentro del SAR son los asentamientos humanos irregulares, ya que todas estas actividades ocasionan la pérdida de vegetación, por lo tanto la fragmentación de ecosistemas ocasiona la pérdida de especies o la modificación en cuanto a sus parámetros poblacionales y su distribución, de igual manera, con la agricultura se produce la pérdida de suelo o la modificación en sus características fisicoquímicas, la contaminación del agua y suelo por el empleo de agroquímicos, algunas de las actividades industriales que se generan en el SAR ocasionan la contaminación del agua por el vertido de aguas industriales sin previo tratamiento en cuerpos de agua, asimismo, los asentamientos humanos ocasionan a su vez la contaminación del agua por la generación e inadecuado manejo de residuos los cuales son depositados en cañadas o barrancas que ocasionan el azolve de las mismas durante la temporada de lluvias (ver Figura 1).

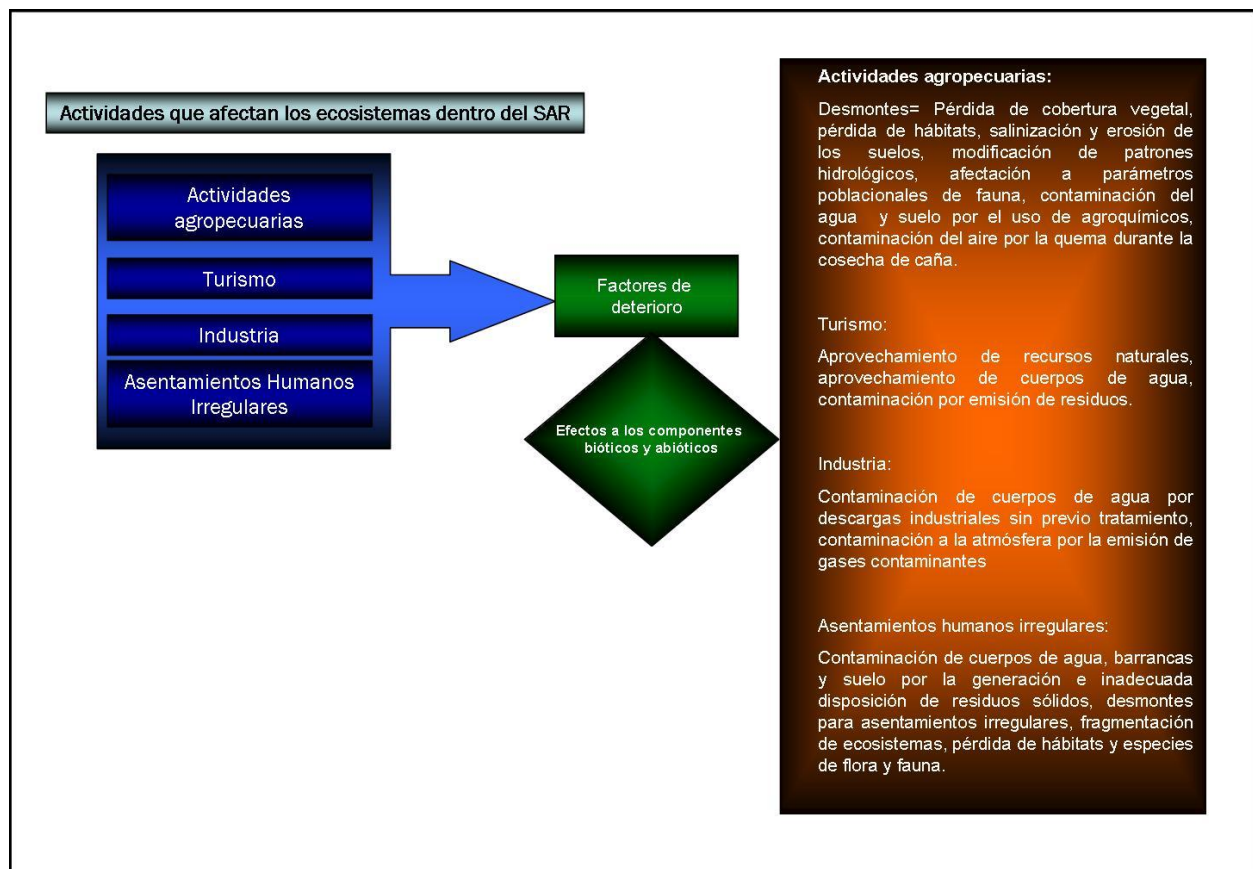


Figura 1. Fuentes de cambio dentro del SAR del proyecto.

Con respecto al proyecto, para identificar las posibles fuentes de cambio, perturbaciones y efectos que propiciará la construcción del mismo, primero se identificaron las obras y/o actividades que se llevarán a cabo por parte del proyecto en cada una de sus etapas, cabe señalar que las principales fuentes de cambio para el Sistema Ambiental Regional, se presentarán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, ya que durante la primera etapa será necesario acondicionar el terreno para la construcción del proyecto, llevando a cabo actividades de desmonte y despalme, mientras que durante la etapa de construcción se realizarán cortes, excavación, nivelación, compactación, conformación de terraplenes, movimiento de material no consolidado, colocación de la carpeta asfáltica y obras de manejo de drenaje. De igual forma, otras fuente de cambio que beneficiaran las condiciones en las que se desarrolla el proyecto





serán la generación de empleos y la construcción de vías de comunicación, la primera actividad se presentará en cada una de las etapas del Proyecto, mientras que la segunda solo se presentará una vez que esté operando el proyecto; sin embargo, ambas acciones influirán directa e indirectamente en la calidad de vida de la población y la mejora en los servicios urbanos.

### V.1.3 Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional

Una vez identificado el panorama y los componentes que podrían ser afectados por el proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco –Xicatlacotla (El Higuierón)", se procedió a hacer una valoración de los mismos.

En una valoración cualitativa se evalúan una serie de cualidades de los impactos ambientales, utilizando normalmente las definidas por la metodología empleada y obteniendo un valor numérico.

En una valoración cuantitativa se emplean indicadores numéricos, para que sea posible realizar una valoración de este tipo se requiere expresar las características del *elemento ambiental* de forma medible, mediante *factores ambientales* y por tanto los efectos producidos también deben serlo, para lo cual deberán ser elaborados índices de impacto ambiental.

Esta última forma de valoración requiere de un proceso más elaborado, para la construcción de índices o indicadores se requiere tomar en cuenta un gran número de variables.

La valoración empleada en el presente documento es de tipo cualitativo, toda valoración, por definición, es subjetiva, lo cual no significa que tenga que ser arbitrario. Las distintas técnicas de valoración de impactos intentan disminuir la subjetividad de las conclusiones justificando de la mejor manera todos los juicios de valor que se realizan. En las técnicas de valoración cualitativa se valoran de forma subjetiva, aunque el resultado sea numérico, una serie de cualidades de los impactos asignando valores prefijados de acuerdo a la metodología empleada, midiendo así la trascendencia de la acción sobre el factor alterado.

## V.2 Técnicas para evaluar los impactos ambientales

Para evaluar los impactos ambientales generados por el proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuierón)" se llevó a cabo la aplicación conjunta de las siguientes técnicas (ver Figura 2):

1. Identificación de los elementos que pueden causar impactos y los componentes que serán impactados (Listas de verificación)
2. Identificación de impactos (Matrices interactivas)
3. Técnica de evaluación de Impactos Ambientales de Bojórquez-Tapia

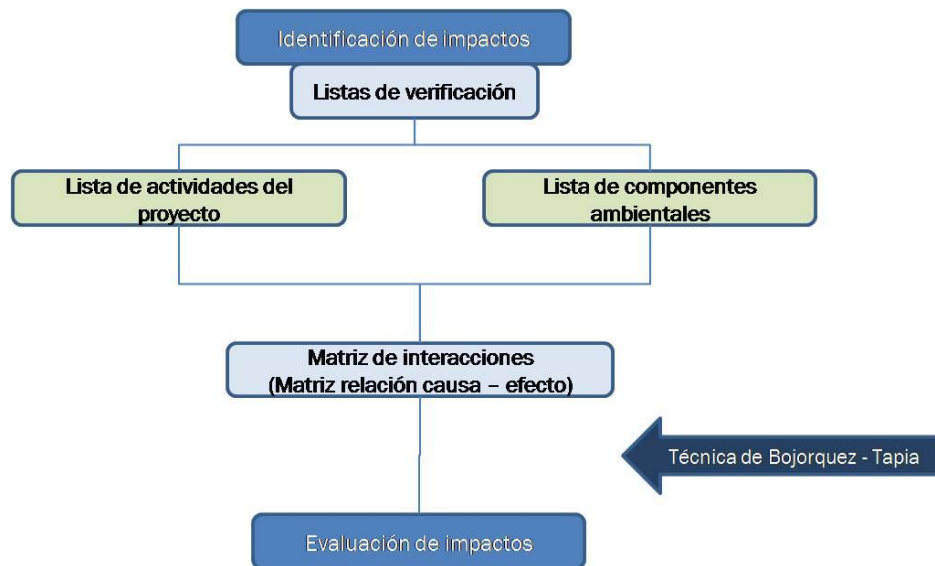


Figura 2. Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

### V.2.1 Listas de verificación (Desglose de las acciones del proyecto/Desglose de los componentes y factores ambientales)

Las listas de verificación consisten en realizar un listado de las actividades que se consideran en cada una de las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), y por otro lado se considera un listado de los componentes ambientales presentes en el sitio del proyecto (Agua, Aire, Suelo, Flora, Fauna, Medio socioeconómico, etc.). A partir de estas listas se pueden identificar de manera gráfica relaciones entre componentes ambientales y las actividades a través de redes de interacción o matrices interactivas como se describe más adelante.

Las actividades que se llevarán a cabo durante el proyecto se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Actividades a desarrollar a través de las etapas del proyecto.

Etapas del proyecto	Actividades	Acciones
Preparación del sitio	Desmonte	Limpieza del terreno
	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo
		Acamellonamiento del suelo vegetal
Construcción	Terracerías	Cortes
		Excavaciones para canales
		Excavaciones para estructuras
		Terraplenes
		Rellenos
		Acarreos
		Abatimiento de taludes
		Bermas





Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
	Estructuras	Mampostería de piedra Zampeado Estructuras de concreto reforzado
	Drenajes y subdrenajes	Alcantarillas de lamina corrugada de acero Alcantarillas tubulares de concreto Cunetas Contracunetas Lavaderos Bordillos Subdrenes
	Pavimentos	Revestimientos Subbases y bases Riegos de impregnación Riegos de liga Carpetas por el sistema de riegos
	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Señalamientos y dispositivos de seguridad
Operación y mantenimiento	Trabajos de conservación rutinaria	<p>Obras de drenaje y subdrenaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de cunetas y contracunetas</li> <li>• Limpieza de canales</li> <li>• Limpieza de alcantarillas</li> <li>• Limpieza de colectores</li> <li>• Limpieza de lavaderos</li> <li>• Limpieza de registros</li> <li>• Limpieza de subdrenes</li> <li>• Limpieza de vados</li> <li>• Limpieza de obras especiales de control y protección</li> </ul> <p>Pavimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de la superficie de rodamiento y acotamiento</li> <li>• Sellado de grietas aisladas en carpeta asfáltica</li> <li>• Bacheo superficial aislado</li> <li>• Bacheo profundo aislado</li> <li>• Sellado de Grietas y Juntas en losas de concreto hidráulico</li> </ul> <p>Puentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calafeteo de fisura</li> <li>• Reparación de grietas</li> <li>• Reparación de resanes en elementos de</li> </ul>





Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
		<p>concreto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reposición del sello en juntas de dilatación</li> <li>• Reparación de parapetos y banquetas</li> </ul> <p>Señalamientos y dispositivos de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reposición parcial de defensas</li> <li>• Reparación de barreras centrales de concreto hidráulico</li> <li>• Reparación aislada de violetas y botones</li> <li>• Reposición aislada de señales verticales</li> <li>• Reposición y reparación de reglas y tubos guía para vados</li> <li>• Reposición de indicadores de alineamiento</li> <li>• Repintar las líneas divisoras de carriles</li> <li>• Limpieza periódica de la carpeta, del derecho de vía y de las obras hidráulicas</li> <li>• Mantenimiento de áreas verdes</li> <li>• Reparación y disposición de dispositivos diversos</li> </ul>
	<p>Trabajos de conservación periódica</p>	<p>Obras de drenaje y subdrenaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparación de cunetas y contracunetas</li> <li>• Reparación de canales y alcantarillas</li> <li>• Reparación de bordillos y reparación de guarniciones</li> <li>• Reposición aislada de subdrenes</li> <li>• Reparación de registros y vados</li> </ul> <p>Pavimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Renivelaciones locales</li> <li>• Carpeta de riego y/o asfáltica</li> <li>• Fresado de carpeta asfáltica de rodadura</li> <li>• Recorte de carpeta asfáltica</li> <li>• Recuperación en caliente de carpetas asfálticas</li> <li>• Reposición total o parcial de losas de concreto hidráulico</li> <li>• Reparación de desconchaduras en losas de concreto hidráulico</li> <li>• Estabilización de losas de concreto hidráulico</li> <li>• Estabilización o refuerzo de estabilización de revestimientos</li> </ul> <p>Puentes y estructuras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calafeo de fisuras</li> </ul>





Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparación de grietas</li> <li>• Reparaciones y resanes en elementos de concreto</li> <li>• Reposición de sello en juntas de dilatación</li> <li>• Reparación de parapetos y banquetas</li> </ul> <p>Señalamientos y dispositivos de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reposición parcial de defensas</li> <li>• Reparación de barreras centrales de concreto hidráulico</li> <li>• Reparación aislada de violetas y botones</li> <li>• Reposición aislada de señales verticales</li> <li>• Reposición y reparación de reglas y tubos guía para vados</li> <li>• Reposición de indicadores de alineamiento</li> <li>• Reposición y reparación de dispositivos diversos</li> </ul>
	Trabajos de reconstrucción	<p>Obras de drenaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparación mayor de cunetas y contracunetas</li> <li>• Reparación mayor de canales y alcantarillas</li> <li>• Reparación de registros y subdrenes</li> </ul> <p>Pavimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación en frío de pavimentos asfálticos</li> <li>• Demolición de losas de concreto hidráulico</li> <li>• Recortes de pavimentos</li> <li>• Construcción de subbases o bases hidráulicas</li> <li>• Construcción de subbases o bases estabilizadoras</li> <li>• Construcción de subbases o bases de concreto compactado con rodillo</li> <li>• Construcción de carpeta asfáltica y carpeta ultradelgada de concreto hidráulico</li> </ul> <p>Puentes y estructuras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de carpeta asfáltica en puentes</li> <li>• Reposición de juntas de dilatación</li> </ul> <p>Señalamientos y dispositivos de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reposición total de violetas y botones</li> <li>• Reposición total de señalamiento vertical</li> <li>• Reposición total de defensas</li> <li>• Reposición de barreras centrales de concreto</li> </ul>



Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
		hidráulico
		Tránsito de vehículos

En el capítulo II del presente estudio se describen las actividades y acciones que se realizarán durante cada una de las etapas del proyecto.

**Desmante:** Se refiere a la remoción a partir de medios mecánicos y manuales de los estratos arbóreos y arbustivos que se ubican dentro del derecho de vía del proyecto. Se estima la afectación de 30 hectáreas, generando un volumen de 1,632.4261 m<sup>3</sup>.

**Despalme:** Durante esta actividad se afectará la primera capa superficial de suelo, así como el estrato herbáceo y algunos arbustos.

**Terracerías:** Durante esta actividad se llevarán a cabo cortes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, por lo que se delimitará la línea de ceros, asimismo, se llevaran a cabo excavaciones para formar secciones de cauces artificiales o para la rectificación de cauces naturales que capten escurrimientos y los dirijan a las alcantarillas, el material procedente de los cortes y excavaciones serán empleados para la conformación de terraplenes, es importante señalar que en caso de que el material que se ubique en la zona no sea el adecuado para la conformación de los terraplenes será reemplazado por material adecuado proveniente de bancos de materiales autorizados por lo que se llevará a cabo el acarreo de materiales, de igual forma, antes de llevar a cabo la conformación de los terraplenes se llevará a cabo la nivelación y compactación del terreno, así como la estabilización taludes. Por otra parte se llevará a cabo la mampostería de piedra y el zampeado con el objeto de evitar la erosión, asimismo se llevará a cabo la colocación de estructuras de concreto.

**Drenajes y subdrenes:** incluye la construcción de alcantarillas, cunetas, contracunetas, bordillos y subdrenes, en total se construirán un total de 162 obras, dentro de las que se incluyen se encuentran 14 Puentes, 14 Puentes sobre intersección vehicular (PIV), 4 Puentes sobre paso vehicular (PSV), en el capítulo II del presente estudio se identifican las obras y el kilometraje en el cual serán colocadas.

**Pavimentos:** se refiere a la construcción de la carpeta de rodamiento así como a la aplicación de bases y subbases y riegos de liga e impregnación, con el objeto de que la carretera presente las condiciones necesarias para su utilización.

**Mantenimiento:** Se refiere a los trabajos de conservación rutinaria, periódica y de reconstrucción la cual básicamente consiste en el mantenimiento de la carretera con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, entre las obras que se desarrollarán serán el reencarpetamiento, reparación de baches, limpieza, señalamiento, mantenimiento de áreas forestales, entre otras.

**Circulación vehicular:** Operación del camino, incluye la circulación de 3,327 vehículos diarios promedio, con una composición de vehículos tipo A de 69%, tipo B de 8.9% y tipo C2 de 8.2%, C3 de 6.3%, T3-S1 de 7.3% y T3-S2 de 0.3%.

Los componentes ambientales presentes en el sitio del proyecto se muestran en Tabla 2.





**Tabla 2. Componentes e indicadores ambientales del proyecto.**

Componente ambiental	Indicador ambiental
Aire	Nivel sonoro
	Calidad del aire
Suelo	Características fisicoquímicas (Erosión, estructura, compactación)
Geomorfología	Modificación de la geoforma
Hidrología Superficial	Patrones de escurrimiento
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos
Vegetación	Cobertura
	Diversidad
Fauna	Parámetros poblacionales
	Especies protegidas
Economía	Empleos
	Transporte
Paisaje	Conectividad

**Aire:** Presencia de partículas suspendidas y/o gases contaminantes provenientes del escape de la maquinaria, equipos y/o vehículos automotores, así como la generación de ruido por el aumento de los decibeles.

**Suelo:** Erosión, compactación y estructura.

**Geoforma:** Llanura aluvial con lomerío (46.41%), Lomerío de tobas con cañadas (0.01%), Lomerío típico (5%), meseta basáltica con cañadas (0%), Meseta de aluvión antiguo con cañadas (7.7%), sierra alta compleja (0.37%), sierra baja (4.49%), sierra de laderas escarpadas (20.03%), sierra volcánica de laderas escarpadas (8.66%), valle de laderas tendidas con lomerío (7.33%).

**Hidrología superficial:** Patrones de escurrimiento, calidad del agua de los escurrimientos.

**Hidrología subterránea:** Acuífero Recarga al manto acuífero y gasto y patrón de flujo laminar

**Vegetación:** Cobertura y diversidad. Selva baja caducifolia primaria, selva baja caducifolia perturbada, pastizal inducido, terrenos con uso agropecuario, zona urbana e infraestructura de transporte, líneas de comunicación, etc.

**Fauna silvestre:** Presencia de poblaciones de fauna silvestre, biodiversidad faunística, rutas de migración y desplazamiento (movimientos diurnos y nocturnos).

**Economía local:** Actividades productivas e intercambio comercial en poblados al interior del SAR

**Transporte:** Aumento en el desplazamiento para actividades de comercio, turismo, etc., reducción en tiempos de desplazamiento al interior del SAR.

**Paisaje:** Integridad del paisaje, conectividad del paisaje a través de corredores biológicos y áreas con vegetación en buen y moderado estado de conservación.



### V.2.2 Matrices interactivas (causa-efecto)

Las matrices interactivas (causa-efecto) fueron de las primeras metodologías de EIA que surgieron. Una matriz interactiva simple, muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores ambientales pertinentes a lo largo del otro eje de la matriz. Cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio en un factor ambiental, éste se apunta en el punto de interacción de la matriz y se describe además en términos de consideraciones de magnitud e importancia.

Es importante señalar que para llevar a cabo la matriz de interacciones se consideraron los efectos negativos que menciona Trombulak (en prensa), mismos que se describen a continuación:

1. La construcción de carreteras provoca la muerte y lesiones hacia las plantas o fauna de vagilidad baja presentes en el derecho de vía, compacta los suelos y afecta a los cuerpos de agua que intersectan con el derecho de vía.
2. Las muertes por atropellamiento afectan a la demografía de numerosas especies, incrementando la tasa de mortalidad.
3. Las carreteras inducen cambios en el comportamiento animal, varias especies prefieren evitar las carreteras, modifican sus patrones de movimiento o su ámbito hogareño, inducen cambios en el éxito reproductivo, estado fisiológico o conductas de escape.
4. Las carreteras modifican las características del suelo, como densidad, coeficiente de escurrimiento y sedimentación. Provocan alteraciones al flujo del agua en los escurrimientos, creado obstáculos a la dispersión de peces y otros animales acuáticos, y alteraciones a los cuerpos de agua.
5. Las carreteras contribuyen a la generación de contaminantes químicos, como metales pesados y sales, los cuales son vertidos hacia el ambiente a través de los escurrimientos que intersectan con ellas, los cuales pueden bioacumularse en plantas y animales.
6. Las carreteras promueven la propagación de especies exóticas.
7. Las carreteras promueven un mayor acceso a los seres humanos hacia ambientes bien conservados e incrementan la caza furtiva y subsistencia, la pesca y el acoso de los animales.

La matriz de interacción se presenta en la Tabla 3.

**Tabla 3. Matriz de interacciones del proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuero)".**

Etapa del proyecto	Actividades	Componentes ambientales								
		Aire	Suelo	Geoforma	Hidrología superficial	Hidrología subterránea	Vegetación	Fauna	Economía	Paisaje
Preparación del sitio	Desmante	X	X		X	X	X	X	X	X
	Despalme	X	X				X	X	X	X
Construcción	Terracerías y estructuras	X	X	X	X	X		X	X	X
	Drenajes y subdrenajes				X			X	X	
	Pavimentos					X			X	
Operación y	Mantenimiento				X			X	X	



mantenimiento	Tránsito de vehículos								X	X	X
---------------	-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---

Nota: Los cuadros marcados en rojo se consideran impactos adversos, mientras que los marcados en azul se consideran benéficos.

Se identificaron un total de 33 interacciones, de las cuales 23 se consideran como adversas y 10 como benéficas (ver Tabla 3).

### V.3 Impactos ambientales generados

#### V.3.1 Identificación de impactos

A continuación se describen las interacciones encontradas, explicando los componentes ambientales que serán impactados en mayor proporción, en cada una de las etapas del proyecto, asimismo, a través de la descripción de las interacciones se identificará si los impactos que se identificaron serán perceptibles a nivel SAR o si no lo serán, los impactos que resulten perceptibles serán los que se evalúen con la técnica de Bojorquez – Tapia.

Actividad	Componente	Descripción	Relevancia
Desmante	Aire	<p>Durante las actividades de preparación del sitio, se empleara maquinaria para el desmante, por lo que es probable que se generen emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores, asimismo, por el tránsito de los vehículos a través de los caminos con suelo no consolidado, es probable que se emitan partículas de polvo a la atmósfera, sin embargo, es importante señalar que dicho impacto se considera como no perceptible a nivel del SAR dado que las emisiones solo se propiciarán durante la operación de la maquinaria y su duración será mínima ya que el SAR es un sistema abierto por lo que no serán acumulados dichos gases, lo mismo sucederá con la emisión de partículas de polvo a la atmosfera.</p> <p>En el caso del aumento de decibeles por el uso de maquinaria y equipo durante el desmante, este también se estima sea imperceptible a nivel SAR, ya que esto podría afectar solo a las comunidades más cercanas, sin embargo, al igual que la emisión de gases contaminantes, esta afectación solo se dará durante el empleo de la maquinaria y equipos, cabe señalar que los niveles de ruido no son acumulables con los que se presentan dentro del SAR.</p>	X
Desmante	Suelo	Al llevar a cabo las actividades de desmante en la zona (eliminación del estrato arbustivo y arbóreo), ocasionará un impacto a sus características fisicoquímicas debido a que dicho componente quedará expuesto a fenómenos meteorológicos como la lluvia y el viento, lo cual puede acelerar los procesos erosivos de la zona, dado que la vegetación actuaba como un elemento fijador del suelo e impedía el arrastre del mismo por los escurrimientos que se presentan en la zona, cabe destacar que dicho	✓



Actividad	Componente	Descripción	Relevancia
		componente también presentará un empobrecimiento dado que se eliminarán las relaciones de biocenosis (planta – microorganismo), asimismo, se prevé un incremento en el grado de compactación debido al continuo tránsito de vehículos, maquinaria y/o equipo. Otra acción que podría ocasionar afectación al suelo es la inadecuada disposición de residuos provenientes de la maquinaria y/o equipo a utilizar, o bien, por los residuos generados por los trabajadores de la obra.	
Desmante	Hidrología superficial	Al remover la vegetación que se encuentra en la zona, principalmente la que se encuentra en zonas con pendientes pronunciadas o en geoformas referentes a mesetas, lomeríos o sierras, se modificarán los patrones de escurrimiento, ya que la vegetación ayuda a establecer dichos patrones de escurrimiento, de igual forma, al quitar las capas superficiales del suelo, se generan cambios en los escurrimientos y se modifican los volúmenes de infiltración y escurrimiento, lo anterior, puede propiciar que el material de despalle y desmante o el que se produzca por erosión en áreas desmontadas sea arrastrado hacia los cauces de los ríos u otros de agua causando el azolve de los mismos. Otra actividad que puede afectar a este componente, es el inadecuado manejo y disposición de residuos, lo cual a su vez también puede propiciar el azolve de cuerpos de agua como barrancas, ríos, arroyos (permanentes e intermitentes) además de afectar la calidad de éstos, sin embargo es necesario señalar que a nivel SAR esta afectación no será perceptible.	X
Desmante	Hidrología subterránea	De igual forma que se modifican los patrones de escurrimiento con la pérdida de vegetación, lo mismo ocurre con la recarga de los mantos acuíferos, ya que al quitar la vegetación y modificar la estructura original del suelo, la proporción de agua de lluvia que tiende a infiltrarse disminuye, ya que se modifican las características de porosidad y permeabilidad de esta manera se incrementa el escurrimiento local y disminuye la recarga de acuíferos. Por otro lado, otra afectación a este componente puede ser el ocasionado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos (peligrosos y no peligrosos) y líquidos, los cuales pueden llegar a infiltrarse y causar la contaminación de los mantos acuíferos. La afectación a nivel SAR no será perceptible, debido a que el área que se desmontará será de 30 ha. lo que equivale al 0.03% de la superficie del SAR, de igual forma, aun y cuando el 45% del SAR presenta material no consolidado con posibilidades altas de permeabilidad lo que lo hace susceptible de ser una zona de recarga de acuíferos, es indispensable señalar que para el proyecto solo se afectarán 414.69 ha., de las cuales 267.33 ha presentan las características antes señaladas (zonas con materiales no consolidados con posibilidades altas de permeabilidad) por lo que solo se afectaría el 0.2% de la superficie del SAR, asimismo, es también necesario señalar que la principal afectación a la hidrología subterránea en específico a la recarga de los mantos acuíferos se dará por la modificación de los patrones de drenaje, por lo que es importante destacar que el proyecto en sí contempla diversas estructuras que permitirán que no se altere el flujo de las corrientes superficiales, como son puentes, alcantarillas de tubo de lamina,	X





Actividad	Componente	Descripción	Relevancia																
		alcantarillas de lamina y alcantarillas de mampostería (ver capítulo II de la presente MIA-R), con lo cual la afectación se reducirá prácticamente al derecho de vía del proyecto y en específico a las zonas que presenten alta permeabilidad, por lo anterior, el impacto no se considero perceptible.																	
Desmante	Vegetación	Debido a las acciones de retiro de los estratos arbustivo y arbóreo, habrá una disminución de la cubierta vegetal dentro del área que comprende el derecho de vía del proyecto, afectando de igual manera la estructura de las comunidades vegetales, particularmente en términos de abundancia de especies, cabe señalar que la afectación a este componente incide directamente con la afectación a otros componentes como el suelo, hidrología superficial y subterránea, fauna y paisaje. Las zonas que presentan mayor cobertura vegetal y que por lo mismo constituyen corredores biológicos son:	✓																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto</th> <th>Tramos Críticos del Proyecto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cerro Ancho-Cerro Largo</td> <td>1+690.60 – 2+032.53</td> </tr> <tr> <td>Cerro Tencuancoalco-Diolochi.</td> <td>9+081.91 – 9+268.17</td> </tr> <tr> <td>Barranca Seca-Cerro El Tecolote-Coachi</td> <td>10+220.65 – 10+263.19 11+581.04-11+797.39</td> </tr> <tr> <td>Barranca Seca</td> <td>16+035.66 - 16+125.84 17+516.28 - 17+582.61</td> </tr> <tr> <td>Barranca La Cuera</td> <td>19+220.83-19+283.95 21+755.61-21+806.95 22+102.48 – 22+478.82 27+502.93 – 27+663.27 29+000 – 29+177.45 31+108.34 – 31+231.93</td> </tr> <tr> <td>Cerro Trincheras-Barranca La Cuera</td> <td>24+340.03 - 24+689.44 25+237.49 – 25+323.46 25+589.94 – 25+601.30 26+000 – 26+428.62</td> </tr> <tr> <td>Cerro Temilpa-Palo Grande</td> <td>33+122.65 – 33+562.40 33+616.13 – 34+961.34 35+459.28 – 35+582.33 35+612.70 – 35+739.25 35+755.69 – 35+903.08 36+424.53 – 36+484.68 36+631.19 – 36+698.20 36+927.32 – 37+179.24 37+248.21 – 38+601.59 38+879.00 – 40+405.87</td> </tr> </tbody> </table>		Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto	Cerro Ancho-Cerro Largo	1+690.60 – 2+032.53	Cerro Tencuancoalco-Diolochi.	9+081.91 – 9+268.17	Barranca Seca-Cerro El Tecolote-Coachi	10+220.65 – 10+263.19 11+581.04-11+797.39	Barranca Seca	16+035.66 - 16+125.84 17+516.28 - 17+582.61	Barranca La Cuera	19+220.83-19+283.95 21+755.61-21+806.95 22+102.48 – 22+478.82 27+502.93 – 27+663.27 29+000 – 29+177.45 31+108.34 – 31+231.93	Cerro Trincheras-Barranca La Cuera	24+340.03 - 24+689.44 25+237.49 – 25+323.46 25+589.94 – 25+601.30 26+000 – 26+428.62	Cerro Temilpa-Palo Grande	33+122.65 – 33+562.40 33+616.13 – 34+961.34 35+459.28 – 35+582.33 35+612.70 – 35+739.25 35+755.69 – 35+903.08 36+424.53 – 36+484.68 36+631.19 – 36+698.20 36+927.32 – 37+179.24 37+248.21 – 38+601.59 38+879.00 – 40+405.87
Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto																		
Cerro Ancho-Cerro Largo	1+690.60 – 2+032.53																		
Cerro Tencuancoalco-Diolochi.	9+081.91 – 9+268.17																		
Barranca Seca-Cerro El Tecolote-Coachi	10+220.65 – 10+263.19 11+581.04-11+797.39																		
Barranca Seca	16+035.66 - 16+125.84 17+516.28 - 17+582.61																		
Barranca La Cuera	19+220.83-19+283.95 21+755.61-21+806.95 22+102.48 – 22+478.82 27+502.93 – 27+663.27 29+000 – 29+177.45 31+108.34 – 31+231.93																		
Cerro Trincheras-Barranca La Cuera	24+340.03 - 24+689.44 25+237.49 – 25+323.46 25+589.94 – 25+601.30 26+000 – 26+428.62																		
Cerro Temilpa-Palo Grande	33+122.65 – 33+562.40 33+616.13 – 34+961.34 35+459.28 – 35+582.33 35+612.70 – 35+739.25 35+755.69 – 35+903.08 36+424.53 – 36+484.68 36+631.19 – 36+698.20 36+927.32 – 37+179.24 37+248.21 – 38+601.59 38+879.00 – 40+405.87																		



Actividad	Componente	Descripción		Relevancia
		Cerro Santa María-El Mirador	42+051.44 - 42+349.44 42+799.01 - 43+115.97 43+658.82 - 44+375.73 44+569.28 - 44+721.59 45+024.07 - 45+177.76 45+378.64 - 45+444.41 45+798.18 - 46+153.35 46+677.67 - 46+800.97 46+831.99 - 46+875.47 46+963.92 - 47+531.68 47+642.26 - 50+903.17	
		Río Yautepec	61+511.2-62+000	
		<p>Es importante señalar que en estas zonas se planea llevar a cabo obras como puentes, túneles, alcantarillas, etc., o cualquier obra que permita aminorar la superficie de desmonte.</p>		
Desmonte	Fauna	<p>Con la eliminación del estrato arbustivo y arbóreo se propiciará la pérdida de hábitat utilizados como zonas de tránsito, refugio, reproducción, anidación y alimentación de diversas especies de aves, reptiles, anfibios y mamíferos. En el caso de las aves, podría generarse la pérdida de organismos, debido a la destrucción de nidos. Como se mencionó en el apartado de vegetación se perderá un hábitat correspondiente a 30 ha., lo anterior repercutirá directamente sobre los parámetros poblacionales de las especies, dado que se provocará el desplazamiento de los organismos hacia zonas más conservadas y por tanto que no presenten perturbaciones, además de que con el empleo de equipo, maquinaria y/o vehículos se puede afectar directamente algunos organismos, principalmente por el atropellamiento de los mismos. Cabe señalar que otra acción que puede causar un impacto sobre este componente es el acamellonamiento de los residuos, ya que los montículos formados pueden constituir obstáculos para el libre tránsito de los organismos, lo cual puede constituir una afectación por el efecto barrera que se produzca, sobre todo en el caso de que sean colocados en zonas utilizadas por la fauna como son los senderos.</p> <p>Por otra parte es importante señalar que dentro del área que se pretende desmontar es posible encontrar especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, como: <i>Ctenosaura pectinata</i>, <i>Heloderma horridum</i>, <i>Salvadora mexicana</i>, <i>Kinosternon integrum</i>, <i>Micrurus laticollaris</i> y <i>Glaucidium gnoma</i>.</p>		✓
Desmonte	Economía	<p>Éste factor se verá afectado debido al incremento en la demanda de trabajadores para realizar las acciones de desmonte y despalme así como para el manejo de la maquinaria y equipo, por lo cual se generarán fuentes de empleo temporales para los pobladores de las comunidades cercanas, por lo que el efecto sobre este componente no será perceptible a nivel SAR.</p>		X
Desmonte	Paisaje	<p>Éste se verá afectado debido al retiro de los estratos arbustivo y arbóreo, ya que se alterará su continuidad y se afectará el valor estético de la zona, debido a que se tendrán elementos ajenos al paisaje natural, por la presencia</p>		✓



## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

### AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

### TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON) Varios Municipios del Estado de Morelos

Actividad	Componente	Descripción	Relevancia
		de la maquinaria y equipo a utilizar durante la realización de las actividades de retiro de vegetación, asimismo, se producirá la ruptura en la conectividad del paisaje, lo anterior será más evidente en las zonas reconocidas como corredores biológicos, lo que se producirá al centro del SAR.	
Despalme	Aire	Al igual que para realizar las actividades de desmonte, durante las actividades de despalme, también será necesario el empleo de maquinaria, la cual emitirá gases contaminantes, sin embargo este impacto se considera que no será perceptible a nivel del SAR, debido a que como se menciono anteriormente el SAR es un sistema abierto lo cual no permitirá la acumulación de dichos gases, por otra parte, al remover la primera capa de suelo orgánico, también se producirá la emisión de partículas de polvo a la atmosfera, lo mismo ocurrirá con el tránsito de vehículos a través de caminos con suelo no consolidado, sin embargo, la magnitud de la emisión de estos polvos será mínima por lo que tampoco se considera sea perceptible a nivel del SAR, lo mismo se espera con los niveles de ruido, ya que este se producirá solo durante la operación de la maquinaria, lo cual por tanto será mínimo.	X
Despalme	Suelo	Se despalmará la zona de la línea de ceros retirando el horizonte A del perfil del suelo, lo que ocasionará una pérdida en la zona, dado que el suelo orgánico tarda décadas en formarse, no se afectará ninguna área fuera del derecho de vía, asimismo, la afectación será gradual sin embargo, dado que la erosión eólica e hídrica en la mayor parte del SAR va de moderada a alta, estos procesos pueden aumentar por la implementación del proyecto.	✓
Despalme	Vegetación	En el caso de que durante las actividades de desmonte no se hayan retirado elementos del estrato arbustivo, estos serán retirados durante esta actividad, lo mismo ocurrirá con el estrato herbáceo, es de notar que la afectación se encuentra relacionada con la cobertura, ya que se limpiará toda la línea de ceros dejándola sin ningún elemento vegetal. Asimismo, el retiro de la primera capa de suelo orgánico, ocasionará que las especies vegetales no recolonizen el área, cabe señalar que este impacto no se considera perceptible a nivel SAR, ya que la mayor afectación se llevará a cabo durante el desmonte.	X
Despalme	Fauna	Al retirar la primera capa de suelo orgánico, se puede producir la pérdida de organismos, principalmente de aquellos que presentan hábitos fosoriales, como son algunos anfibios, reptiles y mamíferos pequeños.  Es importante señalar que aunque dentro del SAR del proyecto se detectaron algunas especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, dentro del derecho de vía del proyecto solo se detectaron seis especies listadas en dicha norma, las cuales no presentan hábitos fosoriales sin embargo pueden ser afectadas por el paso de vehículos durante esta actividad.	✓
Despalme	Economía	Durante las actividades de despalme, se requerirá la contratación de personal, por lo cual se generará una fuente de empleos, cabe señalar que esta afectación solo será a nivel local, por lo que no repercutirá a nivel SAR.	X
Despalme	Paisaje	El despalme de la línea de ceros en algunos tramos del proyecto a través por áreas conservadas que permiten la conectividad del paisaje, por lo que al atravesar por ellas dicha conectividad se romperá principalmente al centro del	✓





Actividad	Componente	Descripción	Relevancia
		SAR, lo que podrá producir un impacto perceptible en la continuidad del paisaje.	
Terracerías y estructuras	Aire	Este componente ambiental será afectado en su calidad, por el empleo de la maquinaria, equipo y/o vehículos automotores que se requieran para llevar a cabo las acciones propias de esta etapa, la afectación consistirá en la emisión de gases contaminantes proveniente del escape de los vehículos automotores, tales como: Monóxido de carbono (CO), Óxido de Nitrógeno (NOx), Bióxido de carbono (CO2), hidrocarburos (HC), partículas suspendidas (PM), entre otros gases. Asimismo, el tránsito de los vehículos, maquinaria y/o equipo a través de caminos de terracería o zonas con suelo no consolidado, así como el acarreo de materiales y/o equipos, producirán la dispersión de polvos formando en ocasiones tolvaneras (principalmente durante la época de estiaje) con lo cual se afectará la visibilidad y la calidad del aire. Otro factor importante que será afectado serán los niveles de ruido el cual será también producido por el empleo de los equipos antes señalados.	√
Terracerías y Estructuras	Suelo	Como se mencionó dentro de la descripción de las actividades para la conformación de los terraplenes se llevará a cabo la compactación del suelo esto ocasionará la modificación de su estructura, sin embargo, dado que durante el despalme se llevo a cabo la mayor modificación del suelo, este impacto no se considera perceptible a nivel SAR.	X
Terracerías y estructuras	Geoforma	Debido a que dentro de las actividades que conlleva esta etapa se plantea la realización de cortes y excavaciones, se llevará a cabo la modificación de la geoforma, sin embargo, la mayor parte del trazo del proyecto atravesará zonas planas, principalmente en el centro del SAR es donde se encontrará con geoformas más pronunciadas como sierras o lomeríos, aún así se considera que la afectación será local por lo que no constituye un impacto perceptible a nivel SAR.	X
Terracerías y estructuras	Hidrología superficial	La afectación en la hidrología superficial se debe a varias acciones, como son: la modificación en el patrón de drenaje por la realización de cortes y excavaciones, asimismo, la propia conformación de la carretera (colocación de la carpeta asfáltica), modificará el patrón de drenaje laminar que se presenta en la zona, por otra parte, la desviación de cauces o cuerpos de agua superficiales afectará las condiciones de erosión hídrica que se presente en la zona, sin embargo no se considera perceptible a nivel SAR por el hecho de que este impacto se relaciona en mayor medida con las obras de drenaje y subdrenes.	X
Terracerías y estructuras	Hidrología subterránea	La afectación al flujo laminar ocasionará una afectación en la recarga de los mantos acuíferos, lo cual será perceptible principalmente en la parte central del SAR en la geoforma de valles ya que es en dicha geoforma en la cual se presenta la mayor captación de agua.	√
Terracerías y estructuras	Fauna	Durante las actividades de cortes y rellenos se producirá un efecto barrera para la fauna, dado que será difícil sortear los caminos, asimismo, el empleo de maquinaria a través de esta actividad puede ocasionar la pérdida de organismos por el atropellamiento de los mismos o por la excavación y pérdida de organismos de hábitos fosoriales.	√



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL**

**AUTOPISTA SIGLO XXI**



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

**TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)**  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Actividad	Componente	Descripción	Relevancia
Terracerías y estructuras	Economía	Para la realización de las actividades de compactación y nivelación se generaran empleos temporales, por lo que será necesaria la contratación de mano de obra local.	X
Terracerías y estructuras	Paisaje	El paisaje se alterará debido al empleo de maquinaria, produciendo un efecto visual negativo, asimismo, con la realización de la nivelación y compactación se modificará su continuidad, por otra parte, el trazo de la carretera se verá a distancias considerables por lo que se observará la fragmentación del paisaje.	✓
Drenajes y subdrenes	Hidrología superficial	Las obras de drenaje evitara la modificación de los patrones de escurrimiento, por lo cual, no se percibirá afectación a nivel del SAR.	X
Drenajes y subdrenes	Fauna	La colocación de obras de drenaje mayor y menor, tendrán una repercusión benéfica a nivel ambiental, ya que estas estructuras pueden servir como pasos de fauna, lo cual ayudará a que exista un flujo génico de especies, por lo tanto propiciará la continuidad, por lo menos en lo referente a la fauna.	✓
Drenajes y subdrenes	Economía	Durante la construcción de los drenes y subdrenes se requerirá la contratación de personal el cual será contratado preferentemente de las áreas aledañas al proyecto, por lo que el impacto de esta interacción será local y no será perceptible a nivel SAR.	X
Pavimentos	Hidrología subterránea	Una vez que se construya la carpeta asfáltica, se volverá impermeable una superficie aproximada de 117.42 ha, por lo que el agua que caiga en dicha superficie se evaporará aproximadamente en un 30%, el resto escurrirá y tenderá a infiltrarse en los terrenos vecinos.	✓
Pavimentos	Economía	La construcción de la carpeta asfáltica requerirá de personal para su elaboración por lo que se crearán fuentes de empleo las cuales serán locales y no serán perceptibles a nivel SAR.	X
Mantenimiento	Hidrología superficial	El mantenimiento de las obras de drenaje y subdrenaje durante la etapa de operación y mantenimiento permitirán que los escurrimientos que atraviesen por la zona no ocasionen daños provocados por encharcamientos o inundaciones, a causa del azolve de las alcantarillas, con lo cual se mantendrán los patrones de escurrimiento dentro del SAR.	✓
Mantenimiento	Fauna	El mantenimiento de áreas verdes así como la limpieza de obras de drenaje afectarán a la fauna ya que se podrán desplazar a través de dichas obras de drenaje, asimismo, el mantenimiento de áreas verdes podrá constituir hábitats para pequeños vertebrados, lo anterior se considera ocurra durante la vida operativa de la carretera.	✓
Mantenimiento	Economía	Para la realización de los diferentes trabajos de mantenimiento del Proyecto, se requerirá de mano de obra, por lo cual existirá la generación de empleos temporales, sin embargo a nivel SAR esto será imperceptible.	X
Mantenimiento	Transporte	Con el adecuado y constante mantenimiento del tramo carretero se contribuirá al mantenimiento de la calidad de la infraestructura carretera, los servicios y la competitividad económica de la zona.	✓
Tránsito de vehículos	Fauna silvestre	El tránsito de vehículos a través de la carretera ocasionará una barrera física importante, lo que impedirá el libre tránsito de la fauna, ya que si logran sortear dicha barrera es posible que se de el atropellamiento de organismos.	✓
Tránsito de vehículos	Transporte	La carretera funcionará como una vía para el transporte de personas y materiales o productos, con lo cual se acortarán tiempos de transporte, así	✓





Actividad	Componente	Descripción	Relevancia
		como se abrirán caminos para el turismo y comercio, esto se dará a nivel del SAR.	
Tránsito de vehículos	Economía	El impacto sobre este componente será poco perceptible dentro del SAR, ya que la carretera no tendrá accesos con lo cual se evitará la potencialización de actividades económicas a lo largo del trazo carretero, asimismo, el beneficio que se obtendrá se reflejara en el acortamiento de distancias lo cual se evaluará en el punto anterior.	X
Tránsito de vehículos	Paisaje	El paisaje se verá afectado por el tránsito de vehículos, el cual será un impacto visual, sin embargo, la nueva carretera se insertará en un componente previamente antropizado en la mayoría de los casos, esto se debe a que dentro del SAR se encuentran muchas actividades como las agropecuarias las cuales ya han modificado el paisaje, por lo tanto no se considera un impacto perceptible a nivel SAR.	X

De acuerdo a lo anterior, de las 33 interacciones identificadas, solo se espera que sean perceptibles a nivel SAR 18 de ellas, a continuación se describen los impactos, pero agrupados por componente ambiental.

#### V.4 Descripción de impactos ambientales

Los impactos se agruparan y se describirán de acuerdo a la afectación que tengan en cada uno de los componentes ambientales del SAR.

- **Calidad del aire (calidad del aire)**

Este componente presenta tres interacciones de las cuales solo una es perceptible a nivel SAR, esta se presentará durante la etapa de construcción, y prácticamente se llevará a cabo por el acarreo de materiales, conformación de terraplenes, paso de maquinaria en suelos no consolidados, por lo que el impacto será la emisión de partículas de polvo a la atmosfera provocando tolvaneras que impidan la visibilidad, en el caso de los gases productos de la combustión interna de los vehículos, el impacto que se produzca será poco perceptible a nivel SAR dado que se trata de un sistema abierto en el cual el impacto será puntual y temporal, lo mismo ocurrirá con los niveles de ruido, derivado del empleo de la maquinaria, ya que este impacto solo se producirá en áreas cercanas a asentamientos humanos, cabe señalar que dentro del SAR la comunidad más cercana al área del trazo del proyecto es Pedro Amaro quien se ubica a menos de 500 m de la línea del trazo, por lo que se espera que el efecto del ruido sea imperceptible a nivel del SAR.

#### IMPACTO 1: EMISIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS DE POLVO POR LA CONSTRUCCIÓN DE TERRACERÍAS Y ESTRUCTURAS.

- **Suelo (pérdida de suelo por erosión)**

El suelo será afectado por dos acciones (desmante y despalme) las cuales se consideran perceptibles, con el desmante se afectará un área de 30 ha. (0.03% del SAR), lo cual puede afectarse por erosión hídrica principalmente en las zonas con pendientes pronunciadas, sin embargo es importante recalcar que el trazo del proyecto se ubicará principalmente en zonas planas, por lo que se espera que esta afectación sea mínima, sin embargo, si se lleva a cabo el desmante durante la temporada de lluvia será más propensa la zona a afectarse por la erosión hídrica, la segunda afectación se debe al despalme en el cual se retirará el





primer horizonte del suelo, dado que la formación de suelo tarda décadas la pérdida será fuerte, aun así el suelo orgánico retirado de la línea de ceros del proyecto será empleado en otras zonas en las cuales se lleven a cabo actividades de reforestación.

## **IMPACTO 2. PERDIDA DE SUELO ORGÁNICO DEBIDO AL DESMONTE Y DESPALME DE LA ZONA.**

- **Hidrología superficial (escurrimientos superficiales)**

Se presentan cuatro interacciones de las cuales solo una resulta ser perceptible, esta se debe al mantenimiento que se le dará a las alcantarillas (derivada de la interacción mantenimiento – hidrología superficial), ya que dicho mantenimiento evitará que se presenten condiciones inadecuadas dentro del trazo como son, el azolve de las alcantarillas que puede provocar encharcamientos, al realizar este mantenimiento, los escurrimientos pasaran libres por las alcantarillas las cuales también pueden fungir como pasos de fauna, asimismo, es importante señalar que este impacto será benéfico a futuro cuando la carretera este en operación, de igual forma, dado que el mantenimiento de la carretera será continuo y beneficiará no solo a este componente, si no a otros como la fauna y vegetación se evaluará de manera integral.

## **IMPACTO 3. OBRAS DE MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA.**

- **Hidrología subterránea (recarga de acuíferos)**

Se detectaron tres interacciones de las cuales dos se consideran perceptibles, estas son: terracerías y estructuras – hidrología subterránea y pavimentos – hidrología subterránea, esto se debe a que se interrumpirá el flujo laminar con lo cual se afectará la recarga de agua a los mantos acuíferos, al realizar los cortes y nivelaciones para conformar los terraplenes en algunas ocasiones se puede interrumpir el flujo laminar por lo que es necesario llevar a cabo estudios geohidrológicos, con el objeto de evitar la interrupción de dicho flujo, se recomienda la construcción de estructuras que eviten cortar el flujo laminar, estas estructuras se colocan siempre y cuando el trazo del proyecto quede perpendicular a los escurrimientos, dentro de las estructuras que se colocarán se encuentran puentes, alcantarillas, pasos de desnivel asimismo en el caso de los pavimentos, al colocar la superficie de rodamiento, se formará una barrera impermeable para la infiltración de las aguas, y solo una parte de ellas que sean dirigidas por las obras como bordes, bordillos y cunetas seguirán el flujo laminar y por lo tanto la infiltración, pero en el caso del agua que quede sobre la carpeta asfáltica se evaporará, se estima la evaporación de un 30% de los mm de agua llovidos.

## **IMPACTO 4. AFECTACIÓN AL FLUJO LAMINAR, ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL E INFILTRACIÓN DEBIDO A LA CONSTRUCCIÓN DE TERRACERÍAS, ESTRUCTURAS Y PAVIMENTO.**

- **Geoforma**

Se presenta una interrelación con este componente derivada de la construcción de terracerías y estructuras, sin embargo no se considera perceptible a nivel SAR debido a que es una acción puntual y básicamente se propiciará por las actividades de cortes y rellenos, mismos que no afectarán gran parte de la superficie del SAR, dado que 67.12% de la superficie por la cual atravesará el trazo del proyecto se ubican en zonas planas (valles, llanuras y mesetas) mientras que el restante 32.88% se ubica en lomeríos o sierras. De igual forma a nivel SAR la superficie afectada corresponde al 0.12% de la superficie total del SAR.

- **Vegetación**

La vegetación se interrelaciona con el desmonte el cual afectará una superficie de 30 ha. de vegetación forestal, es importante señalar que el desmonte contemplará la remoción de un volumen de 1,632.4261 m<sup>3</sup>



de madera en unidades RTA (Rollo Total Árbol). Las especies que serán removidas por el desmonte se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4. Volúmenes totales de los árboles que serán afectados durante el desmonte.**

Nombre Común	Nombre Científico	Vol./Esp./en 30 Ha
Pochote	<i>Ceiba parvifolia</i>	153.9541
Cazahuate	<i>Ipomoea walcottiana</i>	183.7836
Cubata	<i>Acacia cochliacantha</i>	274.8272
Teclatilla amarilla	Sp1	190.6637
Teclatilla roja	Sp2	8.2467
Palo de Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	11.7810
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa</i>	160.0190
Copal	<i>Bursera copallifera</i>	127.5882
Carrozo	<i>Senna wislizeni</i>	4.7124
Camaroncillo	<i>Bursera cinerea</i>	19.9099
Palo de goma	<i>Ficus elastica</i>	74.7858
Bonete	<i>Pileus mexicana</i>	86.5904
Chupandilla	<i>Cyrtocarpa procera</i>	119.4593
Cuajote	<i>Bursera fagaroides</i>	38.8243
Guaje	<i>Lysiloma tergemina</i>	137.2251
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	8.2467
Guayacán	<i>Guaicum sp.</i>	31.8087
<b>TOTALES</b>		<b>1,632.4261</b>

Las 30 ha. correspondientes al desmonte se llevarán a cabo en vegetación de Selva Baja Caducifolia la cual presenta un grado de perturbación, cabe señalar que algunas zonas por las cuales atravesará el trazo del proyecto se ubican corredores, en estos se evitará en lo posible llevar a cabo el desmonte, ya que prácticamente estas zonas se encuentran asociadas a barrancas por lo cual es posible la construcción de estructuras que permitan evitar en lo posible la afectación a la cubierta vegetal de la zona, de igual forma, se debe considerar que en las zonas determinadas como corredores biológicos el grado de conservación es mayor, sin embargo, es importante destacar que a través de los muestreos realizados no se detectó ninguna especie incluida en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2001, ni de la IUCN, así como tampoco de la CITES (2008) de las que se registran dentro de las áreas a desmontar (Línea de ceros del proyecto, así como tampoco a lo largo del derecho de vía del mismo).

#### **IMPACTO 5. PERDIDA DE 30 HA. DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA CON ALGÚN GRADO DE PERTURBACIÓN, POR LAS ACTIVIDADES DE DESMONTE.**

- **Fauna**

En cuanto a la fauna se identificaron un total de seis interacciones, todas perceptibles a nivel del SAR, cinco de ellas son adversas y una benéfica derivada del mantenimiento de la carretera, como puede observarse, la





fauna es el componente más sensible dentro del SAR del proyecto, la cual puede afectarse por varias causas como son:

A través de las actividades de desmonte y despalme se promoverá la pérdida de 30 ha. de hábitat para la fauna, así como la pérdida de individuos por el atropellamiento a causa del equipo, maquinaria y/o vehículos empleados durante dichas actividades, por otra parte, el derribo de árboles puede dañar algunas especies principalmente de aves ya que es posible que en estos se encuentren nidos, de igual forma, el desmonte puede ocasionar la pérdida de conectividad del hábitat (ver paisaje), con lo anterior la afectación a la fauna consistirá en la modificación de sus parámetros poblacionales ya que al producir la pérdida de hábitat las especies tenderán a huir y refugiarse en zonas aledañas, esto provocará que en las áreas donde la fauna se refugie aumente la densidad de las mismas, por lo tanto se modificará la diversidad y abundancia de la especie. Entre las especies que son susceptibles de ser afectadas, principalmente serán los anfibios, reptiles y mamíferos como: *Bufo marmoratus*, *Aspidocelis deppei*, *A. sacki*, *Ctenosaura pectinata*, *Heloderma horridum*, *Kinosternon integrum*, *Mabuya brachypoda*, *Masticophis mentovarius*, *Micrurus fulvius fitzingeri*, *Salvadora mexicana*, *Sceloporus gadoviae*, *Sceloporus horridus*, *Sceloporus ochotorenae*, *Trimorphodon tau*, *Urosaurus bicarinatus*, *Artibeus jamaicensis*, *Bassariscus astutus*, *Conepatus mesoleucus mesoleucus*, *Dasyus novemcinctus davisii*, *Didelphis virginiana*, *Procyon lotor*, *Spermophilus variegatus*, *Sylvilagus cunicularis*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Canis latrans cagottis*, así como algunas especies de aves, *Aemophila humeralis*, *Agelaius phoeniceus*, *Ardea herodias*, *Buteo jamaicensis*, *Caprimulgus ridwayi*, *Caracara plancus*, *Cathartes aura*, *Columbina inca*, *Columbina passerina*, *Crotophaga sulcirostris*, *Cyananthus latirostris*, *Geococcyx velox*, *Glaucidium gnoma*, *Hirundo rustica*, *Icterus gálbula*, *Icterus pustulatus*, *Lanius ludovicianus*, *Molothrus ater*, *Momotus mexicanus*, *Myarchus cinerascens*, *Ortalis poliocephala*, *Passer domesticus*, *Philortyx fasciatus*, *Picoides scalaris*, *Plegadis chihi*, *Psaltriparus minimus*, *Pyrocephalus rubinus*, *Quiscalus mexicanus*, *Turdus assimilis*, *Tyrannus crassirostris* y *Zenaida macroura*, debido a el hábitat de estas especies se encuentra dentro del derecho de vía del proyecto. Cabe señalar que además de lo anterior, dentro del SAR se encuentran áreas más sensibles como lo que se determino corredor biológico que sirve para conectar dos ecosistemas que tienen un grado de conservación entre medio y alto, asimismo, es en dichas zonas donde las especies de fauna se distribuirán y ocuparán densidades más elevadas que en el resto del SAR del proyecto, por otra parte, la actividad de despalme, producirá la afectación a especies que desarrollen su vida a ras del suelo o que presenten hábitos fosoriales, dentro de las especies que se distribuyen dentro del SAR que son susceptibles a ser afectadas por esta actividad son: *Bufo marinus*, *Bufo occidentalis*, *Bufo perplexus*, *Bufo marmoratus*, *Hyla arenicolor*, *Hyla smaradigma*, *Hyla smithii*, *Smilisca baudini*, *Eleutherodactylus augusti*, *Eleutherodactylus nitidus*, *Hypopachus variolosus*, *Rana catesbiana*, *Rana forreri*, *Sceloporus gadoviae*, *Sceloporus horridus horridus*, *Sceloporus melanorhinus calligaster*, *Sceloporus ochotorenae*, *Urosaurus bicarinatus bicarinatus*, *Anolis nebulosus*, *Mabuya brachypoda*, *Aspidocelis costatus costatus*, *Aspidocelis guttatus inmutabilis*, *Aspidocelis sacki gigans*, *Aspidocelis deppei infernalis*, *Liomys irroratus*, *Perognatus flavus mexicanus*, *Sylvilagus cunicularis cunicularis*, *Baiomys musculus pallidus*, *Hodomys alleni elattura*, *Oligoryzomys fulvecens lenis*, *Oryzomys couesi aztecus*, *Peromyscus levipes*, *Peromyscus maniculatus fulvus*, *Peromyscus melanophrys melanophrys*, *Reitrodontomys fulvecens mustelinus* y *Sigmodon hispidus obvelatus*.

Por otra parte, otra de las acciones que pueden afectar a la fauna, son los cortes, nivelaciones y rellenos, mismos que se presentan durante la actividad de terracerías y estructuras, ya que estas actividades principalmente pueden llevar a cabo el efecto barrera y el efecto borde, el primero consiste en impedir la movilidad de los organismos, lo que trae como consecuencia la limitación del potencial de los mismos para su dispersión y colonización. Las barreras también restringen la habilidad de los organismos para encontrar parejas, lo que puede llevar a la pérdida de su potencial reproductivo, este efecto barrera se presentará principalmente en las zonas que presentan una mejor calidad y que se constituyen como corredores



biológicos, en relación con el efecto borde, se presenta con la fragmentación del ecosistema, los tramos más afectados por estos dos efectos serán:

**Tabla 5. Áreas críticas dentro del SAR que podrían ser afectadas por el proyecto.**

Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto	Observaciones
Cerro Ancho-Cerro Largo	1+690.60 – 2+032.53	<i>Puente de Amanizac I y II.</i> Importante corredor biológico; diversidad media, 0-2.37 belts/individuo (promedio 1.55 belts/individuo); las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 son <i>Heloderma horridum</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> ; <i>Kinosternon integrum</i> ; <i>Micrurus fulvius fitzingeri</i> .
Cerro Tencuancoalco-Diolochi.	9+081.91 – 9+268.17	<i>Cerro Diolochi.</i> Cuenta con uno de los remanentes de selva baja caducifolia más conservados dentro del SAR; se encuentra sumamente aislado de otros fragmentos de selva baja caducifolia; cuenta con importantes colonias de murciélagos.
Barranca Seca-Cerro El Tecolote-Coachi	10+220.65 – 10+263.19 11+581.04-11+797.39	<i>Cerro Coachi-Barranca Seca.</i> En este tramo se localiza uno de los más importantes corredores biológicos dentro del SAR; el Cerro Coachi es un fragmento de Selva Baja Caducifolia mejor conservados dentro del Proyecto; elevada riqueza e índices de diversidad de especies (1.79-3.47 belts/individuo, promedio 2.3 belts/individuos; Especies en la NOM <i>Ctenosaura pectinata</i> y <i>Choeronycteris mexicana</i> .
Barranca Seca	16+035.66 - 16+125.84 17+516.28 - 17+582.61	<i>Barranca Seca.</i> Aquí se localiza el corredor biológico que une a los cerros Tencuancoalco-Diolochi, El Tecolote-Coachi y Ancho-Loma Larga con el resto del SAR, es sumamente importante para mantener la conectividad dentro del SAR.
Barranca La Cuera	19+220.83-19+283.95 21+755.61-21+806.95 22+102.48 – 22+478.82 27+502.93 – 27+663.27 29+000 – 29+177.45 31+108.34 – 31+231.93	<i>Barranca La Cuera.</i> Es uno de los más importantes corredores biológicos del SAR. Es responsable de unir los fragmentos de selva baja caducifolia localizados al este y oeste de la geoforma de los valles.
Cerro Trincheras-Barranca La Cuera	24+340.03 - 24+689.44 25+237.49 – 25+323.46 25+589.94 – 25+601.30 26+000 – 26+428.62	<i>Cerro Trincheras-Barranca La Cuera.</i> Se trata de uno de los principales corredores biológicos dentro del SAR. Alta riqueza y diversidad de especies, 1.56 belts/individuo, elevada diversidad b; las especies incluidas en la NOM-059 son <i>Heloderma horridum</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> .
Cerro Temilpa-Palo Grande	33+122.65 – 33+562.40 33+616.13 – 34+961.34 35+459.28 – 35+582.33 35+612.70 – 35+739.25 35+755.69 – 35+903.08 36+424.53 – 36+484.68	<i>Cerro Temilpa-Palo Grande.</i> Algunos de los fragmentos más grandes de selva baja caducifolia se encuentran en el cerro Temilpa; frágil conectividad una vez que el Proyecto se encuentre funcionando; elevada diversidad β, índices de diversidad de 1.95 a





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto	Observaciones
	36+631.19 – 36+698.20 36+927.32 – 37+179.24 37+248.21 – 38+601.59 38+879.00 – 40+405.87	3.47 belts/individuo; las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 son <i>Coleonyx elegans</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> , <i>Glaucidium gnoma</i> .
Cerro Santa María-El Mirador	42+051.44 - 42+349.44 42+799.01 – 43+115.97 43+658.82 – 44+375.73 44+569.28 – 44+721.59 45+024.07 – 45+177.76 45+378.64 – 45+444.41 45+798.18 – 46+153.35 46+677.67 – 46+800.97 46+831.99 – 46+875.47 46+963.92 – 47+531.68 47+642.26 – 50+903.17	Cerro Santa María-El Mirador. Algunos de los fragmentos más grandes de selva baja caducifolia se encuentran en el cerro Santa María; elevada diversidad $\beta$ , índices de diversidad de 1.95 a 3.47 belts/individuo; las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 son: <i>Coleonyx elegans</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> , <i>Heloderma horridum</i> , <i>Glaucidium gnoma</i> .
Río Yautepec	61+511.2-62+000	Altos índices de diversidad, 2.20-2.89 belts/individuo (promedio 2.5 belts/individuo); <i>Ctenosaura pectinata</i> ; <i>Kinosternon integrum</i>

La fragmentación de los hábitats producto del efecto borde, ocasionará que se desplacen las especies especialistas, mientras que las especies generalistas tenderán a ocupar áreas más grandes dentro de las SBC, lo cual puede afectar a las especies que tienen su hábitat específico dentro de este tipo de vegetación, dado que muchas de las especies generalistas que pueden extender su distribución dentro del SAR son especies depredadoras que pueden consumir crías u huevos, lo que mermará la población de las especies especialistas.

Otro factor que se presentará en la fauna es el desplazamiento de la misma por efecto del ruido, luz, vibración e influencia antrópica, lo que ocasionará, como se mencionó anteriormente, una sobre densidad en áreas aledañas. Asimismo, algunas especies pueden sufrir afectación en sus ciclos reproductivos o en el número de camadas o crías esto como consecuencia del ruido producido por la carretera. Asimismo, se ha reportado que el ruido que genera una carretera con tránsito pesado está entre 70 y 80 dB, en zonas sin arbolado a distancias entre 50 y 100 m (dependiendo de la dirección e intensidad del viento) disminuye a 55dB y en 100 m más el ruido queda por debajo de los 40 dB, considerado no nocivo para la fauna. Esto es en áreas abiertas sin arbolado, en coberturas arbóreas baja proporcionalmente a su densidad y puede acortarse la distancia de afectación a menos de la mitad que las consideradas para zonas abiertas, por lo tanto, el área de afectación podría suscribirse al área que corresponde al derecho de vía, si este estuviera arbolado con cobertura de 100%, por lo que la afectación mayor será en áreas que no presenten cubierta arbórea (**áreas no forestales**), por lo tanto los sitios más susceptibles serán:

Características	Kilometraje	
	Desde	Hasta
Agricultura de Temporal	0+000.00	1+690.60
Agricultura de Temporal	2+032.53	3+216.06
Agricultura de Riego	3+216.06	4+182.98
Agricultura de Temporal	4+182.98	9+081.91
Agricultura de Temporal	9+268.17	10+220.65
Agricultura de Temporal	10+263.19	11+586.04
Agricultura de Temporal	11+798.39	16+035.66

Características	Kilometraje	
	Desde	Hasta
Agricultura de Temporal	16+125.84	17+516.28
Agricultura de Temporal	17+582.61	19+220.83
Agricultura de Temporal	19+283.95	21+755.61
Agricultura de Temporal	21+806.95	22+102.48
Agricultura de Temporal	22+478.82	23+756.76
Agricultura de Riego	23+756.76	24+340.03
Agricultura de Riego	24+689.44	25+237.49





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Características	Kilometraje	
	Desde	Hasta
Agricultura de Riego	25+323.46	25+589.94
Agricultura de Riego	25+601.30	26+000.00
Agricultura de Temporal	26+428.62	27+502.93
Agricultura de Temporal	27+663.27	29+000.00
Agricultura de Temporal	29+177.45	30+195.98
Agricultura de Riego	30+195.98	31+108.34
Agricultura de Riego	31+231.93	33+122.65
Agricultura de Riego	33+562.40	33+616.13
Agricultura de Temporal	34+961.34	35+459.28
Agricultura de Temporal	35+582.33	35+612.70
Agricultura de Temporal	35+739.25	35+755.69
Agricultura de Temporal	35+903.80	36+424.53
Agricultura de Temporal	36+484.68	36+631.19
Agricultura de Temporal	36+698.20	36+927.32
Agricultura de Temporal	37+179.24	37+248.21

Características	Kilometraje	
	Desde	Hasta
Agricultura de Temporal	38+601.59	38+879.00
Agricultura de Temporal	40+405.87	42+051.44
Agricultura de Riego	42+349.44	42+799.01
Agricultura de Riego	43+115.97	43+658.82
Agricultura de Temporal	44+375.73	44+569.28
Agricultura de Temporal	44+721.59	45+024.07
Agricultura de Temporal	45+177.76	45+378.64
Agricultura de Temporal	45+444.91	45+798.18
Agricultura de Temporal	46+153.35	46+677.67
Agricultura de Temporal	46+800.97	46+831.99
Agricultura de Temporal	46+875.17	46+963.92
Agricultura de Temporal	47+531.68	47+642.26
Agricultura de Riego	50+903.17	51+019.82
Agricultura de Temporal	51+019.82	62+000.00

Es importante señalar que en el caso de las especies como los murciélagos estos se podría pensar que son de los organismos más susceptibles a este impacto, sin embargo es importante señalar que dentro del área del proyecto las comunidades más cercanas se encuentran a cerca de 300 m en zonas que presentan buena cubierta vegetal ya que se ubican en zonas que hemos considerado como bien conservadas por lo que es poco probable que exista alguna afectación por el ruido.

Por último otra afectación visible por la operación del proyecto se refiere al atropellamiento de la fauna por el tránsito de vehículos que emplearán la carretera. De acuerdo a lo anterior, las especies que serán más impactadas por el proyecto en cuanto al efecto borde, barrera, ruido y atropellamiento son:

Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución Nacional	IUCN 2007	CITES 2008
<i>Heloderma horridum horridum</i>	Escorpión	A	Extraterritorial	LR	Apéndice II
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Pr	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Buteo albicaudatus hypospodius</i>	Aguililla Coliblanca	Pr	Extraterritorial	LR	No incluida
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Colirroja	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Buteo lineatus</i>	Aguililla Pechirroja	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla Gris	No Incluida	Extraterritorial	LR	No incluida
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr	Extraterritorial	LR	No incluida
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla Negra Menor	Pr	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Caracara plancus</i>	Caracara Común	No Incluida	Extraterritorial	LR	Apéndice II
<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán Rastrero	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz-Cotui Norteña	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	No Incluida	Extraterritorial	LR	Apéndice II
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	No Incluida	Extraterritorial	LR	Apéndice II





MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

AUTOPISTA SIGLO XXI



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON)  
Varios Municipios del Estado de Morelos

Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución Nacional	IUCN 2007	CITES 2008
<i>Heloderma horridum horridum</i>	Escorpión	A	Extraterritorial	LR	Apéndice II
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón Guaco	No Incluida	Extraterritorial	LR	Apéndice II
<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Coronacafé	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán Pescador	No Incluida	Extraterritorial	LR	No incluida
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguillita de Harris	Pr	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz Barrada	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida
<i>Turdus assimilis</i>	Zorzal Gorjiblanco	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Turdus migratorius</i>	Zorzal Petirrojo	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Turdus rufopalliatus</i>	Zorzal Dorsirrojo	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida
<i>Oryzomys couesi aztecus</i>	Rata Arrocera	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Peromyscus levipes</i>	Ratón Arbustero	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Peromyscus maniculatus fulvus</i>	Ratón	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Peromyscus melanophrys melanophrys</i>	Ratón	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Artibeus hirsutus</i>	Murciélago	No Incluida	Extraterritorial	VU	No Incluida
<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago Frutero Peludo	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago Frutero	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Glossophaga morenoi morenoi</i>	Murciélago Lengüetón de Leachi	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Glossophaga soricina handleyi</i>	Murciélago lengüetón	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Sturnia liliun parvidens</i>	Murciélago de Charreteras Menor	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Myotis velifera velifera</i>	Murciélago	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Dasypus novemcinctus davisii</i>	Armadillo	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Sylvilagus cunicularis cunicularis</i>	Conejo	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Spermophilus variegatus variegatus</i>	Ardillón de Roca	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Eptesicus furinalis gaumeri</i>	Murciélago Moreno Argentino,	No Incluida	Endémica	LR	No Incluida
<i>Eptesicus fuscus miradorensis</i>	Murciélago Moreno Norteamericano	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago hocicón	A	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Urocyon cinereoargenteus nigrirostris</i>	Zorra gris	No Incluida	Extraterritorial	LR	Apéndice I
<i>Didelphis virginiana californica</i>	Tlacuache	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Bassariscus astutus astutus</i>	Cacomixtle Norteño	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Conepatus mesoleucus mesoleucus</i>	Zorrillo	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Mephitis macroura macroura</i>	Zorrillo Listado	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida
<i>Mustela frenata leucoparia</i>	Comadreja	No Incluida	Extraterritorial	LR	No Incluida

El atropellamiento de la fauna se dará principalmente en el cruce del trazo por las zonas consideradas críticas las cuales aun presentan vegetación forestal, esto se debe a que las especies de fauna ocupan estos sitios como corredores biológicos o sitios de refugio, se ha reportado que las especies más susceptibles a este impacto son los reptiles seguido por los mamíferos, en el caso de los mamíferos se ha reportado también el





atropello de murciélagos, de los cuales los más susceptibles son los murciélagos insectívoros los cuales son atraídos a las carreteras por la acumulación de insectos debido a las luces de los automóviles, sin embargo, de acuerdo a los muestreos realizados para la presente MIA-R se identificaron colonias de murciélagos pertenecientes al murciélago frugívoro *Artibeus jamaicensis* y al vampiro *Desmodus rotundus*, cabe señalar, que dichas colonias son muy pequeñas (decenas o centenas de individuos), aún cuando se localizan muy cerca del derecho de vía, a menos de 300 m de distancia, cabe señalar que se desconoce el efecto real de la mortalidad por atropellamiento en varias de las especies de murciélagos mexicanos, sin embargo, es preciso señalar que dicho efecto es más pronunciado cuando las vías de comunicación se localizan cerca de refugios que albergan colonias de miles o millones de murciélagos, como ha sido citado por los biólogos Roberto Rojo y Enrique Escobedo en la cueva El Volcán, perteneciente a la Reserva de la Biósfera de Calakmul. Los murciélagos insectívoros son los más susceptibles al atropellamiento, puesto que las luces de los automóviles atraen insectos de los cuales ellos se alimentan (PMVC, 2003), sin embargo, las dos especies detectadas en campo son frugívoras o hematófagas respectivamente, por lo que el riesgo de atropellamiento hacia individuos pertenecientes a ambas especies es mínimo.

En el caso del presente proyecto, las poblaciones de las especies antes señaladas **se** ubican en el cerro Tencualcoalco-Diolochi y son pequeñas (decenas o centenas de individuos) además de no incluirse dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, por tratarse de especies muy abundantes y ampliamente distribuidas, por lo que el principal impacto hacia dichas especies consiste en el alejamiento de individuos. En el caso de *Choreonycteris mexicana*, única especie de murciélago incluida dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 presente dentro del SAR, existe un registro de la especie en 3 km W Jonacatepec, localidad situada en el cerro Coachi, a una distancia de 500 m del trazo de vía del Proyecto, que de acuerdo con Formant (en prensa), se encuentra dentro de la zona de influencia promedio de las carreteras. El tamaño poblacional de dicha especie no fue evaluado, ya que es posible que se trate de una localidad histórica, no obstante se considera que los principales impactos ambientales negativos consistirán en el alejamiento de individuos, asimismo, con respecto al atropellamiento de estos organismos, es poco factible dado que es una especie nectarívora, por lo que, de acuerdo a su alimentación tenderá a buscar sitios que presenten una buena cubierta vegetal en donde se encuentren las flores de las cuales se alimenta, por lo que no se espera que exista un impacto directo a la población por el atropellamiento de individuos, cabe señalar que de acuerdo con IUCN (2009), los principales factores de riesgo son el ecoturismo en cuevas y la minería, todas ellas actividades no relacionadas con el presente proyecto.

Es importante señalar, que los impactos aquí mencionados son coherentes con los reportados por otros autores:

- Desplazamiento de la vida silvestre. Las especies especialistas son desplazadas por las carreteras. Ellas reubican o modifican su ámbito hogareño como una respuesta al incremento en el tráfico vehicular o tienden a evitar las carreteras durante sus movimientos diurnos (Mace *et al.* 1996, Mech *et al.* 1988, Van Dyke *et al.* 1986).
- Barreras a la dispersión. Las carreteras fragmentan las poblaciones de mamíferos pequeños, anfibios y reptiles, ya que crean barreras que impiden la dispersión de individuos. Existe una mortalidad directa de individuos, quienes son atropellados, lo que incide negativamente hacia las poblaciones de fauna de pequeño y gran tamaño (Oxley *et al.* 1974; Wilkins, 1982; de Maynadier y Hunter, 1995).
- Pérdida del hábitat. Las especies de fauna que habitan el interior de bosques o selvas son afectadas por la degradación del hábitat, especialmente por el efecto de borde, las carreteras inducen la fragmentación y pérdida del hábitat, la cual ha sido reconocida como el principal factor de riesgo de



muchas especies en riesgo de extinción (Hargis et al. 1999; Rosenberg et al. 1994; Van Dyke et al. 1986).

- Reducción del éxito reproductivo. En aves, el éxito reproductivo de las especies que habitan el interior de selvas o bosque disminuye en áreas fragmentadas y/o con disturbios asociadas a la presencia de carreteras. Algunas especies especialistas son sensibles a la fragmentación del hábitat, otras sufren incremento en el parasitismo de crías o en el riesgo de depredación de las mismas (Anthony e Isaacs, 1989; Gende et al. 1998; Baker, 1997).

De acuerdo a lo anterior, el impacto que se presentará en la fauna es:

### **IMPACTO 6: PÉRDIDA DE HÁBITAT, EFECTO BARRERA, EFECTO DE BORDE, RIESGO DE ATROPELLAMIENTO, EFECTO DEL RUIDO Y DE LA LUZ DE LOS VEHÍCULOS SOBRE LA FAUNA.**

- **Paisaje**

El paisaje será afectado por cuatro interacciones de las cuales solo tres son perceptibles y estas son: Desmonte – Paisaje, Despalme – Paisaje y Terracerías y estructuras – Paisaje. En seguida se describe dichas interacciones:

Debido a las actividades que afectarán el paisaje, la afectación será en tres sentidos: A) el primero es visual debido a la fractura del paisaje, básicamente debido al desmonte del área correspondiente a la línea de ceros del proyecto, seguido por las nivelaciones y rellenos, por lo tanto se presentará una ruptura en la geoforma y la vegetación y uso de suelo a través del cual atravesará el proyecto, este impacto será permanente. B) La segunda afectación al paisaje se debe al inadecuado manejo de residuos que se pudiera llevar durante las actividades del proyecto, lo cual a su vez ocasionaría el azolvamiento de barrancas, ríos arroyos o cualquier otro cuerpo de agua que atravesase el proyecto, asimismo, a través del estudio del recorrido de campo al SAR del proyecto, se observó que es frecuente que las comunidades que se ubican cerca de barrancas depositen en ellas sus residuos, por lo cual existe un problema de contaminación en cuerpos de agua, otra afectación que puede ocasionar el inadecuado manejo de los residuos es un efecto barrera para la fauna, esto se da principalmente si los residuos son depositados en zonas de paso para la fauna como veredas, claros o caminos empedrados. C) La tercera afectación se refiere a la fragmentación del ecosistema por la pérdida de conectividad, esto se da durante el desmonte, en el cual se retira la cubierta vegetal, ocasionando que los sitios que eran considerados como corredores biológicos por el hecho de proveer de accesos a otros sitios dentro del SAR y permitir la continuidad de hábitat, se rompan dado que la cobertura vegetal es un factor sumamente importante para la fauna ya que además de proveerlos de protección les provee alimento y refugio, por lo tanto al retirar la cubierta vegetal y colocar un barrera física (la carretera en sí), ocasionará que queden asilados parches de vegetación. Las áreas críticas en las cuales se producirá esta afectación se presentan en la Tabla 5.

### **IMPACTO 7. AFECTACIÓN AL PAISAJE POR LA RUPTURA VISUAL, EL INADECUADO MANEJO DE RESIDUOS Y PÉRDIDA DE CONECTIVIDAD.**

- **Economía**

Aunque se determinaron un total de siete intersecciones para este componente, las cuales presentan un carácter positivo, ninguna de ellas se considero perceptible para el SAR, dado que la economía local no se verá afectada dado que la contratación de personal solo será para 649 personas, por otra parte no se promoverá ningún tipo de comercio a lo largo de la carretera, con lo cual tampoco se afectará a la economía.



- **Transporte**

Durante la operación de la carretera, se beneficiara a la población a nivel SAR por el acortamiento en los tiempos de traslado, asimismo, se abrirá una nueva ruta para el comercio y el turismo, ya que a lo largo del trazo existen localidades con potencial turístico por los balnearios y aguas termales que se desarrollan en el SAR, por lo tanto con la operación de la carretera se incrementará el tránsito a esos lugares, potencializando el turismo y el comercio, este impacto se considera positivo y perceptible a nivel SAR.

**IMPACTO 8. ACORTAMIENTO EN LOS TIEMPOS DE TRASLADO Y APERTURA DE UNA NUEVA RUTA PARA EL COMERCIO Y EL TURISMO.**

Con relación a lo anterior, se identificaron un total de **ocho impactos perceptibles a nivel SAR**, mismos que serán evaluados a continuación.

**V.5 Evaluación de los impactos ambientales**

Para evaluar los impactos ambientales del proyecto se utilizó la técnica de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998). La técnica está basada en la valoración de seis indicadores (tres de carácter básico y tres de carácter complementario) de impacto medidos en una escala ordinaria. Las etapas de la técnica de Bojórquez –Tapia *et al.* (1998) son:

- a) Definición de los criterios básico y de los complementarios,
- b) Obtención de índices básicos y complementarios (EDI y SA),
- c) Cálculo de la magnitud del impacto, y
- d) Obtención de la significancia del impacto.

A continuación se describe brevemente cada etapa.

**a) Definición de los criterios básicos y los criterios complementarios**

Los criterios básicos son aquellos que son indispensables para definir una interacción, mientras que los criterios complementarios son aquellos que completan la descripción pero los cuales pueden estar ausentes de la descripción de una interacción.

Las interacciones en la matriz se evaluaron por medio de un conjunto de criterios básicos y complementarios que se describen a continuación (ver Tabla 6).

**Tabla 6. Criterios de valoración de significancia de impactos del proyecto.**

Básicos	Complementarios
E = Extensión espacial	A = Acumulativos
D = Duración	M = Mitigabilidad
I = Intensidad	S = Sinergismo

- Intensidad (I). La intensidad de un impacto es la medida en que el componente ambiental considerado se aleja de su estado anterior.
- Duración (D). La duración de un impacto es el tiempo que transcurre entre su principio y su fin.







- Extensión (E). Es la medida del espacio que ocupa el impacto.
- Acumulación (A). Los impactos acumulativos son aquellos que se deben a la acción conjunta sobre un componente ambiental de varias acciones similares, de acuerdo con la SEMARNAT (2002) "Un *impacto acumulativo* es el *efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente*"
- Sinergia (S). Un impacto sinérgico se produce cuando varias acciones diferentes pueden actuar sobre un componente ambiental provocando un efecto mayor del que provocarían si actuaran independientemente.
- Mitigabilidad (M). Se refiere a la posibilidad de disminuir los impactos a través de las medidas preventivas, correctivas, compensatorias y/o de mitigación.

**b) Obtención de los índices básicos y complementarios (EDI y SA)**

Los criterios fueron valuados en una escala ordinal correspondiente a expresiones relacionadas al efecto de una actividad sobre la variable indicador del componente ambiental. Cabe señalar que los criterios básicos no pueden valorarse como nulos, ya que ningún impacto puede carecer de extensión espacial, duración y/o intensidad (ver Tabla 7 y Tabla 8).

**Tabla 7. Escala de calificación utilizada para los criterios básicos.**

Escala	Extensión del efecto (E)	Duración del impacto (D)	Intensidad del impacto (I)
3	Regional Cuando afecta más del 50% del Sistema Ambiental	Permanente Cuando los impactos persisten después de la operación del proyecto	Alta El componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior, en un 75%
2	Local Cuando afecta entre el 25 y 50% del Sistema Ambiental	Mediana Cuando los impactos se presenten durante la etapa de operación y mantenimiento	Moderada El componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%
1	Puntual Cuando afecta menos del 25% del Sistema Ambiental	Corta Cuando los impactos solo se presentan durante la preparación del sitio y construcción	Mínima El componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%

**Tabla 8. Escala de calificación utilizada para los criterios complementarios que se utilizarán para evaluar la significancia de los impactos.**

Escala	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Mitigabilidad (M)
3	Fuerte. Cuando el efecto producido por las suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	Alta. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo factor.	Alta Si la medida de mitigación aminora la afectación en 75% o más
2	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas.	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo factor.	Media Si la medida de mitigación aminora entre 25 y 74%





Escala	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Mitigabilidad (M)
1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo factor ambiental.	Baja Cuando la medida de mitigación aminora la afectación hasta en un 25%
0	Nula. Cuando no se presentan interacciones entre impactos.	Nula. Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	Nula. No hay medidas de mitigación

Cuando existió incertidumbre para determinar el valor de un criterio, se asignó el valor más alto. Esta regla es consistente con el principio precautorio para los conflictos ambientales, esto es, resta la oportunidad de subestimar un impacto, lo cual minimiza el riesgo público.

Los índices básico y complementario, se obtuvieron describiendo los efectos de la variable *j* (actividad del proyecto) sobre la variable *i* (componente ambiental) a través de los siguientes modelos:

$$EDI_{ij} = 1/9 (E_{ij} + D_{ij} + I_{ij})$$

$$SA_{ij} = 1/6 (S_{ij} + A_{ij})$$

Donde:

*Criterios básicos*

E = Extensión del efecto

D = Duración del impacto

I = Intensidad del impacto

*Criterios complementarios*

S = Sinergia

A = Acumulación

Como los criterios básicos no pueden valorarse como nulos, entonces, el valor mínimo que se les asignó es uno. Por lo tanto, los rangos de dichos índices son los siguientes:

$$(1/3) \leq EDI \leq 1 \text{ y } 0 \leq SA \leq 1.$$

Los modelos presentados para la evaluación del proyecto fueron modificados del original considerando en los criterios básicos, que se redujeron los valores asignados para cada criterio; y en los complementarios se omitió la controversia.

### c) Cálculo de la magnitud del impacto

La magnitud del impacto (MI) fue obtenida a partir de la siguiente fórmula:

$$MI_{ij} = EDI_{ij}^{1-SA}$$

La Magnitud del Impacto deberá ser igual al índice EDI, si el valor del índice SA es cero; mientras que, la Magnitud del Impacto es mayor que EDI cuando SA es mayor que cero.

### d) Obtención de la significancia del impacto





Adicionalmente, la significancia del impacto ( $G_{ij}$ ) se calculó como sigue:

$$G_{ij} = (MI) [1-(M/3)]$$

Donde:

M = Mitigabilidad

Las medidas de mitigación son evaluadas sobre una escala ordinal como criterio complementario.

Debido a que los criterios básicos no pueden ser valorados como nulos, entonces el rango de valores de la significancia de la interacción son los siguientes:

$$3/9 \leq \text{Significancia} \leq 1$$

Finalmente, los valores de la significancia fueron categorizados como se observa enseguida (ver Tabla 9).

**Tabla 9. Escala de valoración de impactos ambientales**

Escala	Significancia
0-0.25	Bajo*
0.26-0.49	Moderado
0.50-0.74	Alto
0.75-1.00	Muy alto

\*Los impactos que presentan una categoría de **significancia baja** se consideran como **No significativos**.

**Tabla 10. Matriz de evaluación de impactos ambientales del proyecto.**

Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
IMPACTO 1: Emisión de partículas suspendidas de polvo por la construcción de terracerías y estructuras.	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	Adverso
IMPACTO 2. Pérdida de suelo orgánico debido al desmonte y despalme de la zona.	1	3	1	2	0	0.56	0.33	0.67	0.68	1	0.45	Moderado significativo	Adverso
IMPACTO 3. Obras de mantenimiento de la carretera.	1	3	1	0	0	0.56	0.00	1.00	0.56	0	0.56	Alto significativo	Benéfico
IMPACTO 4. Afectación al flujo laminar, escurrimiento superficial e infiltración debido a la construcción de terracerías, estructuras y pavimento.	1	3	2	1	0	0.67	0.17	1.83	0.71	1	0.48	Moderado significativo	Adverso



Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
IMPACTO 5. Pérdida de 30 ha. de selva baja caducifolia con algún grado de perturbación, por las actividades de desmonte.	1	3	1	3	2	0.56	0.83	0.17	0.91	1	0.60	Alto significativo	Adverso
IMPACTO 6: Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde, riesgo de atropellamiento, efecto del ruido y de la luz de los vehículos sobre la fauna.	2	3	2	3	1	0.78	0.67	0.33	0.92	1	0.61	Alto significativo	Adverso
IMPACTO 7. Afectación al paisaje por la ruptura visual, el inadecuado manejo de residuos y pérdida de conectividad.	2	3	2	2	1	0.78	0.50	0.50	0.88	1	0.59	Alto significativo	Adverso
IMPACTO 8. Acortamiento en los tiempos de traslado y apertura de una nueva ruta para el comercio y el turismo.	2	3	2	0	0	0.78	0.00	1.00	0.78	0	0.78	Muy Alto significativo	Benéfico

Nota: Los impactos señalados en negritas son los que se consideran relevantes.

De acuerdo a la evaluación de los impactos se detectaron: un impacto con significancia Muy alta, cuatro impactos altos significativos, dos moderados significativos y un impacto bajo significativo. De lo anterior, dos son de carácter benéfico y seis son adversos.

A continuación se presenta la descripción de la evaluación para cada uno de los impactos evaluados:

### **IMPACTO 1: Emisión de partículas suspendidas de polvo por la construcción de terracerías y estructuras.**

**Indicador ambiental:** Calidad del Aire (emisión de gases contaminantes y partículas de polvo)

**Actividades del proyecto:** Terracerías y estructuras

#### **Descripción de la evaluación:**

Dado que se trata de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y dispersión de polvos, se considera un **impacto puntual**, debido a que la afectación solo se producirá en la zona en la cual se encuentren operando la maquinaria, equipo y/o vehículos, asimismo, no se espera el empleo de fuentes fijas por lo que la **duración del impacto será corta** ya que solo se presentará mientras se esté operando la maquinaria, en cuanto a la **intensidad** del impacto está será **mínima**, aun y cuando se produzcan tolveneras, estas solo se presentarán en el sitio en el cual opere la maquinaria o equipo, asimismo, no constituirá un impacto que modifique la estructura del SAR debido a que el impacto se producirá en un sistema abierto, lo que ayudará que se dispersen los contaminantes, con respecto a la acumulación, se considera un **impacto poco acumulativo** con las actividades productivas que se desarrollan en la región como la industria y la



agricultura (principalmente las emisiones que se derivan de la cosecha de los cultivos de caña), asimismo, también se considera acumulativo con la erosión eólica que se presenta en el SAR, esta acumulación se dará principalmente al Este y oeste del SAR, ya que es en dichas zonas donde se presenta una erosión eólica moderada, sin embargo la erosión eólica cesará una vez que se encuentre construida la carretera. **No se considera que sea un impacto sinérgico** y se prevé que sea un **impacto medianamente mitigable** con la aplicación y cumplimiento de las normas ambientales mexicanas en materia de emisiones de gases contaminantes (NOM-045-SEMARNAT-1996 Y NOM-041-SEMARNAT-2006), por otra parte, para minimizar la dispersión de polvos se llevará a cabo el riego de las áreas con agua tratada, contratando pipas, asimismo para evitar la dispersión de materiales o polvos durante el acarreo, los camiones que se empleen serán llenados solo a  $\frac{3}{4}$  partes de su capacidad y cubiertos con lona.

Por lo anterior, el impacto se considera **bajo significativo (0.13)** de **carácter adverso**.

### **IMPACTO 2. Pérdida de suelo orgánico debido al desmonte y despalme de la zona.**

**Indicador ambiental:** Características fisicoquímicas del suelo

**Actividades del proyecto:** Desmonte y despalme

#### **Descripción de la evaluación:**

El componente suelo será afectado principalmente por el retiro de las capas superficiales, así como por el retiro de la vegetación que lo retiene, por lo tanto se evaluó como un impacto **moderado significativo (0.48), de carácter adverso**, debido a que se trata de un **impacto puntual** dado que solo se afectarán 414.6944 ha, mismas que corresponden al 0.43% del SAR, cabe señalar que esta superficie contempla todo el derecho de vía del proyecto más la superficie requerida para entronques, su **duración será permanente** ya que una vez despalmado y desmontado, no se recuperará el suelo en el sitio, en cuanto a la **intensidad está será mínima**, ya que a nivel SAR la afectación será menor al 25% del mismo, se considera un impacto **medianamente acumulativo**, ya que será acumulativo con el cambio de uso de suelo debido a que al quitar la cubierta vegetal para emplear los terrenos para actividades económicas como son las actividades agropecuarias ya existe pérdida de suelo, por otra parte, es afectada también por los procesos erosivos como son la erosión eólica la cual como se menciono anteriormente en la parte Este y oeste del SAR es moderada ya que se estima una perdida aproximada de 50 a 100 ton/ha/año, mientras que en el caso de la erosión hídrica, esta afecta al SAR en mayor proporción debido a que la mayoría del SAR presenta una erosión hídrica que va de alta a muy alta lo que se traduce en la pérdida de más de 200 ton/ha/año. **No se considera un impacto sinérgico**, y se considera que presenta **baja mitigabilidad**, ya que dentro de las medidas de mitigación aplicadas a este impacto se encuentra el mejoramiento del suelo vegetal el cual puede ser depositado en las franjas de afectación temporal, en los taludes o en áreas aledañas al proyecto.

### **IMPACTO 3. Obras de mantenimiento de la carretera.**

**Indicador ambiental:** Hidrología superficial y fauna

**Actividades del proyecto:** Mantenimiento periódico, de conservación y rutinario

#### **Descripción de la evaluación:**

Esta actividad solo se llevará a cabo dentro del DDV del proyecto, por lo que el impacto tendrá una **extensión puntual**, asimismo la **duración del mismo será permanente**, ya que durante la operación de la carretera se dará mantenimiento a las estructuras, esto con el fin de llevar a cabo la limpieza de obras de



drenaje mayor y menor, encarpamiento, mantenimiento a áreas verdes creando hábitats para especies pequeñas como mamíferos, reptiles y aves, a nivel social las óptimas condiciones de la carretera propiciará que los tiempos de recorrido no aumenten y no se corra riesgos al transitar por esta vía, en cuanto a la **intensidad del impacto se considera mínimo** dado que el mantenimiento en general se llevará a cabo dentro del DDV correspondiente a la carretera, será un impacto **no acumulable ni sinérgico**, asimismo **no se requieren medidas de mitigación** ya que será un impacto de **carácter benéfico**, teniendo una **significancia alta (0.56)**.

#### **IMPACTO 4. Afectación al flujo laminar, escurrimiento superficial e infiltración debido a la construcción de terracerías, estructuras y pavimento.**

**Indicador ambiental:** Hidrología superficial e Hidrología subterránea (patrones de escurrimiento, recarga de acuíferos).

**Actividad:** Terracerías y estructuras

##### **Descripción de la evaluación:**

Este impacto ambiental se considera **adverso** de **moderada significancia (0.48)**, por tratarse de un **impacto puntual** dado que solo se presentará en el derecho de vía del proyecto el cual abarca el 0.4% de la superficie del SAR, de igual forma es un impacto de **duración permanente**, dado que se llevará a cabo la construcción del terraplén y posteriormente la carpeta asfáltica, con lo cual se evitará la infiltración de las aguas superficiales de lluvia y por tanto mermará la captación e infiltración a los mantos acuíferos, la **intensidad del impacto será mínima** dado que solo se afectará en la superficie que comprende el proyecto esto quiere decir 414.6944 ha., lo que equivale a menos del 25% del SAR, **no se considera un impacto sinérgico**, sin embargo, si se considera un impacto con **poca acumulación**, dado que ya existe un fenómeno de impermeabilización el cual está dado por la mancha urbana que se presenta a nivel SAR, asimismo las actividades de desmonte para ocupar las tierras en actividades agropecuarias también han modificado los patrones del flujo laminar y con ello la captación e infiltración de agua, la cual es diferente a las zonas que presentan todavía cubierta vegetal. De igual forma será **poco mitigable**, y la mitigación consistirá en la realización de obras de drenaje menor las cuales sean acordes con los patrones hidrológicos que se presentan actualmente, por otra parte la promoción de actividades de reforestación también ayudarán a retener el agua de lluvia y por lo tanto a su infiltración.

#### **IMPACTO 5. Pérdida de 30 ha. de selva baja caducifolia con algún grado de perturbación, por las actividades de desmonte.**

**Indicador ambiental:** Vegetación (Cobertura y diversidad)

**Actividad:** Desmonte y despalme

##### **Descripción de la evaluación:**

Se considera un impacto **Alto significativo (0.60)** de **carácter adverso**, el cual es **puntual**, debido a que el desmonte y despalme por tanto la pérdida de cobertura vegetal se llevará a cabo en la línea de cerros la cual corresponde a 117.42 ha, sin embargo solo 30 ha de dicha superficie será afectada ya que corresponde a vegetación forestal (equivalente al 0.03% de la superficie del SAR), cabe señalar que el desmonte y despalme se llevará a cabo en zonas que presentan perturbación, por lo que prácticamente corresponde a zonas con vegetación secundaria o remanentes de SBC con algún grado de alteración, asimismo es un **impacto de duración permanente** ya que una vez despalmado y nivelado no se volverá a tener cubierta vegetal, con una **intensidad mínima**, ya que solo en la línea de cerros se impedirá el crecimiento de vegetación, sin embargo en las zonas paralelas a la línea de cerros (franjas de afectación temporal) se permitirá el crecimiento del estrato herbáceo y arbustivo, asimismo se considera un impacto **altamente**



**acumulativo** con las actividades productivas de la zona (actividades agrícolas y pecuarias), así como con los desmontes propiciados por el aumento de la mancha urbana, también se considera un **impacto con moderada sinergia**, debido a que produce la afectación a otros componentes ambientales como el suelo (aumento en los procesos erosivos) y la hidrología (modificación en los patrones de escurrimiento y disminución de la recarga de acuíferos), por otra parte la pérdida de vegetación forestal también puede traducirse como pérdida de hábitat ya que muchas especies de fauna silvestre dependen en gran medida de las condiciones que presente la vegetación, por lo que entre más pérdida de cubierta vegetal exista más pérdida de hábitat existirá y por tanto se modificará la diversidad alfa de las especies provocando a su vez la diversidad beta de las mismas, es **poco mitigable**, dentro de las medidas que se establecerán se encuentran: evitar en lo posible desmontar áreas que se encuentren fuera del derecho de vía por lo que antes de realizar el desmonte y despalme de la zona se delimitaran las áreas que serán desmontadas y despalmadas, asimismo, se plantea la implementación de un Programa de reforestación el cual incluya especies nativas.

**IMPACTO 6: Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde, riesgo de atropellamiento, efecto del ruido y de la luz de los vehículos sobre la fauna.**

**Indicador ambiental:** Pérdida de hábitats, efecto barrera, efecto borde, riesgo de atropellamiento (densidad y diversidad).

**Actividad:** Desmonte y despalme, terracerías y estructuras, obras de mantenimiento.

**Descripción de la evaluación:**

Se considera un **impacto alto significativo (0.62), de carácter adverso**, dado que es un **impacto puntual**, de **intensidad moderada** y **duración permanente**, en el caso de la intensidad se considera moderada debido a que en la zona ya se presenta una fragmentación del hábitat, ocasionada por las actividades productivas de la región así como por la expansión no controlada de la mancha urbana, por lo cual ya existe un efecto de borde y de barrera, de igual forma, la modificación en los patrones poblacionales de la fauna afectan no solo el trazo del derecho de vía sino de las áreas conectadas dentro del SAR, debido a que la modificación de la diversidad alfa propicia la modificación de la diversidad beta, lo que a su vez propicia la modificación de sus patrones de movimiento, por otra parte se considera un **impacto altamente acumulativo** con las actividades antes señaladas (actividades agropecuarias y expansión de la mancha urbana), de igual forma, este impacto es **moderadamente sinérgico** dado que por sí solo el SAR está sufriendo cambios por lo que se estima que con la pérdida de vegetación a causa del desmonte de áreas para emplearlas en actividades agropecuarias, así como para expandir la mancha urbana, lo que a su vez ocasiona la modificación en la diversidad alfa y por consiguiente la beta, promoviendo nuevas rutas de movimiento, asimismo, este impacto se prevé que sea **mitigable**, esto con la implementación del Programa de reforestación con especies nativas, el cual podrá crear hábitats nuevos para especies de aves, pequeños reptiles y mamíferos, así como por la implementación de un programa de ahuyentamiento de especies de fauna silvestre y la modificación de obras de drenaje menor para convertirlas a pasos de fauna así como su mantenimiento durante la operación de la carretera.

**IMPACTO 7. Afectación al paisaje por la ruptura visual, el inadecuado manejo de residuos y pérdida de conectividad.**

**Indicador ambiental:** Calidad y conectividad del Paisaje

**Actividad:** Desmonte y despalme, terracerías y estructuras y operación de la carretera.

**Descripción de la evaluación:**





La calidad del paisaje se verá afectada por: el retiro de la vegetación producto de las actividades de desmonte y despalle y por la presencia de maquinaria, equipo y/o vehículos a lo largo del trazo de la carretera, así como por la construcción en sí de la carretera, ya que se le estará implementado un elemento externo a la estructura actual del paisaje. Por lo tanto se considera un impacto **alto significativo de carácter adverso (0.59)**, considerando lo siguiente: se trata de un **impacto local**, se considera local debido a que aún y cuando la afectación de la superficie comprende solo 414.6944 ha equivalentes al 0.43% de la superficie del SAR se considera que el impacto visual sobrepase el 25% del SAR debido a que en la mayor parte del SAR la construcción de la carretera se llevará en zonas planas o con baja pendiente por lo que será posible distinguir la carretera y las actividades que se lleven a cabo para su construcción a varios metros de distancia, será un **impacto permanente y de una intensidad moderada**, se considera moderada la intensidad ya que aun y cuando la superficie de afectación no rebasa el 25% de la superficie del SAR, la afectación se extenderá más allá esto considerando la conectividad del SAR, ya que con la ruptura del SAR por el paso de la carretera ocasionará el aislamiento de fragmentos con selva baja caducifolia, es por esto que la intensidad de este impacto se prevé afecte entre el 25 y 75% de la superficie del SAR especialmente la parte central de este, cabe señalar que las zonas que se verán más afectadas serán las que presenten una cubierta vegetal de selva baja caducifolia, mientras que las menos afectadas serán las zonas en las cuales se presenten agrosistemas, es un **impacto altamente acumulativo**, ya que el paisaje en la zona ya ha sido impactado previamente al realizar el cambio de uso de suelo de zonas forestales a sistemas agrícolas y pecuarios, así como por la urbanización de la zona o los asentamientos humanos irregulares que se presenta, se considera un **impacto ligeramente sinérgico**, ya que la ruptura del SAR propiciará afectaciones en la cobertura vegetal y por tanto en los parámetros poblacionales de la fauna específicamente en la diversidad. Es **poco mitigable** entre las medidas que se deberán establecer se encuentran acotar el impacto al derecho de vía, por lo tanto evitar la afectación a zonas aledañas, llevar a cabo el almacenamiento y manejo de residuos de forma controlada a fin de evitar la dispersión de los mismos a zonas aledañas del proyecto y con lo cual se puede constituir un impacto visual negativo.

### **IMPACTO 8. Acortamiento en los tiempos de traslado y apertura de una nueva ruta para el comercio y el turismo.**

**Indicador ambiental:** tiempos de traslado

**Actividad:** Operación de la carretera.

#### **Descripción de la evaluación:**

Se considera un impacto local dado que el acortamiento en los tiempos de traslado se espera afecten a más del 25% de la superficie del SAR, de igual forma a partir de la operación de la carretera este impacto será permanente y de una intensidad moderada ya que, como se mencionó anteriormente, se espera que sea un beneficio para la mayoría de las comunidades que se presentan a lo largo del SAR, dado que se promoverá el turismo y el comercio, con lo cual la afectación será mayor al 25% de la superficie del SAR, no es un impacto acumulativo ni sinérgico, asimismo dado que se trata de un impacto benéfico no se prevé ninguna medida de mitigación.

### **V.5.1 Impactos acumulativos y sinérgicos**

A través de las etapas del desarrollo del proyecto (Preparación, construcción, operación y mantenimiento) se producirán diferentes impactos en el ambiente. Sin embargo, los impactos acumulativos y sinérgicos son de especial importancia debido a los alcances que puedan tener sobre el SAR. La sinergia y la acumulación fueron considerados como criterios de evaluación de los impactos como ya se expuso anteriormente (ver sección V.5 Evaluación de los impactos ambientales). En este apartado se evalúan los impactos ambientales





de forma global, enfatizando en aquellos que presentan mayor acumulación, y aquellos en los que se espera sinergia.

A continuación se describen los impactos acumulativos (Tabla 11 y Figura 3) y sinérgicos (Tabla 12 y Figura 4) del proyecto:

**Tabla 11. Impactos acumulativos del proyecto.**

Impacto	Acumulación
Impacto 1: Emisión de partículas suspendidas de polvo por la construcción de terracerías y estructuras.	Dentro del SAR se identificaron algunas actividades que ocasionan un impacto sobre el aire por la emisión de gases contaminantes, dichas actividades son la industria y la agricultura (recolección de caña), por lo cual la emisión de partículas de polvo al aire debido a este impacto, se convierte en un impacto acumulativo aunque temporal como se menciona en la evaluación.
IMPACTO 2. Pérdida de suelo orgánico debido al desmonte y despalme de la zona.	Además de la pérdida de suelo orgánico que se derivara por las actividades propias de la construcción de la carretera (despalme), dentro del SAR existen otras actividades que producen un efecto acumulativo con este impacto, como son el desmonte de áreas forestales para su empleo como áreas agrícolas o para ampliar zonas urbanas, lo anterior ocasiona la pérdida de suelo vegetal, asimismo, dentro del SAR los procesos erosivos que se generan en él, también son acumulativos para la pérdida de suelo vegetal, especialmente en lo que se refiere a la erosión hídrica la cual se encuentra en rangos de alto a muy alto, con respecto a la erosión eólica esta presenta niveles que van de moderado a ligero, incluso dentro del SAR aún se presentan zonas sin erosión, sin embargo estos efectos siguen siendo acumulativos con las actividades del proyecto en relación con la pérdida de suelo orgánico.
IMPACTO 4. Afectación al flujo laminar, escurrimiento superficial e infiltración debido a la construcción de terracerías, estructuras y pavimento.	La pérdida de cobertura vegetal también afecta los patrones de escurrimiento, por lo que, el desmonte de áreas forestales para convertirlas en áreas destinadas a actividades agropecuarias es otro factor acumulativo para la modificación de los patrones de escurrimiento, así como para la infiltración de aguas superficiales hacia los mantos acuíferos, aunado a esto el desmonte de áreas forestales para el aumento de la mancha urbana además de producir la modificación de los patrones de escurrimiento, también propicia la evaporación de agua debido a que se trata de áreas impermeabilizadas, por lo que la infiltración a los mantos acuíferos también disminuye. Otra actividad que se relaciona con la modificación de los patrones de escurrimiento se relaciona con la mancha urbana y con la inadecuada disposición de residuos, ya que a lo largo del SAR es evidente la inadecuada disposición de los residuos ya que muchos de ellos son depositados en barrancas o arroyos temporales, por lo que en temporada de lluvia se lleva a cabo el azolvamiento de estos cuerpos.



Impacto	Acumulación
<p>IMPACTO 5. Pérdida de 30 ha. de selva baja caducifolia con algún grado de perturbación, por las actividades de desmonte.</p>	<p>Como se ha mencionado anteriormente, la pérdida de la cobertura de la vegetación dentro del SAR se debe principalmente a: el desmonte de áreas forestales para ser empleadas como áreas agropecuarias o agrícolas, esto aunado a la pérdida de 30 ha de SBC para la construcción del proyecto se vuelve un impacto acumulativo.</p>
<p>IMPACTO 6: Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde, riesgo de atropellamiento, efecto del ruido y de la luz de los vehículos sobre la fauna.</p>	<p>La pérdida de hábitat para las especies de fauna silvestre está relacionado con la pérdida de la cobertura vegetal, la cual ya se ha demostrado por que se da dentro del SAR, asimismo, el efecto barrera y efecto borde que se presenta dentro del SAR también se acumula por el crecimiento en la mancha urbana la cual como tal ya es una barrera física para el desplazamiento de la fauna, asimismo, como se menciona en el impacto 4, la inadecuada disposición de residuos en cuerpos de agua también es otra barrera física que en algunos casos no es posible sortear para los organismos. Con respecto al efecto del ruido y de la luz, este mismo impacto se produce con la modernización de la zona ya que al urbanizar las áreas se promueven estos servicios los cuales constituyen un impacto para la fauna.</p>
<p>IMPACTO 7. Afectación al paisaje por la ruptura visual, el inadecuado manejo de residuos y pérdida de conectividad.</p>	<p>La afectación dentro del SAR se deriva del aumento en la mancha urbana y las actividades agropecuarias y por tanto de la pérdida de vegetación, así como por el inadecuado manejo de residuos dentro de cuerpos de agua, lo anterior incide en la conectividad del SAR, mientras que los dos primeros factores también inciden sobre el impacto visual ya que el SAR del proyecto constantemente se modifica teniendo un aspecto cada día más antropizado.</p>



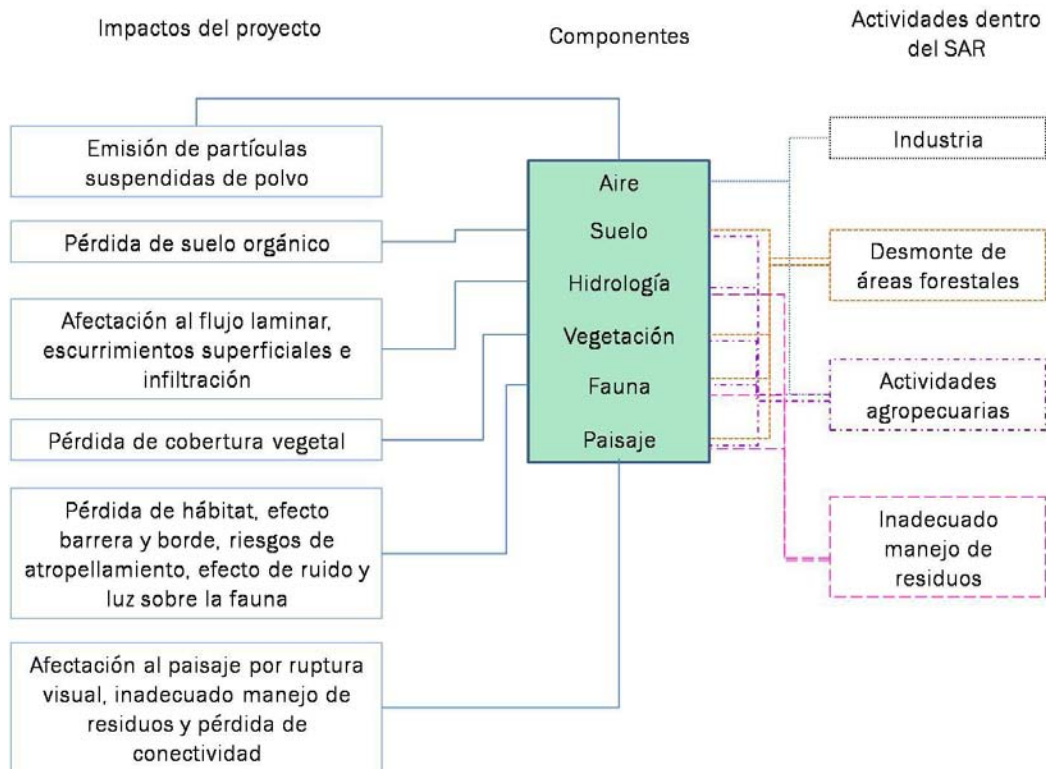


Figura 3. Impactos acumulativos.



**Tabla 12. Impactos sinérgicos del proyecto.**

Impacto	Sinergia
<p>IMPACTO 5. Pérdida de 30 ha. de selva baja caducifolia con algún grado de perturbación, por las actividades de desmonte.</p>	<p>La pérdida de cobertura incidirá directamente con la pérdida de hábitat y por tanto con los recursos de cobertura, alimentación y refugio para la fauna, quien tendrá que desplazarse a sitios con mejores condiciones para continuar con sus procesos biológicos normales, asimismo, la pérdida de cobertura vegetal afecta directamente al suelo, ya que promueve la pérdida de suelo y acelera los procesos erosivos de la zona, de igual forma, la pérdida de vegetación se relaciona con la modificación de los patrones de escurrimiento y por consiguiente con la infiltración, lo anterior, se relaciona de igual forma con la modificación del paisaje esto se debe principalmente a la pérdida de cubierta vegetal y suelo orgánico.</p>
<p>IMPACTO 6: Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde, riesgo de atropellamiento, efecto del ruido y de la luz de los vehículos sobre la fauna.</p>	<p>La pérdida de hábitat se encuentra estrechamente vinculada a la pérdida de cubierta vegetal, así como a la pérdida de suelo orgánico esto debido a que existen organismos fosoriales que requieren de este componente para refugiarse, de la misma manera, las barreras que se produzcan pueden afectar la conectividad del paisaje.</p>
<p>IMPACTO 7. Afectación al paisaje por la ruptura visual, el inadecuado manejo de residuos y pérdida de conectividad.</p>	<p>La modificación en las condiciones del paisaje se deben principalmente a la pérdida de cobertura vegetal y por consiguiente a la pérdida de hábitat, la falta de conectividad en el paisaje ocasionará la modificación en los parámetros poblacionales de fauna, lo cual se debe a que sin conectividad el paisaje se convierte en islas en las cuales la fauna no puede desplazarse por lo que aumentan sus densidades y por tanto modifican su diversidad, lo mismo ocurre con los componentes vegetales de la zona provocando la ruptura en los procesos ecológicos. Con respecto a la afectación al flujo laminar, escurrimientos superficiales e infiltración, la inadecuada disposición de residuos además de afectar de manera visual al paisaje, interfiere con los escurrimientos superficiales y por lo tanto con flujo laminar lo que a su vez provoca que se modifique la infiltración y por tanto se modifique la captación de agua.</p>

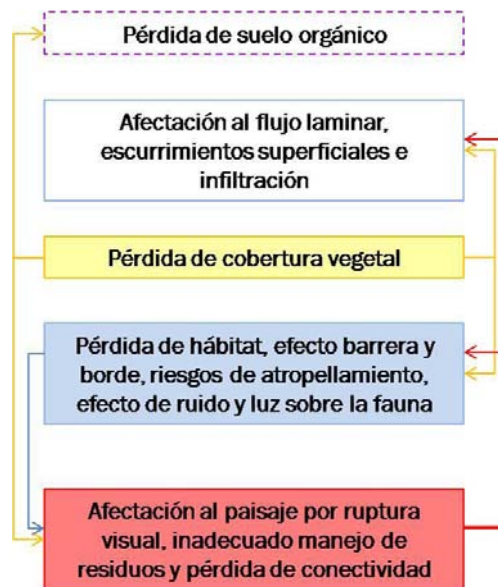
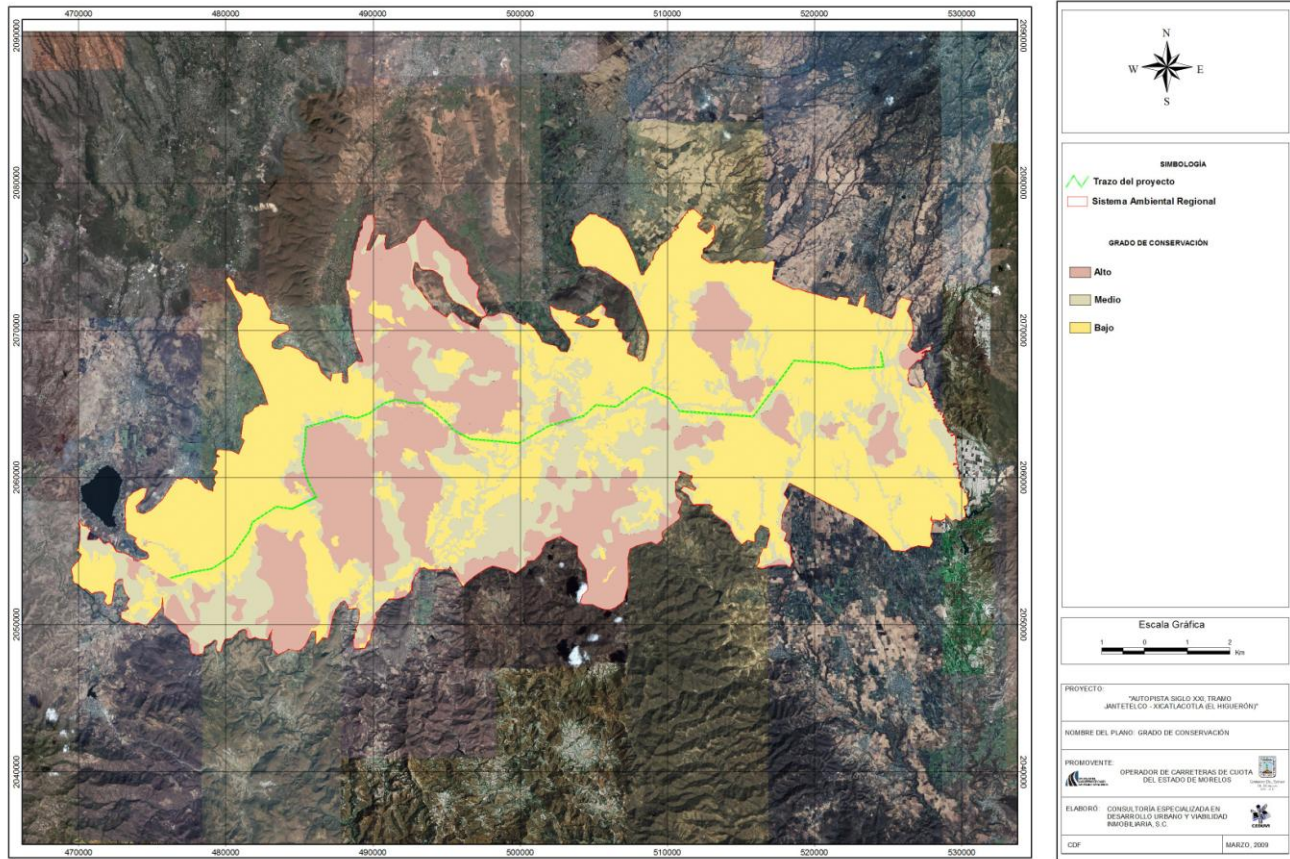


Figura 4. Impactos sinérgicos del proyecto.

## V.6 Escenario ambiental tendencial modificado por el proyecto

### *Paisaje y conectividad*

Una vez que el Proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higuérón)" se encuentre operando, habrá cambios en la conectividad (grado de aislamiento) y el tamaño de los fragmentos de selva baja caducifolia del SAR. Cabe señalar, que por sus características (autopista de dos carriles con muro de contención y orientación este-oeste), dicho proyecto carretero se constituirá como una de las más importante infraestructura lineales dentro del SAR y en la barrera física más impermeable a los procesos ecológicos. Los cambios más importantes en la fragilidad de las zonas en las que se divide el SAR se describen a continuación:



**Figura 5. Grado de conservación y fragilidad futura de la estructura ecológica y funcionalidad Fragilidad actual del SAR del Proyecto.**

En la geofoma de las llanuras, situada en las regiones este y oeste del SAR, el grado de conservación y la fragilidad seguirán siendo bajo, por causas no atribuibles directamente al Proyecto, ya que este, únicamente separará algunos fragmentos aislados y muy reducidos de selva baja caducifolia (pertenecientes a la Barranca Honda y Cerro Ancho-Cerro Gordo), no modificando sensiblemente la configuración espacial de la mayoría de los fragmentos restantes, **ya que el trazo del Proyecto, en esta zona, abarca principalmente zonas previamente perturbadas**. De hecho, los fragmentos de selva baja caducifolia se localizan en cañadas y barrancas, de suerte tal que la construcción de puentes, prevista dentro del proyecto, en la geofoma de las llanuras disminuirán los efectos de aislamiento, ya que permitirán la continuidad del hábitat de los fragmentos afectados.

En la geofoma de las Sierras se pronostican los cambios en la conectividad y tamaño más drásticos dentro del SAR. Los fragmentos de selva baja localizados en el Cerro Temilpa-Palo Grande, Cerro Tencuancoalco-Diolochi, Cerro El Tecolote-Cerro Coachi, Cerro Ancho-Cerro Largo y Cerro Loma Larga serán aislados total o parcialmente por el Proyecto, todos estos fragmentos cambiarán su estado de conservación y grado de fragilidad de alto a mediano (ver Figura 5). En el caso del subfragmento Cerro Tencuancoalco-Diolochi, este será separado por completo del resto del Complejo Santa María, ya que el corredor biológico que la conecta con ella (la Barranca Seca) también será dividido (ver Figura 6).



El Proyecto impactará sensiblemente la conectividad de los corredores biológicos Cerro Trincheras-Barranca La Cuera, la Barranca La Cuera y Barranca la Seca, localizado en la geoforma de los valles, ya que serán atravesados totalmente por el trazo del Proyecto (ver Figura 6). En ausencia de medidas de mitigación el grado de conservación de los corredores biológicos, en los fragmentos localizados al norte del trazo del Proyecto cambiará de mediano a bajo (ver Figura 6).

Adicionalmente, dentro de la geoforma de la sierra, los fragmentos de selva baja caducifolia al oeste de la geoforma de los valles (Cerro Temilpa- Palo Grande y Cerro Santa María-El Mirador) serán divididos en dos fragmentos, de los cuales, el fragmento norte Cerro Temilpa-Palo Grande cambiará su grado de conservación de alto a mediano, ya que quedará aislado de la mayor parte de fragmentos de selva baja caducifolia existentes tanto dentro como fuera del SAR, sin embargo, a corto y tal vez mediano plazo, su funcionalidad e integridad ecológica será mantenida debido a su tamaño. El fragmento Sur (Cerro Santa María-El Mirador) mantendrá su grado de conservación como alto, debido a que seguirá unido a la Sierra de Huautla (localizada fuera del SAR), el cual es el fragmento más grande de selva baja caducifolia del estado.

El Proyecto fomentara la aparición de pequeños fragmentos marginales de selva baja caducifolia, completamente aislados, en los subcomplejos Cerro Temilpa-Palo Grande y Cerro Santa María-El Mirador. En este caso, el Proyecto será responsable de la mayor parte de los cambios en la configuración espacial de los fragmentos de selva baja caducifolia existentes, cambiando el grado de conservación de mediano a bajo, por tanto, se requiere de una serie de medidas de mitigación o compensación que disminuyan los efectos negativos hacia la conectividad, entre las cuales se encuentran: 1) Programa de mejoramiento del hábitat y conservación de los corredores biológicos en los subfragmentos Cerro Tencuancoalco-Diolochi, Cerro Trincheras-Barranca La Cuera y Barranca Seca); 2) Programa de restauración de suelos y reforestación dentro de los subfragmentos Cerro Temilpa- Palo Grande y Cerro Santa María-El Mirador; 3) Creación de corredores biológicos dentro de los subfragmentos Cerro Temilpa- Palo Grande y Cerro Santa María-El Mirador. Dichas medidas son descritas dentro de los capítulos VI y VII de la presente MIA-R.

En lo que se refiere a las geoformas de la meseta, los fragmentos de selva baja caducifolia y acahuals presentes en el Cerro Jojutla e inmediaciones mantendrá el mismo grado de conservación (medio a alto), únicamente en los fragmentos Río Yautepec y Río Seco el grado de conservación disminuirá de medio a bajo por causas imputables al Proyecto, ya que estos fragmentos marginales serán completamente aislado por el Proyecto (ver Figura 5).

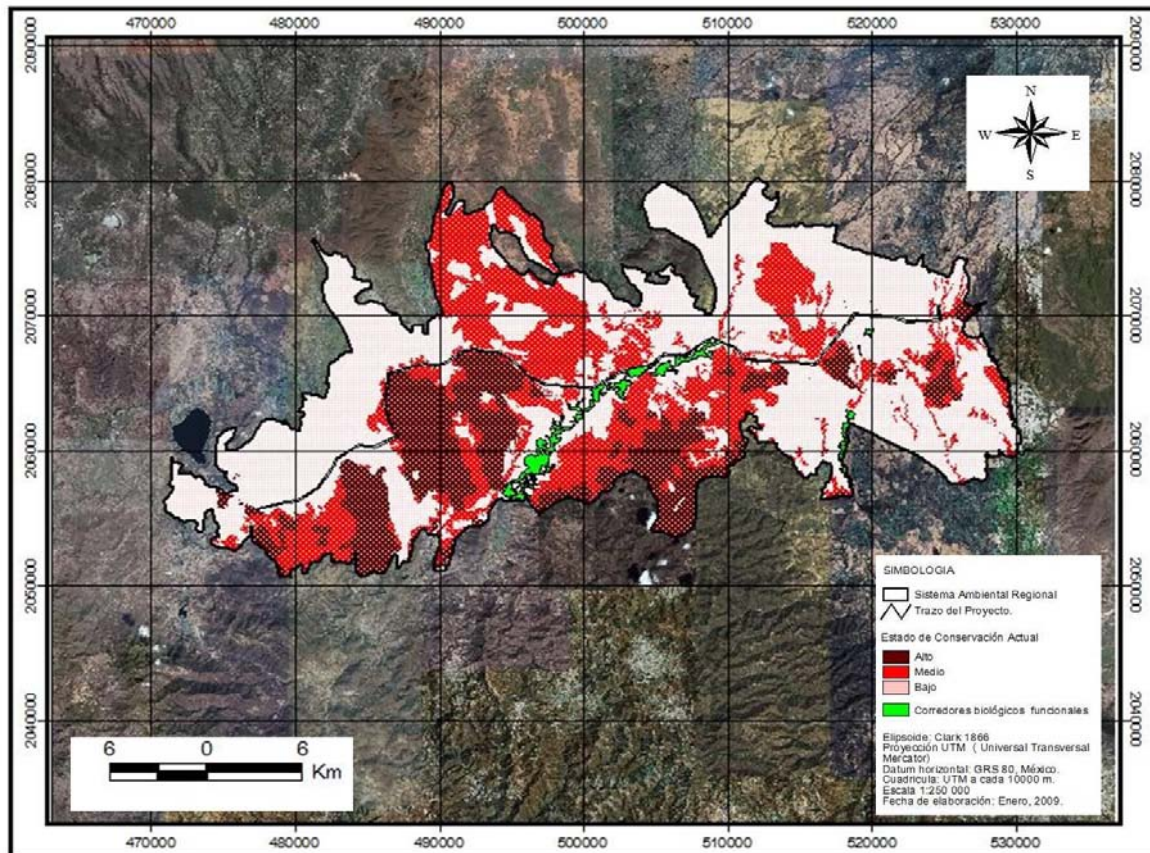


Figura 6. Cambios futuros en la configuración espacial de los corredores biológicos del SAR del Proyecto.

El proyecto en sí provocará que la superficie con grado de conservación y fragilidad alto sufra una disminución de 10%, pasando de 26,666.8308 ha, previo al proyecto, a 16,459.3463 ha después del proyecto (ver Tabla 13). Las superficies identificadas como de mediano grado de conservación incrementara su superficie en casi 6,000 ha. Las superficies con bajo grado de conservación se incrementarían en casi 3,000 ha.

Tabla 13. Cobertura futura de las diferentes categorías de conservación y fragilidad en la estructura y funcionalidad del SAR.

Grado de conservación y fragilidad	Superficie después del proyecto (Ha)	Superficie antes del proyecto (HA)	Superficie afectada directamente por el proyecto
Alta	16,459.3463 (17.4% del SAR)	26,666.8308 (27.4% del SAR)	105.46 (>1% del SAR)
Media	27,448.1151 (28.9% del SAR)	21,125.2737 (21.9% del SAR)	96.30 (>1% del SAR)
Baja	50,942.0478 (53.7% del SAR)	48,558.2364 (50.39% del SAR)	422.9007 (>1% del SAR)

Riqueza y Diversidad faunística

Atendiendo a los atributos de las categorías de conservación y fragilidad del SAR (ver Figura 7), en ausencia de medidas adecuadas de mitigación, se espera una reducción a mediano y largo plazo en la





riqueza específica, diversidad  $\beta$  e índices de diversidad en la superficie de casi 10,000 ha, que cambiarán su grado de conservación de alto a mediano y en las casi 3,000 ha que cambiarán su grado de conservación de mediano a bajo. Debe enfatizarse **que dichos cambios tendrán su origen en la pérdida de conectividad de fragmentos de selva baja caducifolia, debido a modificaciones a los corredores biológicos más importantes, dentro del SAR.** Las poblaciones de especies especialistas e incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 resentirán a corto y mediano plazo los efectos de insularización, efecto de borde, aglomeración y exclusión, particularmente en los fragmentos de selva baja caducifolia Cerro Tencuancoalco-Diolochi, Cerro El Tecolote-Cerro Coachi, Cerro Ancho-Cerro Largo. Ello implica que la principal afectación hacia el SAR será indirecta.

En las casi 624.67 ha (0.7% de la superficie del SAR) que serán afectadas de manera directa por el proyecto, se espera una reducción a corto plazo en la riqueza específica y diversidad. Además de afectaciones al tamaño poblacional de especies especialistas e incluidas dentro de categorías de riesgo.



**Figura 7. Atributos de las categorías de conservación y fragilidad de la estructura y funcionalidad del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.**

### Erosión

Se generaron dos escenarios tendenciales a partir del cambio del uso del suelo a causa de la construcción de la carretera y los cambios climáticos previstos para el año 2020. Según la Tercera Comunicación Nacional del Programa de Cambio Climático publicado en la página del Instituto Nacional de Ecología (INE, 2009) se prevé un incremento de la temperatura y una disminución del 15% para las precipitaciones en un escenario futuro



(2020). Por otra parte el uso del suelo y la vegetación se verán modificados por la construcción de la carretera, que implicará desmonte de las áreas afectadas, así como, cambios de la vegetación y de la pendiente original del terreno.

Para calcular cómo será afectada la erosión en los escenarios futuros se genera una matriz que toma en cuenta las condiciones del momento inicial (datos del año 2005) y los cambios que presentará el uso del suelo, la vegetación y la pendiente a causa del cambio climático y de la construcción de las obras propuestas. Para facilitar la comprensión del tema y alcanzar el grado de detalle necesario se analizarán los escenarios de erosión eólica por un lado y los de erosión hídrica por otro lado.

En la Figura 8 se presentan las clases de erosión eólica actual, para el año 2020 con obra y para el año 2020 sin obra. Se puede observar que en el futuro habrá una disminución aproximada del 1% en la superficie del SAR que actualmente no presenta erosión. Actualmente la erosión eólica Ligera afecta al 45.6% de la superficie del SAR, sin embargo en el futuro este porcentaje disminuirá en 12.4 y 13.4% para el escenario con obras y sin obras respectivamente. Compensado estas disminuciones en las clases de erosión eólica se estima un incremento de 5.8% y 6.2% en el escenario con obra y sin obra para el grado de erosión Moderada. Por otra parte aparecerá el grado de erosión Muy alta en 7.6% de la superficie del SAR para el año 2020 con obra y 7.1% de la superficie para el año 2020 sin obra. La erosión eólica se incrementará en general en los escenarios futuros.

En la Figura 9 se puede observar la cantidad de hectáreas por tipo de erosión eólica, y en la se representan gráficamente los escenarios previstos para el año 2020 con y sin obra.

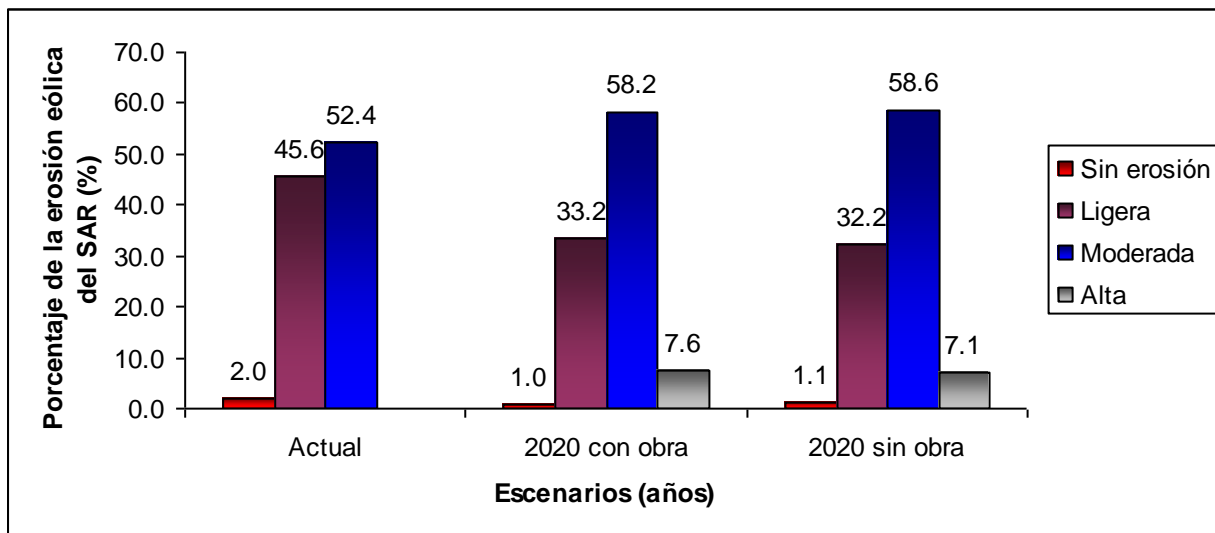


Figura 8. Clases de Erosión eólica actual, para el año 2020 con obra y sin obra.

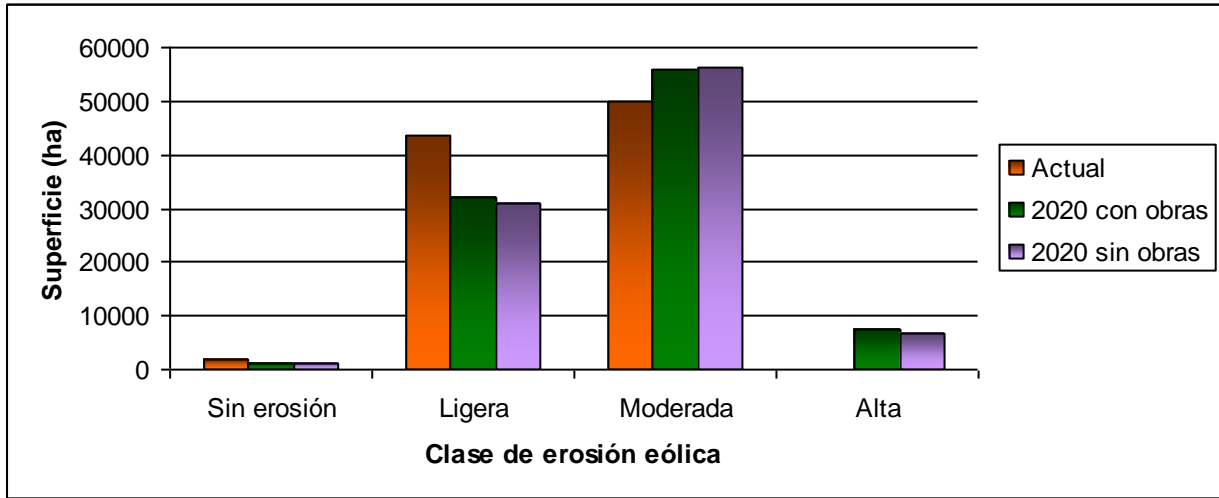


Figura 9. Superficie que ocupa cada clase de erosión eólica para los años 2005, 2020 con obra y 2020 sin obra.

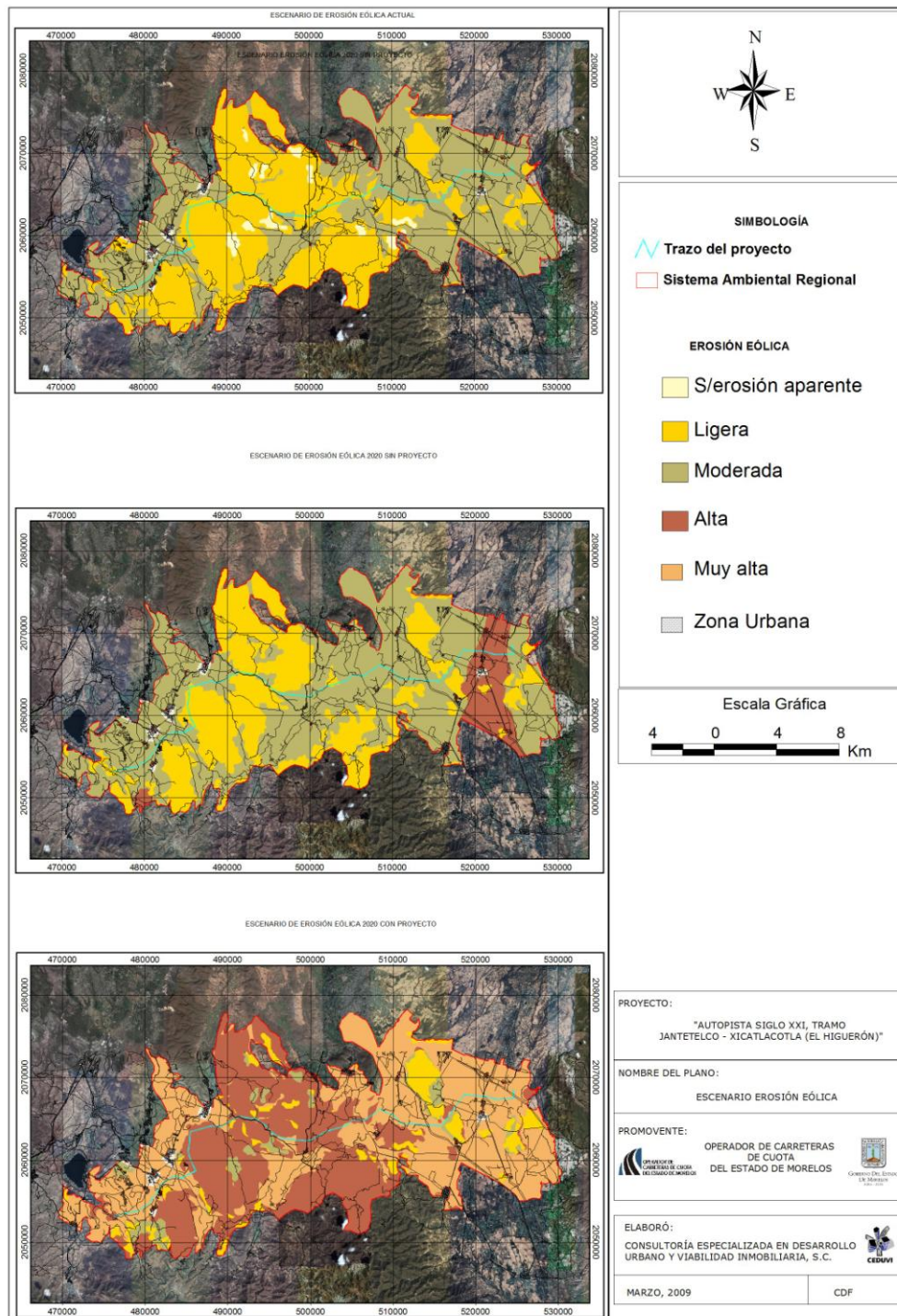


Figura 10. Escenario de erosión eólica actual, con y sin proyecto.

En la Figura 11 se pueden observar las clases de erosión hídrica actual, para el año 2020 con obra y para el año 2020 sin obra. Se estimó que en el futuro habrá un incremento de 3.8 y 0.3% para las clase Moderada



de erosión hídrica en el escenario con obra y sin obra para el año 2020. Actualmente la erosión hídrica alta afecta al 20.5% del área del SAR y en el futuro este porcentaje se incrementará en 32.7% y 6.2% para el escenario con obras y sin obras respectivamente. La clase de erosión hídrica Muy Alta actualmente es de 66.3% pero en los escenarios futuros será de 29.9% y 60.0% para los escenarios con obra y sin obra en el 2020. En la Figura 12 se puede observar la cantidad de hectáreas por tipo de erosión hídrica.

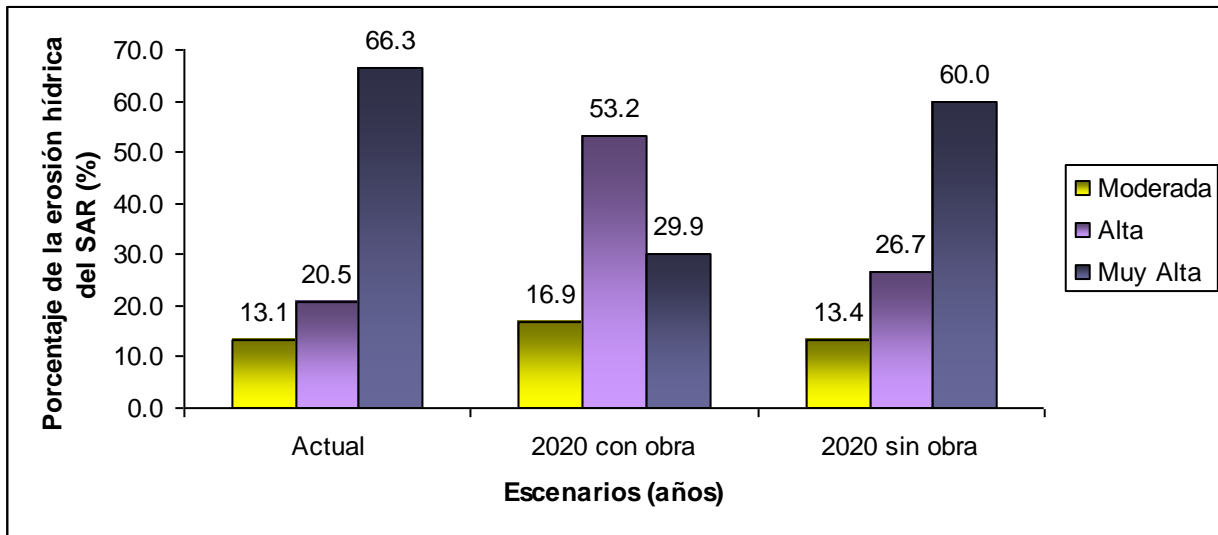


Figura 11. Escenarios para la erosión hídrica para los años 2005, 2020 con obra y 2020 sin obra.

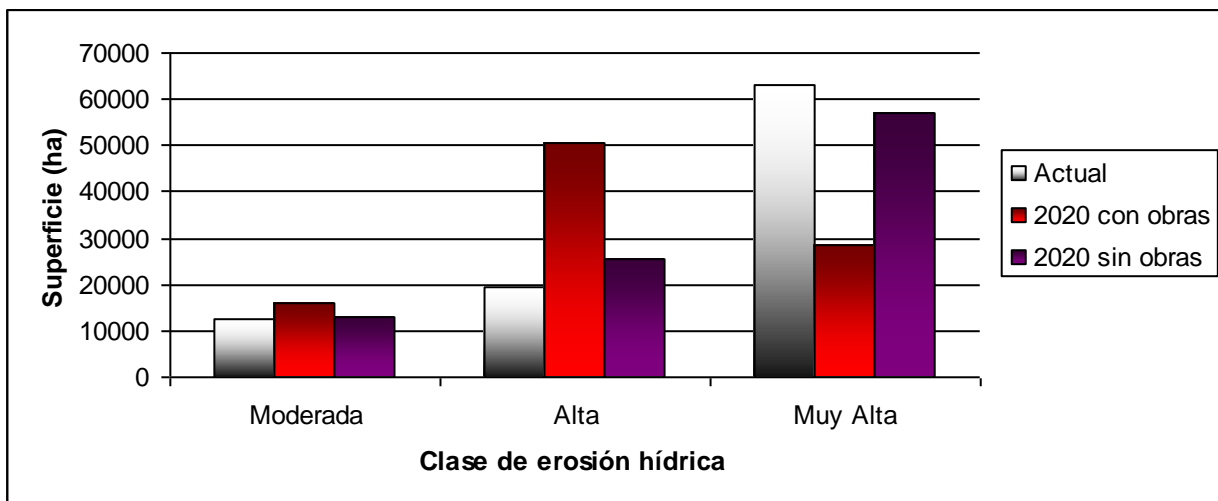


Figura 12. Superficie que ocupa cada clase de erosión hídrica para los años 2005, 2020 con obra y 2020 sin obra.



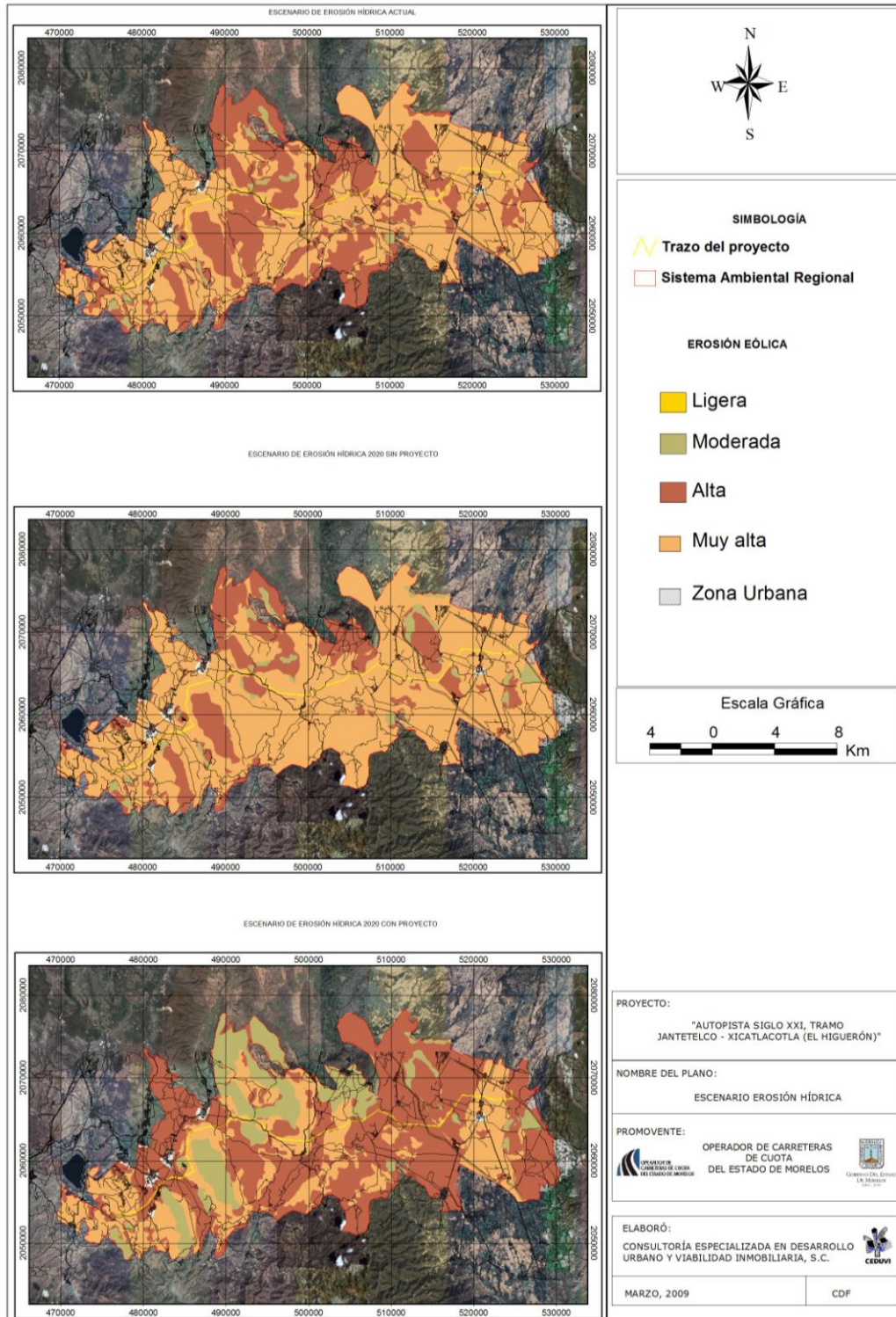


Figura 13. Escenario de erosión hídrica actual, con y sin proyecto.



## V.7 Bibliografía consultada

Arroyo-Cabrales, J. & Pérez, S. 2008. *Choeronycteris mexicana*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on **09 June 2009**.

Anthony, R. G. and F. B. Isaacs. 1989. Characteristics of bald eagle nest sites in Oregon. Journal of Wildlife Management 53: 148-159.

Bafaluy, J. J. 2000. Mortandad de murciélagos por atropello en carreteras del sur de la provincia de Huesca. Galemys, 12(1)

Baker, M. D. and M. J. Lacki. 1997. Short-term changes in bird communities in response to silvicultural prescriptions. Forest Ecology and Management 96: 27-36.

deMaynadier, P. G. y M. L. Hunter, Jr. 1995. The relationship between forest management and amphibian ecology: a review of the North American literature. Environmental Reviews 3: 230-261.

Gende, S. M., M. F. Willson, B. H. Marston, M. Jacobson and W. P. Smith. 1998. Bald eagle nesting density and success in relation to distance from clearcut logging in southeast Alaska. Biological Conservation 83: 121-126.

Forman, R. T. T. In press. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. Conservation Biology .

Hargis, C. D., J. A. Bissonette and D. L. Turner. 1999. The influence of forest fragmentation and landscape pattern on American martens. Journal of Applied Ecology 36: 157-172.

Mace, R. D., J. S. Waller, T. L. Manley, L. J. Lyon and H. Zuuring. 1996. Relationships among grizzly bears, roads and habitat in the Swan Mountains, Montana. Journal of Applied Ecology 33: 1395-1404.

Mech, L. D., S. H. Fritts, G. L. Radde y W. J. Paul. 1988. Wolf distribution and road density in Minnesota. Wildlife Society Bulletin 16: 85-87.

PMVC (2003). Mortalidad de vertebrados en carreteras. Documentos técnicos de Conservación. 4 Proyecto provisional de seguimiento de la Mortalidad de Vertebrados en Carreteras (PMVC), Sociedad para la Conservación de los Vertebrados, Madrid, 350 pp.

Oxley, D. J., M. B. Fenton y G. R. Carmody. 1974. The effects of roads on populations of small mammals. Journal of Applied Ecology 11: 51-59.

Rosenberg, D. K., K. A. Swindle and R. G. Anthony. 1994. Habitat associations of California red-backed voles in young and old-growth forests in western Oregon. Northwest Science 68: 266-272.

Trombulak, S. C. y C. A. Frissell. In press. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. Conservation Biology.

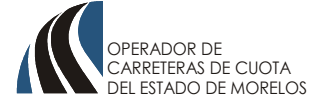


Gobierno del Estado  
de Morelos  
2006 - 2012

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

### AUTOPISTA SIGLO XXI

#### TRAMO JANTETELCO – XICATLACOTLA (EL HIGUERON) Varios Municipios del Estado de Morelos



Van Dyke, F. G., R. H. Brocke, H. G. Shaw, B. B. Ackerman, T. P. Hemker and F. G. Lindzey. 1986. Reactions of mountain lions to logging and human activity. *Journal of Wildlife Management* 50: 95-102.

Wilkins, K. T. 1982. Highways as barriers to rodent dispersal. *Southwestern Naturalist* 27: 459-460.







## ÍNDICE GENERAL

VI.1	Clasificación de las medidas de mitigación.....	1
VI.2	Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas.....	2
VI.3	Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación .....	11
VI.4	Impactos acumulativos, sinérgicos y residuales .....	11

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Medidas de mitigación agrupadas por componente ambiental, se incluyen los impactos que no son perceptibles a nivel SAR ni son significativos.....	3
----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---





## VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En este capítulo se incluirán las medidas de prevención, mitigación y compensación aplicables al proyecto para prevenir, mitigar o compensar los efectos producidos al ambiente por la construcción e implementación del mismo.

Como resultado de la identificación y evaluación de los impactos ambientales realizada en el capítulo V del presente estudio, se identificaron cinco impactos ambientales de carácter adverso, por lo que en el presente capítulo se considerarán las medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables al proyecto de acuerdo a las limitaciones ambientales, técnicas y económicas del mismo, el objetivo de incluir este tipo de medidas se debe a que ayudarán a prevenir los impactos ambientales que se desarrollen a causa de la construcción y operación del proyecto, así como a reducir los impactos limitando algunas actividades de diversas formas, o compensando el impacto, con lo cual se reemplazaría o proporcionarían ambientes sustitutos. Es importante señalar que en la mayoría de los proyectos las acciones que ayudan a prevenir los impactos ambientales del mismo tienen una mayor importancia debido a que siempre es deseable evitar impactos adversos en el ambiente que originarlos; asimismo, el prevenir resulta mucho menos costoso que el reducir o compensar los impactos ambientales.

Por tanto, la aplicación de las medidas de mitigación tiene como principal finalidad mantener la integridad ecológica funcional del Sistema Ambiental Regional en el cual se inserta el proyecto, para comprobar la funcionalidad de las medidas se requiere de la incorporación de indicadores a partir de los cuales se pueda evaluar la efectividad de las medidas de mitigación durante el desarrollo del proyecto y su operación.

Además de las medidas preventivas y de mitigación, también se proponen las medidas compensatorias para los impactos ambientales que no son susceptibles de prevención ni de reducción. Dichas medidas, contrarrestan la alteración al ambiente, a través de la aplicación de acciones con efectos positivos que compensan los impactos negativos disminuyendo así el impacto final.

Cabe señalar que aun y cuando algunos de los impactos se consideraron como no perceptibles o no significantes a nivel SAR, también se propusieron las medidas necesarias para prevenir y aminorar dichos impactos.

### VI.1 Clasificación de las medidas de mitigación

De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, las medidas de mitigación son el "conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualesquiera de sus etapas".

Las medidas de mitigación que se aplicarán a través del desarrollo del proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco - Xicatlacotla (El Higuero)" se definen como sigue:

**Medidas Preventivas:** Son el conjunto de disposiciones o actividades anticipadas que tiene como finalidad evitar el deterioro del ambiente.



**Medidas de Compensación:** Se consideran como una indemnización, pago o prestación de servicio que se abona para reparar un daño o un perjuicio al ambiente.

**Medidas de Reducción:** Son las medidas encauzadas a disminuir emisiones contaminantes, residuos u otros impactos que afecten al ambiente.

## VI.2 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas

A continuación se presentan los impactos y las medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se proponen para atenuar los impactos ambientales que se produzcan durante la construcción y operación del proyecto.



**Tabla 1. Medidas de mitigación agrupadas por componente ambiental, se incluyen los impactos que no son perceptibles a nivel SAR ni son significativos.**

Medidas de mitigación					
Componente Ambiental afectado	Etapas de aplicación de la medida	Impacto atendido	Carácter de la medida	Medidas generales	Medidas específicas y/o programas
Aire	Preparación del Sitio y construcción	<p>IMPACTO 1:</p> <p>Emisión de partículas suspendidas de polvo por la construcción de terracerías y estructuras.</p> <p>Asimismo, con estas medidas también se aminorarán los impactos que se produzcan por la emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores empleados durante las actividades de despalle y desmonte, así como el ruido producido por dichos vehículos y maquinaria.</p>	Preventiva	<p>Se cumplirá con los límites establecidos dentro de la NOM-041-SEMARNAT-2006, en la cual se establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de vehículos automotores que establece dicha norma.</p> <p>Se cumplirá con los límites establecidos dentro de la NOM-045-SEMARNAT-1996. En la cual se establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.</p> <p>Se dará mantenimiento periódico a la maquinaria, el mantenimiento tiene como objetivo detectar fallas en los motores que pudieran incrementar las emisiones de gases y partículas al ambiente.</p> <p>Para evitar la dispersión de polvos durante las actividades de desmonte y despalle se regaran con agua tratada las áreas con suelo no consolidado por las que transitan los vehículos automotores, maquinaria y/o equipo.</p> <p>Para evitar la dispersión de polvos durante el transporte de material o retiro de suelo o estrato vegetal, los camiones que transporten dichos materiales deberán estar cargados a <math>\frac{3}{4}</math> partes de su capacidad y cubiertos con lona.</p> <p>Se cumplirá con los límites máximos permisibles establecidos dentro de la NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-081-SEMARNAT-1994, referente a la emisión de ruido.</p>	-----





Medidas de mitigación						
Componente Ambiental afectado	Etapas de aplicación de la medida	Impacto atendido	Carácter de la medida	Medidas generales	Medidas específicas y/o programas	
				Se establecerá un horario de trabajo, las actividades que se desarrollarán durante la etapa de preparación del sitio se limitarán a un horario, con el fin de reducir las molestias a los receptores del ruido.		
Suelo	Preparación del Sitio y construcción	IMPACTO 2.  Pérdida de suelo orgánico debido al desmonte y despalme de la zona.	Preventiva	Se evitará desmontar cualquier otra área fuera del derecho de vía o de las áreas que se emplearán para los entronques.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Manejo y Disposición de Residuos Sólidos No Peligrosos, Peligrosos y Líquidos</li> </ul>	
			Reducción	El suelo vegetal obtenido de las etapas de desmonte y despalme será acamellonado y utilizado en la estabilización de taludes por lo que será mejorado con el picado del material vegetal.		
			Reducción	El suelo vegetal acamellonado deberá protegerse con lonas a fin de evitar su dispersión y pérdida a causa de elementos naturales como el viento y la lluvia.		
	Operación y mantenimiento		Reducción	Plantación de pastos, especies arbóreas y arbustivas en los taludes, ayudarán en la estabilidad de los mismos, así como evitarán mayor pérdida de suelo vegetal al no encontrarse expuesto a fenómenos meteorológicos como la lluvia y el viento.		
	Preparación del Sitio y construcción		IMPACTO 3. Afectación a las características fisicoquímicas del suelo por el inadecuado manejo y disposición de los residuos durante las	Preventiva		Se colocarán tambos debidamente etiquetados para llevar a cabo la adecuada disposición de residuos sólidos no peligrosos.
				Preventiva		Se elaborará e implementará un <b>Programa de Manejo y Disposición de Residuos Sólidos No Peligrosos, Peligrosos y Líquidos</b> , a fin de evitar el inadecuado manejo y disposición de dichos residuos dentro del trazo del proyecto.





Medidas de mitigación					
Componente Ambiental afectado	Etapas de aplicación de la medida	Impacto atendido	Carácter de la medida	Medidas generales	Medidas específicas y/o programas
		etapas de preparación del sitio y construcción	Reducción	Los residuos productos de la construcción serán depositados en los bancos de tiro o cualquier otro sitio que señale la autoridad correspondiente para su disposición final, con el objeto de que su disposición sea llevada de manera ordenada y adecuada, con lo cual se evitará la inadecuada disposición de residuos dentro y fuera del derecho de vía del proyecto.	
			Preventiva	Se prohibirá tirar basura a través de la colocación de letreros restrictivos que indiquen dicha leyenda, asimismo, se llevarán a cabo pláticas de concientización dirigidas hacia los trabajadores a fin de que estos acaten las disposiciones y acciones establecidas para evitar la afectación a los componentes ambientales.	
			Reducción	En caso de que existiera un derrame accidental de combustibles, el área afectada será removida y tratada de manera especial a fin de evitar en lo posible la afectación al suelo.	
			Preventiva	El manejo de los residuos peligrosos que se generen por el mantenimiento de la maquinaria y equipo empleados durante las etapas del proyecto serán manejados por una empresa especializada que cuente con los documentos que la acrediten ante las autoridades competentes para llevar a cabo dichas actividades.	
			Preventiva	No se permitirá el vertido de ningún tipo de residuo peligroso y/o líquido al suelo, con el fin de evitar la contaminación del mismo.	
Hidrología superficial	Preparación del Sitio y construcción	IMPACTO 4. Afectación al flujo	Preventiva	Se evitará a toda costa depositar residuos (material vegetal, residuos domésticos, residuos de construcción) cerca de cuerpos de agua o en zonas con pendientes pronunciadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Manejo y Disposición de Residuos</li> </ul>





Medidas de mitigación					
Componente Ambiental afectado	Etapas de aplicación de la medida	Impacto atendido	Carácter de la medida	Medidas generales	Medidas específicas y/o programas
		laminar, escurrimiento superficial e infiltración debido a la construcción de terracerías, estructuras y pavimentos.	Reducción	con el fin de evitar el arrastre de los mismos hacia cuerpos de agua que puedan causar su azolve. Evitar en lo posible la modificación de los patrones de drenaje a causa de barreras artificiales como los residuos productos de la construcción y/o residuos sólidos domésticos, así como el acamellonamiento de suelo vegetal	Sólidos No Peligrosos, Peligrosos y Líquidos
		Inadecuado manejo de residuos	Preventiva	Llevar a cabo un <b>Programa de Manejo y Disposición de Residuos Sólidos No Peligrosos, Peligrosos y Líquidos</b> , con el fin de proporcionar las acciones necesarias para evitar la contaminación de los cuerpos de agua que se localicen a lo largo del trazo del proyecto.	
			Preventiva	Se evitará a toda costa depositar residuos (material vegetal, residuos domésticos, residuos de construcción) cerca de cuerpos de agua o en zonas con pendientes pronunciadas con el fin de evitar el arrastre de los mismos hacia cuerpos de agua y con esto evitar su contaminación.	
			Preventiva	Quedará prohibido verter aguas residuales a cuerpos de agua, por lo cual se contratará el servicio de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 o 25 trabajadores, con el fin de que una empresa especializada sea la encargada de llevar a cabo el adecuado manejo y disposición final de las aguas residuales producidas.	
			Preventiva	En caso de llevar a cabo el mantenimiento de maquinaria y/o equipo, dicho mantenimiento será llevado a cabo por la misma empresa que rente el equipo, asimismo, se prohibirá verter cualquier tipo de residuo peligroso en cuerpos de agua, asimismo, dicho mantenimiento se realizará lejos de cualquier cuerpo de agua	





Medidas de mitigación					
Componente Ambiental afectado	Etapas de aplicación de la medida	Impacto atendido	Carácter de la medida	Medidas generales	Medidas específicas y/o programas
Hidrología subterránea			Preventiva	Se delimitará el área que ocupará la carpeta asfáltica con el fin de evitar invadir otras áreas, lo anterior tiene como objeto evitar la reducción de zonas libres para la captación de agua pluvial.	
			Reducción	Se construirán dispositivos que permitan seguir los patrones de drenaje como son cunetas, contracunetas, bordillos, lavaderos, etc. A fin de enviarlos a zonas de recarga.	
			Reducción	Dentro de las estructuras que se elaborarán para mantener el flujo hidrológico se encuentra la construcción de 217 obras de drenaje entre las que se encuentran: 34 alcantarillas de lámina, 95 alcantarillas de tubo de lámina, 71 alcantarillas de mampostería y 17 puentes.	
Vegetación (Flora)	Antes de inicio de actividades	IMPACTO 5.  Pérdida de 30 ha. de SBC con algún grado de perturbación, por las actividades de desmonte.	Compensatoria	Se deberá realizar el pago de compensación por el cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales a la CONAFOR de acuerdo a lo que se determine dentro del Estudio Técnico Justificativo elaborado para el presente proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Rescate de especies de flora incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y/o apéndices de la CITES.</li> <li>Programa de Rescate (Traslocación de especies de Fauna incluidas dentro de categorías de riesgo presentes en el derecho de vía del proyecto)</li> </ul>
	Antes de inicio de actividades		Reducción	Se deberá llevar a cabo el rescate de individuos pertenecientes a especies que se incluyan dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y/o apéndices de la CITES, para lo cual se elaborará e implementará un <b>Programa de Rescate de rescate de especies de flora incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y/o apéndices de la CITES.</b>	
	Preparación del sitio		Preventiva	Se realizará una visita previa al sitio donde se llevará a cabo el desmonte con el fin de delimitar las áreas a desmontar evitando la afectación a zonas aledañas, solo se desmontará la línea de ceros.	







Medidas de mitigación					
Componente Ambiental afectado	Etapas de aplicación de la medida	Impacto atendido	Carácter de la medida	Medidas generales	Medidas específicas y/o programas
	Preparación del sitio		Preventiva	En el caso de encontrar individuos arbóreos de grandes dimensiones (principalmente de gran altura) durante las actividades de desmonte y despalme, se deberá realizar su retiro siguiendo técnicas de derribo direccionado, con el objeto de evitar la afectación a otros elementos arbóreos que se encuentren fuera del derecho de vía a causa del derribo de dichos árboles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Reforestación con especies nativas</li> </ul>
	Preparación del Sitio y construcción		Reducción	El material vegetal producto del despalme será ocupado para el recubrimiento de los taludes y terraplenes, así como los pisos, fondo de excavaciones y taludes de los bancos al término de su ocupación, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impidan el drenaje o que no invadan cuerpos de agua, lo anterior con el fin de favorecer el desarrollo de la vegetación, se le adicionarán semillas de pastos o de vegetación propia de la zona adecuada al paisaje y que no impida la buena visibilidad.	
	Construcción y operación y mantenimiento		Reducción	Se realizará e implementará un Programa de Reforestación con especies nativas	
Fauna	Antes de inicio de actividades	IMPACTO 6: Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde, riesgo de atropellamiento, efecto del ruido y de la luz de los vehículos sobre la fauna.	Reducción	Se implementará un Programa de Rescate (Traslación de especies de Fauna incluidas dentro de categorías de riesgo presentes en el derecho de vía del proyecto, cabe señalar que dicho programa aún y cuando está dirigido al rescate y protección de los individuos que se encuentren dentro de la norma oficial (NOM-059-SEMARNAT-2001), también se empleará para el rescate de cualquier individuo que se encuentre dentro del derecho de vía y que pudiera ser afectado por las actividades del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Rescate (Traslación de especies de Fauna incluidas dentro de categorías de riesgo presentes en el derecho de vía del proyecto)</li> <li>Construcción de pasos de</li> </ul>



Medidas de mitigación					
Componente Ambiental afectado	Etapas de aplicación de la medida	Impacto atendido	Carácter de la medida	Medidas generales	Medidas específicas y/o programas
	Preparación del sitio		Reducción	Se evitará colocar residuos o materiales fuera del derecho de vía los cuales puedan impedir el tránsito de organismos.	fauna y cercado de vía
	Preparación del Sitio y construcción		Reducción	Realizar las actividades de desmonte y despalme en etapas, con lo cual se permitirá el desplazamiento de las especies a áreas contiguas.	
			Reducción	Se reducirán los límites de velocidad durante el tránsito en zonas donde se haya detectado la mayor presencia de especies (zonas críticas).	
			Reducción	Se llevarán a cabo pláticas de concientización a los trabajadores en las cuales se prohíba la captura o daño de animales silvestres.	
			Reducción	Se prohibirá la introducción de especies exóticas.	
			Reducción	Llevar a cabo técnicas de mejoramiento del hábitat, lo cual proveerá de hábitats más adecuados a las especies que sean desplazadas.	
	Construcción y operación y mantenimiento		Reducción	Se llevará a cabo la construcción de pasos de fauna (obras de drenaje menor) lo que ayudará a evitar la barrera que forma la misma carretera.	
	Construcción y operación y mantenimiento		Reducción	Llevar a cabo técnicas de mejoramiento del hábitat, lo cual proveerá de hábitats más adecuados a las especies que sean desplazadas.	
Se llevará a cabo un <b>Programa de Reforestación de Especies Nativas</b> , dicha reforestación se llevará a cabo en el derecho de vía del proyecto, e incluirá la reforestación de estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo, lo que aumentará la					





Medidas de mitigación					
Componente Ambiental afectado	Etapas de aplicación de la medida	Impacto atendido	Carácter de la medida	Medidas generales	Medidas específicas y/o programas
				creación de hábitats artificiales para especies de mamíferos y reptiles pequeños así como de aves.	
Paisaje	Operación y mantenimiento	IMPACTO 7. Afectación al paisaje por la ruptura visual, el inadecuado manejo de residuos y pérdida de conectividad.	Reducción	Llevar a cabo técnicas de mejoramiento del hábitat, lo cual proveerá de hábitats más adecuados a las especies que sean desplazadas, esto se realizará a través de un <b>Programa de Conservación y Mejoramiento del Hábitat en los corredores Biológicos Barranca la Cuera - Barranca Seca-Cerro de las Trincheras y Programa de mejoramiento del hábitat en los fragmentos de selva baja caducifolia Cerro Temilpa - Palo Grande y Santa María - El Mirador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Conservación y Mejoramiento del Hábitat en los corredores Biológicos Barranca la Cuera - Barranca Seca-Cerro de las Trincheras.</li> <li>Programa de mejoramiento del hábitat en los fragmentos de selva baja caducifolia Cerro Temilpa - Palo Grande y Santa María - El Mirador</li> </ul>





El desglose de las medidas de mitigación, específicamente de las medidas y/o programas específicos se presenta en el capítulo VII del presente estudio.

### VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación

Programa de monitoreo de las medidas de mitigación

Las medidas de mitigación expuesta arriba deberán estar incluidas dentro de un **Programa de Seguimiento de la Calidad Ambiental**. Dicho programa será el instrumento a partir del cual se establezcan los procedimientos y los medios para alcanzar los objetivos planteados, para cada uno de los programas ambientales específicos, así como las medidas de prevención y reducción mencionadas anteriormente, asimismo, el objetivo del Programa de Seguimiento es incluir todas las medidas y programas específicos con el fin de proponer los indicadores ambientales necesarios para monitorear el cumplimiento y eficacia de las medidas establecidas.

Dentro del programa de Seguimiento de la Calidad Ambiental, se describirá brevemente en qué consiste la aplicación de cada uno de los programas específicos planteados, incluyendo los objetivos, alcances, metodologías, técnicas de evaluación, indicadores ambientales que permitan llevar a cabo el monitoreo de la eficacia de la medida, y reportes sobre los avances en el cumplimiento de las actividades o acciones establecidas en cada uno de los programas.

La finalidad del seguimiento es:

- a) Proporcionar información permanente a los responsables y técnicos del programa sobre el avance en la ejecución de las actividades del mismo, la forma de utilización de los recursos disponibles y el nivel de logros de los resultados esperados,
- b) Facilitar a través de lineamientos claros, la tarea de modificar lo anteriormente planificado e,
- c) Introducir modificaciones oportunamente en el programa.

A través del desarrollo del proyecto se generarán impactos ambientales adversos, algunos de los cuales se presentarán en todas las etapas y en otros casos se limitarán a una etapa. Por lo anterior, las medidas de mitigación propuestas se realizarán en proporción con la duración de los impactos.

### VI.4 Impactos acumulativos, sinérgicos y residuales

De acuerdo con el artículo 3º del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, los impactos acumulativos se definen como *"el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente"*, por otra parte, los impactos sinérgicos se definen como *"aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente"*, en concordancia con lo anterior, a continuación se presentan los impactos acumulativos y sinérgicos identificados para el proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuérón)" en cada uno de los componentes ambientales que integran al SAR del proyecto.



- **Aire:**

La afectación a la calidad del aire se considera un impacto acumulativo, ya que como se menciona en el apartado de evaluación (capítulo V de la presente MIA-R), este componente actualmente es afectado por las actividades industriales que se presentan en la zona, así como por las actividades agrícolas ya que se producen emisiones de gases durante la cosecha de caña, además será afectado aunque de manera puntual y con una duración corta durante las etapas que conlleva el proyecto, de igual forma dentro de las etapas que se desarrollarán para llevar a cabo el proyecto, la afectación a este factor ambiental será producida principalmente por el empleo de maquinaria y equipo que opere durante cada una de las actividades.

- **Suelo**

En el caso del componente ambiental suelo, es necesario señalar que este componente ya se encontraba afectado por varias causas:

- Pérdida de suelo a causa de las actividades productivas que se llevan a cabo dentro del SAR del proyecto, específicamente a causa de las actividades agropecuarias.
- Pérdida de suelo por el desmonte de áreas forestales para la ocupación de tierras como áreas de cultivo o pastoreo, así como para asentamientos humanos irregulares.
- Contaminación del suelo por el inadecuado manejo de residuos domésticos e industriales

Aunado a lo anterior las afectaciones producidas a este componente por las obras y/o actividades que se llevarán a cabo para la implementación del proyecto se adicionarán a las que existen actualmente, por lo que se considera un impacto acumulativo.

Por otro lado, es importante señalar que este factor también es afectado por la contaminación producida por el inadecuado manejo de residuos, asimismo, es posible durante la construcción del proyecto que se generen residuos, los cuales si son manejados y dispuestos de manera inadecuada pueden llegar a contaminar el suelo, por lo que este impacto se considera acumulativo.

- **Hidrología superficial y subterránea**

Actualmente dentro del SAR se ha identificado que una de las principales actividades que ocasiona la contaminación de los cuerpos de agua es la inadecuada disposición de residuos producto de los asentamientos humanos que se ubican cercanos a los mismos, así como, el uso de agroquímicos, aunado a eso, el proyecto generará residuos, por lo que si no se les da un adecuado manejo y disposición pueden ocasionar la contaminación de cuerpos de agua superficiales asimismo, la infiltración de lixiviados producto del inadecuado manejo de residuos puede ocasionar la contaminación de cuerpos de agua subterráneos, por lo antes señalado este impacto se consideró como acumulativo.

- **Vegetación**

La vegetación dentro del SAR actualmente es afectada por el desmonte de áreas forestales para su ocupación como zonas agropecuarias, asimismo, las áreas desmontadas han aumentado por el uso de estas zonas para asentamientos humanos, por lo que ha aumentado la pérdida de especies así como su densidad, encontrando actualmente en la mayoría del SAR campos agrícolas o zonas con vegetación secundaria, por lo



que las actividades de desmonte y despalme que se llevarán a cabo como parte de la preparación del sitio del proyecto se sumarán a las afectaciones antes señaladas.

- **Fauna**

En el caso de la fauna, la pérdida de vegetación ocasiona a su vez la pérdida de hábitat, en consecuencia se afectan los parámetros poblacionales de las especies de fauna que se ubican dentro del SAR del proyecto, además de afectar a las especies incluidas dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 o los apéndices de la CITES, lo anterior es causado por las actividades que implican el desmonte de áreas forestales tales como: actividades agropecuarias y asentamientos humanos irregulares, de igual forma, el proyecto implica la remoción de vegetación, tránsito de vehículos, y generación de ruido, entre otras actividades, que pueden ocasionar la pérdida de organismos o la dispersión de los mismos a áreas con mejores condiciones para su desarrollo.

- **Paisaje**

El paisaje actualmente presenta una ruptura por las actividades antrópicas que se desarrollan en el SAR, asimismo, con la construcción de la carretera también se producirá una ruptura no solo en el aspecto visual sino en su conectividad, por lo cual se consideró como un impacto acumulativo.

Cabe señalar que dentro de los **impactos** que se consideran **residuales** se encuentra:

La modificación de las características fisicoquímicas del suelo, especialmente la pérdida de suelo por las actividades propias del proyecto, ya que no se podrán revertir las condiciones que actualmente imperaban dentro del área del proyecto.

Pérdida de cobertura vegetal, ya que aun y cuando se lleven a cabo actividades de reforestación las condiciones ambientales que imperaban actualmente, principalmente en aquellas zonas que son consideradas como críticas, no volverán a restituirse de la misma forma.

En general, los impactos acumulativos que se detectaron durante la evaluación del proyecto, se presentaron sobre prácticamente todos los componentes ambientales.



## INDICE GENERAL

VII.1	Pronósticos Ambientales Regionales .....	1
VII.2	Programa de monitoreo. ....	4
VII.2.1	Programa de Seguimiento de la Calidad Ambiental .....	4
VII.2.2	Programa de manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos, peligrosos y líquidos. .	6
VII.2.3	Programa de rescate de especies de flora incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y/o apéndices de la CITES. ....	7
VII.2.4	Programa de rescate (Translocación) de especies de fauna incluidas dentro de categorías de riesgo presentes en el derecho de vía del proyecto. ....	10
VII.2.5	Programa de Conservación y Mejoramiento del Hábitat en los corredores Biológicos Barranca la Cuera - Barranca Seca- Cerro de las Trincheras. ....	22
VII.2.6	Programa de mejoramiento del hábitat en los fragmentos de selva baja caducifolia Cerro Temilpa – Palo Grande y Santa María el Mirador. ....	28
VII.2.7	Programa de Reforestación de especies nativas. ....	32
VII.3	Conclusiones .....	38

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Especies de flora presentes en el área de estudio del proyecto incluidas dentro de algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001 y/o los apéndices de la CITES 2007. ....	8
Tabla 2.	Tramos críticos dentro del Proyecto. ....	11
Tabla 3.	Especies de fauna presentes dentro del área de estudio del proyecto, incluidas dentro de alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 y/o apéndices de la CITES 2007. ....	21
Tabla 4.	Localización de los pasos de fauna silvestre dentro de los principales corredores biológicos del Proyecto. ....	23
Tabla 5.	Localización de los pasos de fauna silvestre dentro del Cerro Temilpa-Palo Grande y Cerro Santa María El Mirador. ....	28
Tabla 6.	Áreas propuestas para la reforestación. ....	33

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fotografía de una trampa tipo Pit-fall, empleada en el muestreo de anfibios y reptiles. ....	14
Figura 2.	Cascabel Mohave capturada dentro de una trampa tipo Pit-fall. ....	15
Figura 3.	Disposición de las trampas Sherman para captura de mamíferos pequeños. ....	19
Figura 4.	Acomodo de trampas Tomahawk. ....	20
Figura 5.	Ubicación de los pasos de fauna y áreas críticas para el mejoramiento del hábitat en los corredores biológicos Barranca Seca, Barranca La Cuera y Cerro de las Trincheras. ....	24
Figura 6.	Esquema de un paso inferior de fauna silvestre. ....	25
Figura 7.	Esquema de un paso inferior de fauna silvestre con dos tubos. ....	26
Figura 8.	Ubicación de los pasos de fauna en los Cerros Temilpa-Palo Grande y Cerro Santa María-El Mirador. ....	28



## VII. Pronósticos Ambientales Regionales y Evaluación de Alternativas.

En el escenario final del proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuero)" serán retomados los impactos producidos por la implementación del proyecto, con especial énfasis en los impactos residuales, las medidas de mitigación propuestas así como la dinámica ambiental regional, cabe señalar que, como se mencionó anteriormente la mayoría de los impactos ambientales que fueron identificados en cierta medida serán mitigables.

### VII.1 Pronósticos Ambientales Regionales

Para la construcción del último escenario ambiental es necesario tomar en cuenta las fuentes de cambio existentes en el Sistema Ambiental Regional, con y sin proyecto, por esta razón se presentan las siguientes consideraciones:

En el capítulo IV (específicamente en la sección IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional) se identificaron las tendencias de desarrollo y las actividades que principalmente causan deterioro dentro del SAR del proyecto, entre las actividades que se identificaron se encuentran:

- Actividades Agropecuarias (agricultura y ganadería), cuyos efectos serán reflejados en impactos como: desmontes, erosión, pérdida de vegetación, pérdida de hábitat y contaminación de los suelos.
- Actividades industriales: los efectos que se presentan principalmente se relacionan con la contaminación de aire por la emisión de gases contaminantes, así como la contaminación de cuerpos de agua por el vertido de aguas residuales a dichos cuerpos de agua sin previo tratamiento.
- Asentamientos humanos irregulares: los asentamientos ocasionan el desmonte de áreas con vegetación natural, asimismo, propician la contaminación del suelo, aire y agua por el inadecuado manejo que se les da a los residuos.

Asimismo, dentro de los impactos significativos que se identificaron para el proyecto se encuentran:

- Impacto 1: Emisión de partículas suspendidas de polvo por la construcción de terracerías y estructuras.
- Impacto 2. Pérdida de suelo orgánico debido al desmonte y despalme de la zona.
- Impacto 3. Obras de mantenimiento de la carretera.
- Impacto 4. Afectación al flujo laminar, escurrimiento superficial e infiltración debido a la construcción de terracerías, estructuras y pavimento.
- Impacto 5. Pérdida de 30 ha. de selva baja caducifolia con algún grado de perturbación, por las actividades de desmonte.
- Impacto 6: Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde, riesgo de atropellamiento, efecto del ruido y de la luz de los vehículos sobre la fauna.
- Impacto 7. Afectación al paisaje por la ruptura visual, el inadecuado manejo de residuos y pérdida de conectividad.
- Impacto 8. Acortamiento en los tiempos de traslado y apertura de una nueva ruta para el comercio y el turismo.





Aún así, la mayoría de los impactos ambientales adversos identificados contará con el establecimiento de medidas de mitigación, existirán medidas preventivas, compensatorias y/o de reducción para cada impacto (ver capítulo VI del presente estudio).

Con base en la información mencionada previamente, se presenta el escenario final para cada uno de los componentes ambientales con mayor afectación por la ejecución del proyecto.

### Aire

La calidad del aire que se presenta dentro del Sistema Ambiental Regional actualmente se encuentra afectado por la emisión de gases producto de la cosecha de caña (principalmente dentro de los poblados de Jojutla y Tlaquiltenango), así como por las actividades industriales que se desarrollan en la zona, cabe señalar que debido a las actividades de construcción del proyecto, así como su implementación, se afectará este componente, sin embargo derivado de la evaluación realizada dentro del capítulo V del presente estudio, se observa que la afectación será mínima por la aplicación de medidas de mitigación como son: el mantenimiento de la maquinaria y equipos a través del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas referentes a la emisión de gases contaminantes y los niveles de ruido, de igual forma para minimizar la dispersión de polvos por el tránsito de vehículos y el acarreo de materiales y/o residuos, se dispersará agua en los caminos con suelo no consolidado, dicha agua provendrá de pipas, y se emplearán lonas para evitar la dispersión de polvos y/o residuos durante su transportación. Asimismo, otras medidas de mitigación que se implementarán para aminorar los impactos sobre este componente ambiental es a través del establecimiento de un Programa de Reforestación con Especies Nativas en el cual se plasmarán todas las acciones que se llevarán a cabo para la colocación de una cortina de árboles que sirva para delimitar el trazo de la carretera, con lo cual se amortiguará el impacto audio visual de la misma. Por lo que en relación a este impacto el escenario que se espera será:

Se presentará un impacto acumulativo por las actividades que se desarrollan dentro del SAR sin embargo, con la aplicación de las medidas antes señaladas el impacto será mínimo, aunque dicho impacto persistirá durante la operación del proyecto, aún así no se considera que sea un impacto que afecte la integridad funcional del ecosistema.

### Suelo

El componente ambiental suelo, actualmente se encuentra afectado por las actividades productivas que se presentan en la zona, lo que ha ocasionado la pérdida del mismo a causa de fenómenos de erosión tanto hídrica como eólica, asimismo, dichas actividades han propiciado la modificación en las características fisicoquímicas del suelo, ya que han disminuido la porosidad, permeabilidad, capacidad de retención de agua, entre otras modificaciones, por otro lado, las actividades que se desarrollaran como parte del proyecto también modificarán las condiciones fisicoquímicas del suelo, cabe señalar que en este sentido se plantean pocas medidas que ayuden a reducir el efecto del proyecto sobre este componente, por lo tanto este impacto se considero como un impacto residual dado que la afectación será permanente, sin embargo es necesario precisar que la afectación solo se acotará a la superficie que está destinada a la línea de ceros.

Asimismo, la contaminación del suelo a causa de la inadecuada disposición de residuos constituye otra actividad que ha propiciado la contaminación del suelo, cabe mencionar que se ha considerado la generación de residuos en cada una de las etapas del proyecto y por lo mismo se han establecido medidas que prevengan o reduzcan los efectos causados por estas actividades. En consecuencia este impacto se ha evaluado como un impacto acumulativo.



De acuerdo a los lineamientos anteriores, se espera que la afectación a este componente sea moderada a mínima, esto con la implementación de las medidas de mitigación y prevención establecidas en el capítulo VI del presente estudio, de igual forma se espera que la afectación se lleve a cabo solo en el área de estudio, sin que esto modifique la estructura y funcionalidad del SAR en el que se desarrolla el proyecto.

### **Vegetación y fauna**

La implementación del proyecto deteriorará el componente ambiental vegetación; las especies vegetales se verían reducidas como consecuencia del desmonte y despalme para las instalaciones, no así la pérdida de vegetación estará limitada al derecho de vía del proyecto, sin embargo, dentro del SAR y área de estudio se encuentran otras actividades que contribuyen a la pérdida de la misma, por lo que se trata de un impacto acumulativo, el cual en consecuencia afectará directamente a las especies vegetales e indirectamente al suelo, hidrología, paisaje, y a las especies de fauna silvestre, por la pérdida de hábitat, refugios y alimento. Sin embargo se prevé un escenario final con las siguientes características:

Se contará con diversos programas los cuales ayudarán a aminorar los efectos del proyecto sobre estas especies, estos programas son: Programa de Rescate de rescate de especies de flora incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y/o apéndices de la CITES y Programa de Rescate (Traslación de especies de Fauna incluidas dentro de categorías de riesgo presentes en el derecho de vía del proyecto. De la misma manera, se propone un Programa de Reforestación con especies Nativas, lo que ayudará a crear hábitats para especies de pequeños mamíferos, reptiles y aves, asimismo compensará en cierta medida la pérdida de cubierta vegetal ocasionada por las actividades de desmonte y despalme. Por lo anterior, se espera que el impacto sea mínimo a estos componentes ambientales y que la afectación que se lleve a cabo solo impacte de manera negativa al área del derecho de vía sin interferir en la integridad ecológica del SAR en el que se desenvolverá el proyecto.

Es importante mencionar que para realizar un seguimiento de la efectividad de las medidas de mitigación generales se implementará un Programa de Seguimiento de la Calidad Ambiental mismo que se describe más adelante.

### **Hidrología superficial y subterránea**

La hidrología superficial puede ser modificada por la construcción del proyecto de la siguiente forma:

- a) por la obstrucción de cuerpos de agua superficiales por el almacenamiento de material vegetal y/o materiales,
- b) Contaminación por el inadecuado manejo de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, así como el vertido de aguas residuales a cuerpos de agua.
- c) Modificación en los patrones de escurrimiento y desvío de cuerpos de agua para la realización de excavaciones y cortes.

### **Geomorfología**

Este componente presentará un impacto no perceptible a nivel del SAR, por lo que no constituye un impacto acumulativo ni sinérgico, aún así la afectación a la calidad ambiental y por tanto a la integridad ecológica funcional del SAR se espera no sea afectada.



## Economía

La generación de empleos promoverá un cambio positivo en la economía de local, sin embargo este cambio no será perceptible a nivel SAR.

En general se espera que la construcción del proyecto, afecte lo menos posible al SAR, y que no interfiera con la integridad y continuidad del mismo, aun así, es importante destacar que dentro del SAR son pocos los sitios que presentan una calidad ambiental alta, ya que en la mayoría del SAR la calidad ambiental va de moderada a baja debido a que en la zona se presentan muchas áreas de cultivo o vegetación de acahual de selva baja caducifolia por lo que la continuidad en los ecosistemas es baja, las zonas que presentan una mejor calidad ambiental son las áreas con geoforma de sierra, lomerío o mesetas, dado que en ellas no es muy probable que se lleven a cabo actividades agropecuarias. Por otra parte no se espera afectar o modificar la estructura e integridad ecológica del SAR, dado que la mayoría de los impactos son puntuales y se restringen al área del derecho de vía del proyecto.

## VII.2 Programa de monitoreo.

El monitoreo biológico es necesario para describir la dinámica de las comunidades naturales, las consecuencias de la influencia humana y para predecir y/o prevenir cambios no deseados. En un monitoreo a partir de la evaluación periódica de los elementos ambientales (bióticos y abióticos) se pueden conocer las tendencias de la biota, por lo que proporciona una línea de información base que permite entender el comportamiento de un sistema a través del tiempo.

Para llevar a cabo el monitoreo de las medidas y programas que se establecen en el presente estudio, se deberá elaborar e implementar un **Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental** el cual incluya los indicadores ambientales que permitan verificar la eficacia de las medidas de mitigación y los programas propuestos para aminorar el efecto adverso del proyecto al ambiente.

### VII.2.1 Programa de Seguimiento de la Calidad Ambiental

El Programa de Seguimiento de la Calidad Ambiental, tendrá como fin integrar las acciones y medidas establecidas en el presente proyecto, tomando en cuenta indicadores ambientales que permitan evaluar la eficacia en la aplicación de las medidas y programas establecidos en la presente MIA-R. Por lo anterior, el programa presenta los siguientes objetivos:

#### *Objetivo general:*

Llevar a cabo el monitoreo de las medidas y programas establecidos en el capítulo VI del presente estudio, a fin de verificar el cumplimiento y eficacia de las medidas de mitigación.

#### *Objetivos particulares:*

- Incluir todas y cada una de las medidas establecidas en el capítulo VI del presente estudio, así como los programas específicos propuestos para aminorar el impacto adverso producido por el proyecto.
- Establecer los indicadores ambientales que permitan llevar a cabo el monitoreo de la aplicación y eficiencia de la aplicación de las medidas.





- c) Llevar a cabo el monitoreo de las medidas a través de informes que representen el avance en las mismas y su eficacia, durante todas las etapas del proyecto y durante su operación.

*Alcances:*

A través del Programa de Seguimiento de la Calidad Ambiental, se establecerá un Sistema de Administración Ambiental, en el cual se plasmen las estrategias para dar cumplimiento a las medidas establecidas dentro del presente estudio, asimismo, se establecerán los indicadores ambientales que permitan medir el cumplimiento en las medidas y en caso de detectar tendencias no deseadas se realizarán las modificaciones correspondientes para disminuir los efectos negativos, de igual forma, el Programa de Seguimiento de Calidad Ambiental, permitirá detectar los impactos no previstos y proponer las medidas correctivas adecuadas y velar por su ejecución y eficacia.

*Metodología:*

El programa incluirá una lista de las medidas de mitigación que se aplicarán para aminorar la afectación del proyecto hacia las componentes ambientales del SAR, así como las acciones que se deberán llevar a cabo para el cumplimiento de la misma, se establecerán los indicadores que reflejen la evaluación en la eficacia de las medidas y se programarán los tiempos a los cuales se ajustará cada una de las medidas, asimismo, derivado del programa se realizarán informes de cumplimiento los cuales serán presentados a las autoridades ambientales competentes.

Por otra parte, con el fin de llevar a cabo el seguimiento de todas las acciones se deberá contar con una bitácora ambiental en la cual se registren todas aquellas acciones que se lleven a cabo dentro de los predios en los cuales se desarrollará el proyecto.

*Resultados:*

Como se menciona anteriormente, los resultados se plasmarán en un informe el cual deberá ser presentado ante las autoridades correspondientes para verificar el cumplimiento de las medidas y acciones establecidas en el capítulo VI del presente estudio. Se recomienda que el informe sea presentado semestralmente desde el inicio de la construcción del proyecto, asimismo, se recomienda que dicho informe sea acompañado de un anexo fotográfico que permita avalar el cumplimiento de dichas acciones o actividades encaminadas a minimizar los efectos negativos que se deriven de la construcción del proyecto, por tanto el informe deberá presentar la siguiente información:

- a) Objetivos
- b) Alcances
- c) Metodología
- d) Cronograma de actividades
- e) Resultados



## VII.2.2 Programa de manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos, peligrosos y líquidos.

### Objetivos:

El programa de manejo y disposición de residuos sólidos (peligrosos y no peligrosos) y líquidos tiene como objetivo llevar a cabo el control, manejo y disposición temporal de los residuos, con el fin de evitar la afectación al ambiente por el inadecuado manejo y disposición de los mismos.

### Alcances:

El programa pretende establecer los lineamientos y acciones que permitan evitar a toda costa la contaminación del agua, suelo y aire a causa del inadecuado manejo y disposición de los residuos.

### Metodología:

#### Residuos sólidos no peligrosos

- Quedará Prohibido tirar basura dentro y fuera de las áreas de trabajo
- Se llevará a cabo la colocación de letreros restrictivos en los cuales se prohibirá tirar basura
- Se colocarán tambos de 200 lts. debidamente etiquetados para que se lleve la disposición de los residuos en los mismos
- Se realizarán los convenios o contratos necesarios para el retiro de residuos domésticos (los cuales serán producidos por el personal) y de la construcción (varillas, laminas, cartón, cascajo, etc.), los cuales serán depositados donde indique la autoridad correspondiente.
- En el caso del transporte de residuos productos de la construcción a bancos de tiro autorizados, los camiones que transporten dichos residuos deberán contar con un horario para la transportación, así como deberán estar ocupados a solo  $\frac{3}{4}$  de su capacidad y debidamente cubiertos con lona.
- Se prohibirá depositar residuos de excavaciones, cortes o suelo vegetal fuera del derecho de vía del proyecto, asimismo quedará prohibida su disposición en barrancas, o cuerpos de agua, aún y cuando estos sean intermitentes.

#### Residuos peligrosos

El manejo y disposición de los residuos peligrosos se llevará a cabo de acuerdo a lo establecido en la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como lo establecido dentro de la NOM-052-SEMARNAT-2005.

- Se deberá contar con un área específica para llevar a cabo el mantenimiento de la maquinaria y equipos automotores.
- Se deberán colocar contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos
- El manejo de dichos residuos será llevado a cabo por una empresa encargada en el manejo y disposición de los mismos, dicha empresa deberá estar debidamente acreditada ante la autoridad competente para llevar a cabo dichas actividades.
- Se prohibirá verter dichos residuos en cuerpos de agua o zonas aledañas al derecho de vía.
- En caso de derrame accidental en suelo, se establecerán las medidas adecuadas de remediación de suelo.



- f) El personal deberá contar con equipo de protección durante el manejo de estos residuos con objeto de evitar cualquier tipo de accidente.

#### Residuos líquidos

No se espera producir residuos líquidos, ya que se emplearán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 o 25 trabajadores, y el manejo de las aguas residuales provenientes de los mismos será llevado a cabo por la empresa que preste el servicio de renta de los sanitarios portátiles.

En caso de que se produzcan aguas residuales, éstas serán depositadas en contenedores para su posterior manejo, se evitará verter aguas residuales a cuerpos de agua cercanos al proyecto así como al mismo suelo.

### VII.2.3 Programa de rescate de especies de flora incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y/o apéndices de la CITES.

Tiene por objetivo salvaguardar al mayor número posible de ejemplares de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 de daños físicos por las actividades de desmonte y despilme, propias de la etapa de preparación del sitio.

#### Objetivo:

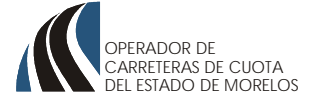
El objetivo principal del programa es reubicar a los individuos pertenecientes a especies de flora incluidas dentro de categorías de riesgo fuera del área de construcción del proyecto. Dicha reubicación se hará en sitios previamente designados para tal fin, dentro de un vivero rústico.

#### Alcances:

- Establecer medidas y acciones tendientes a proteger a la flora silvestre presente dentro del área de construcción del Proyecto, con especial énfasis en especies incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001.
- Establecer las especificaciones técnicas para la construcción de un vivero rústico.
- Indicar las metodologías y/o técnicas empleadas para realizar las acciones de reubicación de individuos de flora.
- Identificar los trámites y requisitos legales necesarios para la implementación de las medidas y acciones propuestas.
- Establecer los costos de implementación de las medidas y acciones propuestas.

Para cumplir con el objetivo planteado se requiere implementar las siguientes acciones:

- 1. Identificación de abundancia y distribución de las especies de flora, incluidas dentro de categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y vulnerables.** Esta actividad tiene por finalidad detectar los sitios, dentro del área de construcción del Proyecto, donde se concentran, en mayor abundancia, las especies de flora incluidas dentro de categorías de riesgo. Las zonas con mayor abundancia de estas especies serán consideradas prioritarias para las actividades de reubicación. Se efectuará la descripción y monitoreo de la abundancia de las especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, así como las incluidas en los apéndices de la CITES, incluyendo como indicador ambiental la abundancia de dichas especies antes y después de la realización del proyecto. Se contempla la realización de un censo de los



organismos vegetales correspondientes a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. El énfasis de las labores de rescate se hará en los tramos contenidos en la Tabla 2.

2. **Reubicación de los individuos pertenecientes a especies incluidas dentro de categorías de riesgo fuera del área de construcción del Proyecto.** En esta actividad, una brigada de biólogos, especialistas en flora, se dará a la tarea de reubicar, a los individuos de flora silvestre fuera del área de construcción del Proyecto antes de las actividades de desmonte y de despalme. De esta forma se salvaguardará la integridad física de los mismos. La reubicación se hará hacia la zona de amortiguamiento y de conservación adyacentes o cercanas a área de construcción del proyecto.
3. **Elaboración de un reglamento de procedimientos concernientes a la protección de flora silvestre.** Dicho manual contendrá una serie de medidas que deberán cumplir los trabajadores y personal de obra durante las etapas de preparación y construcción del sitio, las cuales serán implementadas por el encargado de la obra y/o la residencia ambiental.
4. **Elaboración de una guía de identificación fotográfica de especies incluidas dentro de categorías de riesgo y endémicas.** Esta guía servirá de referencia para que el personal de obra reconozca las especies de flora que deben ser protegidas durante la realización de las diferentes etapas del proyecto.
5. **Realización de talleres de educación ambiental dirigidos al personal de la obra.** Tiene como finalidad dar a conocer, al personal de obra, las medidas y acciones tendientes a proteger a la flora silvestre durante todas las etapas del proyecto.

#### Indicadores a evaluar

Los principales indicadores de éxito del programa serán el Número y porcentaje de sobrevivencia de individuos pertenecientes a especies en riesgo rescatados.

#### Metodología

Las especies susceptibles a ser rescatadas de flora se muestran en la tabla que se presenta en el apartado IV.2.2.1.8 *Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección (NOM-059-SEMARNAT-2001 y CITES, 2007* del capítulo IV de la presente MIA-R.

Cabe señalar que en el caso de la flora los listados que se presentan corresponden al SAR del proyecto, sin embargo, de acuerdo a los resultados de la visita técnica de campo no se identificaron especies que se encuentren listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, mientras que las especies de cactáceas que se identificaron dentro del derecho de vía del proyecto se encuentran enlistadas dentro del apéndice II de la CITES (ver Tabla 1).

**Tabla 1. Especies de flora presentes en el área de estudio del proyecto incluidas dentro de algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001 y/o los apéndices de la CITES 2007.**

Familia	Especie	Estatus de protección
Cactaceae	<i>Cylindropuntia sp</i>	Apéndice II





Familia	Especie	Estatus de protección
Cactaceae	<i>Opuntia atropes</i> Rose	Apéndice II
Cactaceae	<i>Myrtillocactus</i> sp.	Apéndice II
Cactaceae	<i>Stenocereus</i> sp.	Apéndice II

A continuación se presentan las técnicas de rescate, protección y conservación que se implementarán:

- **Rescate:**

Para llevar el rescate de las especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y los apéndices de la CITES, se realizará lo siguiente:

- 1) Se realizará un recorrido previo al inicio de las actividades de desmonte y despalme con el fin de ubicar los individuos de flora que se distribuyan dentro de derecho de vía, específicamente dentro de la línea de ceros y que estén incluidas dentro de los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y/o los apéndices de la CITES.
- 2) Se marcarán con cintas plásticas de colores las especies de flora que presenten las características antes señaladas, asimismo se geoposicionará (empleando coordenadas UTM), y se registrará en bitácora
- 3) Se realizará el rescate empleando la siguiente técnica:

En el caso de cactáceas:

Los individuos a rescatar serán menores a 60 cm de alto, se medirá una distancia del doble del diámetro de la cactácea formando un círculo alrededor de la misma, posteriormente se cavará llegando a una profundidad de 40 a 60 cm dependiendo de la cantidad de raíz que presente el organismo.

Se levantará la cactácea, limpiando cuidadosamente la raíz evitando que los rayos del sol le peguen directamente, se espolvoreará algún enraizador, los organismos rescatados serán transportados (empleando costales de yute o bolsas de papel, tratando de no maltratar las raíces) a un vivero temporal, el cual será acondicionado en alguna área cercana al proyecto.

Para llevar a cabo el trasplante del organismo dentro del vivero, se hará un hoyo o cajete de las mismas dimensiones que el de su procedencia, se colocará una columna de tierra preparada, para garantizar la sobrevivencia de los organismos se agregará un enraizador.

En el caso de las cactáceas columnares, su rescate se hará por medio de esquejes:

Se selecciona el ejemplar de cuál se tomarán los esquejes, debiendo de estar en buenas condiciones de salud. Se identifica, se registra y se georeferencia mediante el uso de un GPS. Con el empleo de un cuchillo de campo esterilizado se cortan los esquejes de entre 15 y 20 cm. de largo. Se aplica polvo secante en un extremo y enraizador en el otro y se envuelven en papel para su traslado. Se dejan pasar 15 días hasta que se aprecie cicatrización en los extremos cortados. Posterior a esto se procede a su trasplante en tierra preparada.

Cabe señalar que la transportación de los individuos se realizará empleando camiones de 3/2 ton. Por lo que la carga se ajustará a la caja del camión, evitando que los organismos se muevan, asimismo, se evitará





estibar más de niveles o capas durante el traslado, a fin de evitar en lo posible la afectación de los organismos, el traslado de los individuos se realizará en horarios recomendados para evitar el estrés de los organismos por ejemplo se deberá llevar a cabo en las primeras horas de la mañana o al atardecer, el traslado será a un vivero temporal el cual se encontrará acondicionado para mantener los organismos rescatados, el tiempo de permanencia de los individuos dentro del vivero durará en tanto no sea posible transplantar a los individuos al derecho de vía del proyecto.

- **Cronograma**

Las actividades de rescate de especies se llevarán a cabo previo al inicio de las obras, con el fin de rescatar al mayor número de organismos que se presenten a lo largo del trayecto. Los monitoreos iniciarán una vez que se lleve a cabo el rescate y se encuentren en el vivero temporal, el seguimiento en vivero se realizará durante la etapa de preparación y construcción, una vez liberados los espacios en los cuales se reubicarán los organismos se llevará a cabo el seguimiento durante los dos años posteriores a su plantación.

Componente	Actividad	Pre-operativa	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
Flora	Rescate				
	Monitoreo				

- **Estudios técnicos requeridos**

Como parte de la propuesta se requiere la realización de los siguientes estudios y/o programas específicos.

**Inventario florístico.** Tiene la finalidad de identificar las especies endémicas e incluidas dentro de categorías de riesgo y detectar los sitios, dentro del área de construcción del Proyecto, donde se concentran en mayor abundancia. Será realizado por personal especializado en la flora regional y contará con el aval de una institución de investigación o universidad pública.

- **Trámites requeridos**

- Obtención del permiso de colecta estipulado en la Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000.

- **Productos de la propuesta**

- Programa de Rescate de especies de Flora incluidas dentro de categorías de riesgo.
- Manual de Identificación de especies de flora incluidas dentro de categorías de riesgo.

#### VII.2.4 Programa de rescate (Translocación) de especies de fauna incluidas dentro de categorías de riesgo presentes en el derecho de vía del proyecto.

Tiene por objetivo salvaguardar al mayor número posible de ejemplares de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y Lista Roja de Especies en Categorías de Riesgo de daños físicos por las actividades de desmonte y despalme, propias de la etapa de preparación del sitio. Dicho Programa será aplicado en todo el trazo del Proyecto, especialmente en los tramos indicados en la Tabla 2.





Tabla 2. Tramos críticos dentro del Proyecto.

Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto	Observaciones
Cerro Ancho-Cerro Largo	0+745.34-1+070.72 1+660.29-1+033.36	<i>Puente de Amanizac I y II.</i> Importante corredor biológico; diversidad media, 0-2.37 belts/individuo (promedio 1.55 belts/individuo); las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 SON <i>Heloderma horridum</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> ; <i>Kinosternon integrum</i> ; <i>Micrurus fulvius fitzingeri</i> .
Cerro Tencuancoalco-Diolochi.	8+912.12-9+344.55	<i>Cerro Diolochi.</i> Cuenta con uno de los remanentes de selva baja caducifolia más conservados dentro del SAR; se encuentra sumamente aislado de otros fragmentos de selva baja caducifolia; cuenta con importantes colonias de murciélagos.
Barranca Seca-Cerro El Tecolote-Coachi	9+859.38-10+806.26 11+517.43-11+854.11	<i>Cerro Coachi-Barranca Seca.</i> En este tramo se localiza uno de los más importantes corredores biológicos dentro del SAR; el Cerro Coachi es un fragmento de Selva Baja Caducifolia mejor conservados dentro del Proyecto; elevada riqueza e índices de diversidad de especies (1.79-3.47 belts/individuo, promedio 2.3 belts/individuos; Especies en la NOM <i>Ctenosaura pectinata</i> y <i>Choeronycteris mexicana</i> .
Barranca Seca	14+000.1-14+446.47 16+000-16+128.29 17+195.59-17+628.56	<i>Barranca Seca.</i> Aquí se localiza el corredor biológico que une a los cerros Tencuancoalco-Diolochi, El Tecolote-Coachi y Ancho-Loma Larga con el resto del SAR, es sumamente importante para mantener la conectividad dentro del SAR.
Barranca La Cuera	19+086.06-19+436.48 21+689.94-22+596.95 28+962.18 -29+179.81 30+257.39-31+452.37	<i>Barranca La Cuera.</i> Es uno de los más importantes corredores biológicos del SAR. Es responsable de unir los fragmentos de selva baja caducifolia localizados al este y oeste de la geofoma de los valles.
Cerro Trincheras-Barranca La Cuera	24+315.30-28+046.39	<i>Cerro Trincheras-Barranca La Cuera.</i> Se trata de uno de los principales corredores biológicos dentro del SAR. Alta riqueza y diversidad de especies, 1.56 belts/individuo, elevada diversidad b; las especies incluidas en la NOM-059 son <i>Heloderma horridum</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> .
Cerro Temilpa-Palo Grande	33+357.10-35+000 35+430.67-40+483.54	<i>Cerro Temilpa-Palo Grande.</i> Algunos de los fragmentos más grandes de selva baja caducifolia se encuentran en el cerro Temilpa; frágil conectividad una vez que el Proyecto se encuentre funcionando; elevada diversidad , índices de diversidad de 1.95 a 3.47 belts/individuo; las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 son <i>Coleonyx elegans</i> ; <i>Ctenosaura</i>



Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto	Observaciones
		<i>pectinata, Glaucidium gnoma.</i>
Cerro Santa María-El Mirador	41+695.000-50+907.51	Cerro Santa María-El Mirador. Algunos de los fragmentos más grandes de selva baja caducifolia se encuentran en el cerro Santa María; elevada diversidad, índices de diversidad de 1.95 a 3.47 belts/individuo; las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 son: <i>Coleonyx elegans</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> , <i>Heloderma horridum</i> , <i>Glaucidium gnoma</i> .
Río Yautepec	60+903.75-61+186.97 61+484.2-62+000	Altos índices de diversidad, 2.20-2.89 belts/individuo (promedio 2.5 belts/individuo); <i>Ctenosaura pectinata</i> ; <i>Kinosternon integrum</i>

**Objetivo:**

El objetivo principal del programa es reubicar a los individuos pertenecientes a especies vulnerables y/o incluidas dentro de categorías de riesgo fuera del área de construcción del proyecto. Dicha reubicación se hará en fragmentos de selva baja caducifolia contiguos, preferente en el Cerro Santa María-El Mirador o los corredores biológicos Barranca La Cuera, Barranca Seca y Cerro de las Trincheras.

**Alcances:**

- Establecer medidas y acciones tendientes a proteger a la fauna silvestre presente dentro del área de construcción del Proyecto, con especial énfasis en especies endémicas y aquellas incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001.
- Indicar las metodologías y/o técnicas empleadas para realizar las acciones de reubicación y protección de fauna.
- Identificar los trámites y requisitos legales necesarios para la implementación de las medidas y acciones propuestas.
- Establecer los costos de implementación de las medidas y acciones propuestas.

Para cumplir con el objetivo planteado se requiere implementar las siguientes acciones:

- 1. Identificación de abundancia y distribución de las especies de fauna, incluidas dentro de categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y vulnerables.** Esta actividad tiene por finalidad detectar los sitios, dentro del área de construcción del Proyecto, donde se concentran, en mayor abundancia, aquellas especies de fauna incluidas dentro de categorías de riesgo. Las zonas con mayor abundancia de estas especies serán consideradas prioritarias para las actividades de reubicación.
- 2. Reubicación de los individuos pertenecientes a especies incluidas dentro de categorías de riesgo, especies vulnerables o de escaso desplazamiento, fuera del área de construcción del Proyecto.** En esta actividad, una brigada de biólogos, especialistas en manejo de fauna silvestre, se dará a la tarea de reubicar, tanto como sea posible, a los ejemplares de fauna silvestre fuera del área de construcción del Proyecto antes de las actividades de desmonte y de despalme. De esta forma se salvaguardará la integridad física de los mismos, preferente en el Cerro Santa María-El Mirador o los corredores biológicos Barranca La Cuera, Barranca Seca y Cerro de las Trincheras.





Técnicas de Rescate y Reubicación de los individuos pertenecientes a especies de fauna incluidas dentro de categorías de riesgo, especies vulnerables o de escaso desplazamiento, fuera del área de construcción del Proyecto.

Las acciones y medidas de protección de la fauna contenidas son de naturaleza preventiva y correctiva. Tales medidas giran en torno al supuesto de que conforme avance la obra, la fauna se desplazará por medios propios, fuera de las áreas destinadas a la creación de infraestructura vial, hacia zonas contiguas, cuyas condiciones sean apropiadas para su sobrevivencia.

El supuesto anterior es parcialmente válido en el caso de la fauna con amplia capacidad de desplazamiento, como lo son las aves y mamíferos, no así en el caso de anfibios y reptiles, cuya capacidad de desplazamiento a menudo es limitada. Por tanto, se han contemplado medidas encaminadas a la reubicación de ejemplares pertenecientes a especies con capacidad de desplazamiento limitado o en situación de desventaja, como pueden ser crías, juveniles o hembras preñadas. La estrategia del rescate de fauna básicamente será la siguiente:

- *Técnicas de rescate de ejemplares de fauna desglosadas por grupos*

Anfibios

En el caso de los anfibios el proceso de ahuyentamiento deberá realizarse en la tarde/noche (19:00 – 24:00 hrs, esto se realizará 12 hrs antes del inicio de las actividades de despalme y desmonte), esto por los hábitos alimenticios a los cuales estarán sujetos. Para tal proceso es recomendable utilizar fuentes lumínicas (lámparas), ya que estos organismos son susceptibles a este tipo de radiación. En muchos de los casos se refugiaron en troncos, piedras u hojarasca.

Para el rescate de anfibios será necesario utilizar fuentes lumínicas, esto con la finalidad de ubicarlos y colectarlos, se deberá buscar en zonas húmedas (cerca de ríos, hojarasca, troncos podridos), durante el proceso de colecta se deberán fotografiar los individuos y colocarlos en bolsas con agua para evitar su deshidratación. Estos organismos deberán ser liberados en zonas húmedas similares a las que fueron encontrados, para la liberación de organismos se recomienda que se realice durante la puesta de sol.

Reptiles

Para el caso de los reptiles, el proceso de ahuyentamiento deberá realizarse en dos horarios, ya que por sus hábitos estos organismos son más fáciles de encontrar cuando la incidencia de los rayos solares no es tan elevada, los horarios para el ahuyentamiento serían entre 9:00 – 12:00 h y de 16:00 a 18:30 hrs, ya que estos organismos necesitan termorregularse para iniciar sus actividades. En estos horarios será muy común observarlas entre rocas, troncos y zacatonales, muchas de ellas tenderán a huir de la zona.

Estos organismos serán capturados utilizando tubos de PVC transparentes u oscuros, ganchos herpetológicos, pinzas y arreglos de trampas tipo "Pit-fall" y Dry-Fence. También se realizará búsqueda activa, donde se capturarán de forma manual. Como medida de seguridad se deberá contar con equipo de venoclisis, sueros faboterápicos antialacrán y antiviperino.

Las capturas de individuos pertenecientes a especies de reptiles especialmente aquellas que se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y CITES (2008) se realizará mediante búsqueda activa y trapeo intensivo, capturando todos los organismos posibles. Las trampas se colocaran en la tarde antes de que oscurezca y se mantendrán activas toda la noche, realizando una revisión de dos a cuatro horas después



de su colocación, en las primeras horas de la mañana y antes de medio día. Dichas trampas se mantendrán activas varios días y serán revisadas continuamente, para evitar que los ejemplares se lastimen dentro de las trampas.

En particular, las Trampas tipo Pit-fall son empleadas para capturar mamíferos pequeños (como musarañas) y reptiles en general, siendo particularmente útil para serpientes medianas (como *Crotalus cerastes*). Básicamente consiste en formar una barrera física (generalmente una malla metálica, tipo mosquitero o de plástico resistente), consistente en tres líneas de 15 m de longitud, que parten del mismo punto y que se encuentran separadas entre sí por un Angulo de 120° (ver Figura 1 y Figura 2). En el centro de donde parten dichas líneas y en los extremos de las mismas, se entierran cubetas de plástico de 16 lt, mismas que son cubiertas parcialmente. Estas trampas, al constituir barreras físicas, impiden el libre tránsito de individuos, los cuales son forzados a seguir la barrera hasta que caen atrapadas dentro de las cubetas.



Figura 1. Fotografía de una trampa tipo Pit-fall, empleada en el muestreo de anfibios y reptiles.



Figura 2. Cascabel Mohave capturada dentro de una trampa tipo Pit-fall.

Se recomienda extremar precauciones al momento de manipular los ejemplares de reptiles capturados, para lo cual debe emplearse un gancho controlador o tubo de PVC transparente poder manipular a los ejemplares, particularmente, víboras de cascabel. Para su traslado es recomendable utilizar un costal, esto para que el reptil se tranquilice y se pueda trasladar de forma segura y posteriormente, ser liberado en los sitios de reubicación.

#### *Primeros auxilios*

Al personal que realiza actividades de apertura de caminos, actividades de rescate de flora en lugares donde existe gran presencia de vegetación se recomienda la utilización de polainas de cuero, esto como medida de seguridad para evitar la mordedura de alguna serpiente venenosa (coralillo, cascabel, o alguna otra).

Se recomienda a los trabajadores que se encuentran desarrollando actividades de construcción de caminos o brechas de acceso temporal, así como al personal de actividades específicas de brecha y de rescate de flora y fauna, realicen dichas actividades con mucho cuidado, dado que en la zona hay presencia de reptiles, siendo algunos de ellos peligrosos. Algunas víboras producen un veneno (toxina) que lesiona al ser humano, produciendo un cuadro de envenenamiento grave que puede llegar a ocasionar lesiones muy serias e incluso la muerte.

El producto específico para neutralizar el veneno de víbora es el **SUERO ANTIVIPERINO, el cual debe ser suministrado por una persona entrenada en la aplicación de inyecciones intravenosas doctor. La persona afectada por una mordedura de serpiente venenosa deberá ser trasladada inmediatamente a un hospital.** Los síntomas para reconocer a una persona que ha sido mordida por una víbora venenosa son:

a) localizar las huellas de los colmillos; b) si presenta un enrojecimiento e inflamación alrededor del área mordida; c) si presenta vómito y náuseas; d) pueden presentarse ampollas con contenido líquido de color opalino o sanguinolento. En cualquiera de los signos anteriores, se recomienda la inoculación de un antiviperino.



No se recomienda la aplicación de torniquete en la extremidad mordida, en la medida de lo posible aplicar hielo en la zona inmediata a la mordida localizada entre ésta y el corazón, se pueden usar también compresas frías. Se debe retirar cualquier clase de anillos, pulseras, así como prendas ajustadas ya que se acentúa la inflamación. No dar de beber líquidos, en caso de sed, humedecer los labios de la víctima con una compresa húmeda. La víctima no debe permanecer de pie o desplazarse por sí misma, mantenerla en reposo absoluto para evitar de acelerar el flujo sanguíneo y mantenerla abrigada. No se debe succionar o hacer cortes sobre el área mordida.

Se recomienda que si se llegara a detectar la presencia de algún reptil en la zona donde se realicen actividades de construcción de los caminos o brechas de acceso temporales, se trate en lo posible de ahuyentar con alguna vara o piedra o en su caso con ruido. De ser necesario es recomendable que el personal extreme precauciones en el riesgo que existe al manipular este tipo de organismos que son sumamente peligrosos.

### Aves

En el caso de las aves, se llevará a cabo el ahuyentamiento de especies, y solo en casos excepcionales se llevará a cabo la captura dado que son animales muy ágiles, de tal manera que éstos animales encontrarán refugios apropiados a sus necesidades por su propia cuenta en la mayoría de los casos. Se tendrá especial cuidado en vigilar que si existen nidos para que éstos puedan ser removidos y trasladados en las mejores condiciones.

Las aves que se encuentran en la región son transitorias, temporales o permanentes de la zona en donde se llevan a cabo los trabajos de construcción del Proyecto por lo cual el personal de la obra debe abstenerse de molestar o cazar, cualquier tipo de ave silvestre que se localice en las áreas de trabajo.

El ahuyentamiento de las aves estará dirigido principalmente a las especies que presentan hábitos terrestres como: *Geococcyx velox*, *Colinus virginianus*, *Cyrtonyx montazumae*, *Philorhynchus fasciatus*. El ahuyentamiento se realizará agitando de manera vigorosa la vegetación, debemos recordar que muchas de estas aves necesitarán grandes extensiones para su desarrollo por lo que se deberá realizar el ahuyentamiento por lo menos 3 horas antes de iniciar las actividades de desmonte y despalme, el horario para llevar a cabo el ahuyentamiento de estas especies será de 8:00 a 12:00 am o de 17:00 a 19:00 hrs ya que es en este periodo en el cual se presenta mayor actividad.

Para la verificación de nidos es conveniente el uso de binoculares, dado que facilitarían la localización de éstos, previo a las actividades, donde se lleva cabo el derribo de árboles de buen tamaño, mismos que en ocasiones pueden presentar nidadas o nidos de diferentes especies. La gran mayoría de las aves habita en la copa de los árboles. Así que cuando se realicen las actividades antes mencionadas es importante poner especial atención y observar detenidamente la presencia o actividad de este tipo de organismos para darles tiempo de que se alejen y busquen otro sitio para refugio. Cabe mencionar, que muchas aves también tienen preferencia por lugares como troncos, agujeros o torres de transmisión.

Para la reubicación de los nidos primero es necesario capturar a los padres a través del empleo de redes de niebla, asimismo, se reubicarán los nidos junto con sus padres a 1 km de distancia de la línea de ceros, cuando se localicen nidos ubicados en árboles muy altos, se hará todo lo posible para bajar los nidos para evitar el daño a las aves que ahí se encuentren. La reubicación de dichos nidos se procurará que se realice a la misma altura, posición, orientación y especie de árbol de donde se removió este nido. Se recomienda que no se manipulen polluelos, crías o huevos en los nidos encontrados, por lo que, se deberá cortar la rama en la que se ubique el nido y amarrarla en el árbol hospederero.



### Mamíferos

Para la captura de ejemplares de mamíferos incluidos dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y Apéndices de la CITES (2008) se emplearán sujetadores, trampas tipo Sherman, Tomahawk y Fitch, de diferentes tamaños para el caso de roedores, ardillas y zorrillos. Las actividades de captura, deberán realizarse con 36 hrs de anticipación al desmonte y la finalidad es saber si hay crías y así proceder a su reubicación. En el caso de existir crías, será necesario capturar a los padres y así reubicarlos a una zona apartada del derecho de vía.

Los animales medianos o grandes serán sedados para su manejo con una mezcla de Ketamina y Xilasina correspondiente a su peso, esto se hará por medio de un experto. Los animales durante el periodo de anestesia y el periodo posterior a esta, se vigilarán cuidando sus signos vitales y su condición hasta que se recuperen completamente, para evitar que sean propensos a depredación antes de la liberación.

Se realizarán recorridos previos a la apertura de caminos de acceso y trabajos de desmonte con el propósito de verificar la presencia de madrigueras de mamíferos susceptibles de ser dañadas al comienzo de las actividades de desmonte. Si se detectan madrigueras, será necesario verificar si éstas se encuentran ocupadas por algún tipo de mamífero, aves o reptiles. Es importante que al realizar la verificación de estas madrigueras NO se introduzca la mano, pues al sentirse acorralado el animal puede morder o lastimar a quien esté haciendo la revisión. En ocasiones estas madrigueras pueden albergar también reptiles o serpientes, por lo que es necesario poner atención a esta recomendación para evitar exponerse a riesgos. Para revisar las madrigueras se recomienda utilizar una lámpara de mano y una vara de tamaño manejable (1 a 1.5 m de largo), esta última se introducirá al interior de la madriguera y se iluminará para verificar la presencia o ausencia de animales pequeños (mamíferos). Si por algún motivo se detecta la presencia de algún animal silvestre al revisar la madriguera y es necesario reubicarlo o realizar el rescate para no causarle algún daño y preservar la vida silvestre, el personal del área ambiental deberá llevar a cabo las siguientes actividades:

En caso de que exista la necesidad de sacar a un ejemplar de mamífero de su madriguera, no se debe de tomar al animal con las manos desnudas, pues al sentirse atrapado querrá liberarse; de ser necesario, se debe tomar al animal con un lazo en el cuello o sujetador (para tener un mejor control sobre él), esto se debe de realizar con mucho cuidado para que el animal no llegue a estrangularse y morir por asfixia. Se deberá utilizar una manta o costal oscuro, el cual deberá ser colocado sobre el animal para que este se tranquilice, ya que algunos animales silvestres (principalmente mamíferos) son sumamente nerviosos y esto puede ocasionarles la muerte, por lo cual es recomendable que antes de toda manipulación se coloque este tipo de implemento.

Al manipular al animal, este ya debe de estar cubierto totalmente con el costal o la manta, de tal forma que no pueda salirse de éste, por lo que es necesario utilizar cuerdas para amarrar la manta o costal que será utilizado como red. Es recomendable utilizar redes ya que facilitarían el trabajo de captura y reubicación de ejemplares, pues sería más cómodo el manejo de dicho organismo durante el traslado. Si por algún motivo se llegaran a manipular crías o cachorros, no es recomendable realizar la manipulación con manos desnudas, pues esto provoca la impregnación de olores de sudor los cuales no son reconocidos por los demás animales dándose el rechazo de los padres hacia las crías y éstas no sean aceptadas en las madrigueras o nidadas, por lo que se recomienda que no se trate de jugar con las crías para evitar este comportamiento de los padres hacia estas.

Si al revisar las madrigueras estas se encuentran vacías, se deberá marcar con un banderín y proceder a sellarla, ya sea con piedras tierra u hojarasca.







El empleo de las trampas para la captura y reubicación de organismos se realizará de la siguiente manera:

Trampas Sherman

Estas se emplearán para la captura de organismos pequeños como ratones, ardillas, conejos, las trampas serán cebadas con avena, crema de cacahuete o una combinación de avena y vainilla, colocando las antes del crepúsculo y revisándolas continuamente cada tres horas y recogiendo antes del amanecer. Para cada jornada se emplearán un total de 45 trampas, mismas que serán dispuestas de la siguiente forma (ver Figura 3):

- a) Se colocarán 3 trampas de manera horizontal al trazo a cada 10 m cubriendo una superficie de 20 m lineales desde el centro de la línea de ceros.
- b) De forma vertical al trazo se colocara una trampa a cada 10 m cubriendo una superficie de 150 m lineales. En total se cubrirá un área de 3,000 m<sup>2</sup> por día.

Los individuos colectados deberán ser colectados en sacos de tela o manta, esto con la finalidad de evitar que se asfixien. Deberán ser fotografiados, georreferenciados, identificados y trasladados a sitios alejados al derecho de vía del proyecto pero que presenten condiciones ambientales similares a los de la zona de la cual fueron rescatados.

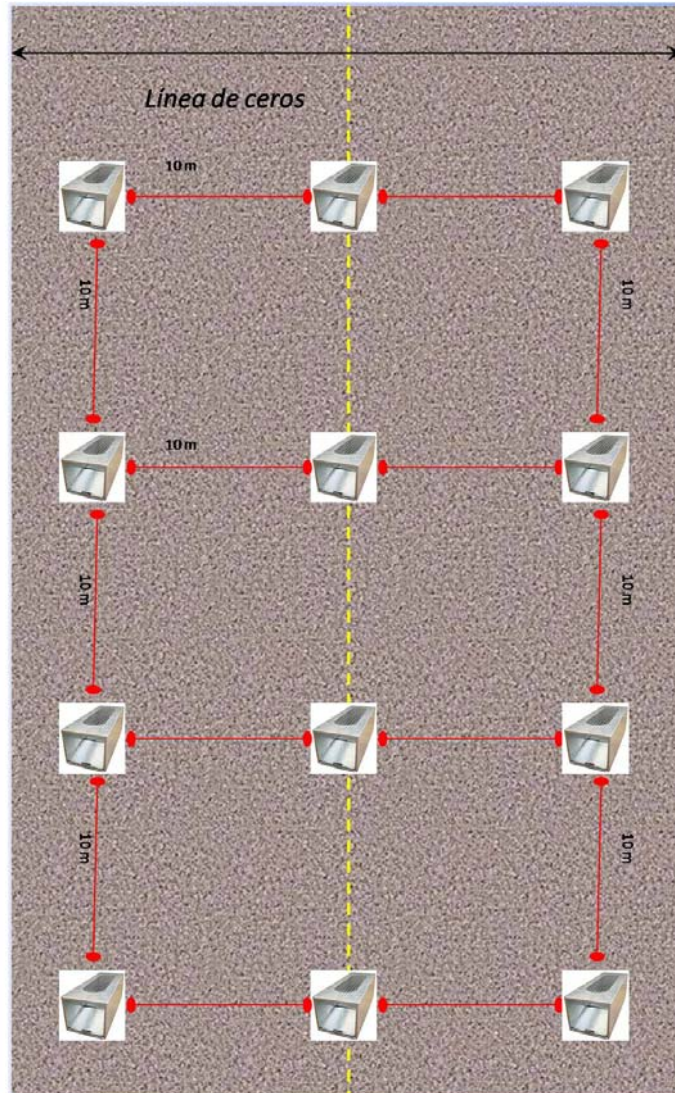


Figura 3. Disposición de las trampas Sherman para captura de mamíferos pequeños.

### Trampas Tomahawk

Estas trampas son ideales para mamíferos medianos como mapaches, tlacuaches, zorrillos, y cacomixtles. Estas trampas serán cebadas con sardina o atún, o algún otro atrayente como loción (obsesión), serán colocadas antes del crepúsculo y se levantarán antes del amanecer, la disposición será de la siguiente forma (ver:

- Se colocarán dos trampas de manera horizontal a la línea de ceros cada 40 m y
- Se colocará una trampa de manera vertical a cada 100 m cubriendo una superficie de 500 m.

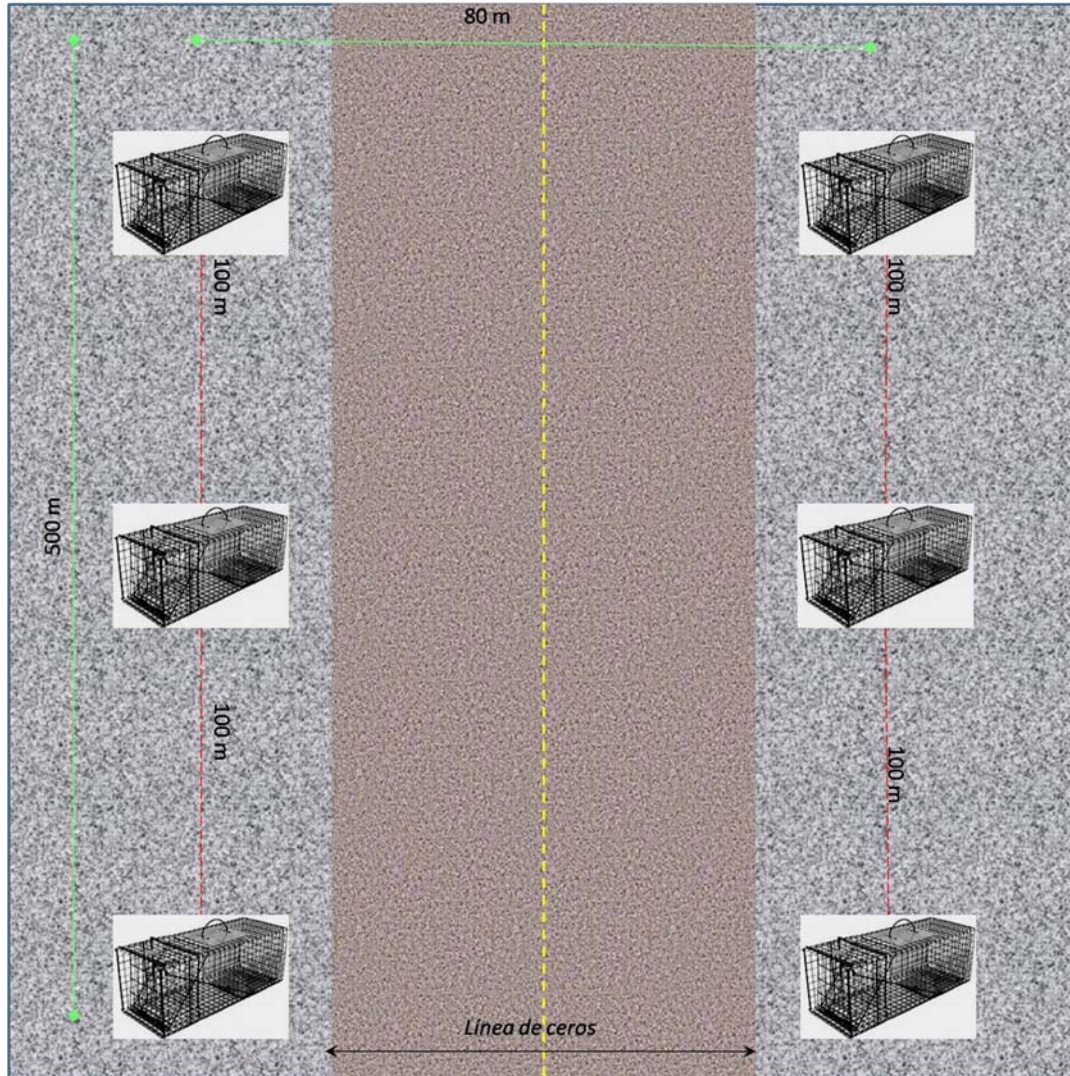


Figura 4. Acomodo de trampas Tomahawk.

Para su traslado, los animales serán colocados en contenedores, trampas tipo Sherman y Tomahawk y bolsas de manta que minimicen la posibilidad de lesiones o estrés, los organismos se liberarán lo antes posible para minimizar daños, en áreas similares a su hábitat y en las condiciones óptimas. Durante esta etapa se revisará y cuidará su estado de salud, se curará alguna posible lesión, se evitará que se deshidraten y cuando sea necesario, serán alimentados.

La liberación se realizará en horarios crepusculares para que las condiciones climáticas no afecten a los organismos y estos puedan encontrar un refugio que garantice su sobrevivencia, se procurará que los animales tengan acceso a escondites en el momento de su liberación.



Los animales serán liberados en zonas donde no se presente actividad humana o al menos ésta actividad sea mínima, de manera que la población humana así como los animales domésticos tengan poco contacto con la fauna liberada.

Las áreas de liberación deberán cumplir con las siguientes características:

- La interacción con personas es mínima o muy poco probable.
- En dichas áreas se tienen condiciones similares a las del trazo del Proyecto y se cumple la existencia de los microhábitats para las especies rescatadas.
- Las áreas se encuentran cercanas al terreno y esto disminuye el estrés de los animales y el tiempo que permanecen capturados, incrementando las posibilidades de sobrevivencia.

Dentro de las especies que serán rescatadas se encuentran (ver Tabla 3):

**Tabla 3. Especies de fauna presentes dentro del área de estudio del proyecto, incluidas dentro de alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 y/o apéndices de la CITES 2007.**

Nombre común	Nombre científico	Estatus de protección
Iguana negra	Ctenosaura pectinata	A
Monstruo de Gila	Heloderma horridum	A / Apéndice II
Culebra parchada mexicana	Salvadora mexicana	A
Tortuga casquito	Kinosternon integrum	Pr
Coralillo	Micrurus laticollaris	Pr
Tecolotito Serrano	Glaucidium gnoma	Pr/ Apéndice II
Quebranta Huesos	Caracara plancus	Apéndice II
Colibrí Piquiancho	Cyananthus latirostris	Apéndice II

Sin embargo como se menciona en párrafos anteriores el rescate de especies no solo será de especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, y/o apéndices de la CITES, sino que también se llevará a cabo el rescate de las especies de fauna que no se alejen por sí mismas.

- 3. Elaboración de un reglamento de procedimientos concernientes a la protección de fauna silvestre.** Dicho manual contendrá una serie de medidas que deberán cumplir los trabajadores y personal de obra durante las etapas de preparación y construcción del sitio, las cuales serán implementadas por el encargado de la obra y/o la residencia ambiental. Adicionalmente, se establecerán medidas adicionales de protección de fauna silvestre que apliquen durante la etapa de operación del proyecto.
- 4. Elaboración de una guía de identificación fotográfica de especies incluidas dentro de categorías de riesgo y endémicas.** Esta guía servirá de referencia para que el personal de obra reconozca las especies de fauna que deben ser protegidas prioritariamente durante la realización de las diferentes etapas del proyecto.
- 5. Realización de talleres de educación ambiental dirigidos al personal de la obra.** Tiene como finalidad dar a conocer, al personal de obra, las medidas y acciones tendientes para proteger a la fauna silvestre durante todas las etapas del proyecto.

*Indicadores de éxito*





Los principales indicadores de éxito del programa serán el Número y porcentaje de sobrevivencia de individuos pertenecientes a especies en riesgo rescatados.

#### *Trámites requeridos*

Obtención del permiso de colecta estipulado en la Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000.

#### *Productos de la propuesta*

- Programa de Rescate de Fauna incluidas dentro de categorías de riesgo, diversidad y abundancia.
- Manual de Identificación de especies de fauna incluidas dentro de categorías de riesgo.
- Reglamento de procedimientos de protección de fauna silvestre.
- Material didáctico sobre educación ambiental.
- Informes de actividades.

### **VII.2.5 Programa de Conservación y Mejoramiento del Hábitat en los corredores Biológicos Barranca la Cuera - Barranca Seca- Cerro de las Trincheras.**

Debido a la importancia de los corredores biológicos Barranca La Cuera, Barranca Seca y Cerro de las Trincheras en la conectividad de los fragmentos de Selva Baja Caducifolia localizados al oeste y este del SAR, se considera necesario conservar e incrementar la calidad del hábitat existente, mediante la **construcción de pasos de fauna y cercado en los sitios donde la autopista interceptará a dichos corredores**, para favorecer rutas de movimiento, así como incrementar la cobertura de especies nativas de selva baja caducifolia y vegetación riparia.

#### *Objetivo General*

Mantener y mejorar la conectividad existente dentro del SAR del proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco-Xicatlacotla (El Higuero)".

#### *Objetivos Particulares*

- ✓ Construir pasos de fauna en las intersecciones del trazo del Proyecto con los corredores biológicos Barranca La Cuera, Barranca Seca y Cerro de las Trincheras.
- ✓ Mejorar la cobertura de selva baja caducifolia presente en la Barranca La Cuera, Barranca Seca y Cerro Trincheras.

#### *Alcances*

- Establecer las etapas y acciones que integrarán el Programa de Conservación y Mejoramiento del Hábitat en los Corredores Biológicos Barranca La Cuera-Barranca Seca-Cerro de las Trincheras.
- Indicar las metodologías y técnicas empleadas para el mejoramiento del hábitat en los corredores biológicos y la construcción de pasos inferiores para fauna silvestre.
- Establecer la ubicación definitiva de los pasos de fauna silvestre dentro de los corredores biológicos,
- Identificar los trámites y requisitos legales necesarios para la implementación de dicho Plan.
- Establecer los costos de implementación del programa.



*Estrategia del programa.*

Las estrategias de cumplimiento aquí planteadas tienen un enfoque de manejo adaptativo, el cual se distingue porque se centra en varias especies, no en una sola.

- 1. Identificar las áreas críticas que intersectan con el proyecto dentro de los corredores biológicos Barranca Seca, Barranca La Cuera y Cerro de las Trincheras.** Se empleará la información técnica disponible sobre especies de flora y fauna que se encuentren incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, con el afán de conocer su distribución y los requerimientos específicos en cuestión de su hábitat, asimismo, esto se apoyará con la sobreposición cartográfica en un sistema de información geográfica donde se identificarán áreas potenciales para el mejoramiento del hábitat, presentes a lo largo del derecho de vía. Dichos sitios serán evaluados *in situ* mediante recorridos de prospección tendientes a corroborar la calidad del hábitat y la abundancia relativa de especies incluidas dentro de categorías de riesgo.
- 2. Construcción de 14 pasos de fauna silvestre.** La construcción de este proyecto implica una modificación sustancial al hábitat donde se desarrollan los diversos grupos faunísticos, esto debido a la remoción y levantamiento del terraplén el cual generara un efecto barrera; de igual forma, durante la operación del Proyecto, la autopista será la principal barrera física para el desplazamiento de las especies de fauna dentro del SAR. Para mitigar los efectos en la fauna por la presencia de la Autopista Siglo XXI, se construirán 14 pasos inferiores de fauna silvestre, preferentemente en los sitios señalados en la Tabla 4, cabe señalar que la ubicación definitiva de dichos pasos de fauna será objeto de estudio posterior.

**Tabla 4. Localización de los pasos de fauna silvestre dentro de los principales corredores biológicos del Proyecto.**

Ubicación	X	Y
Barranca Seca	518320.67255	2067548.76002
Barranca Seca	517933.59031	2067017.64717
Barranca Seca-Cerro Coachi	516970.38566	2065721.37176
Barranca Seca-Cerro Coachi	516745.33784	2065415.30673
Barranca Seca	511614.24766	2064452.10208
Barranca Honda	519859.99961	2067854.82504
Barranca Seca	510480.00667	2065001.21875
Barranca La Cuera	508958.68344	2065892.40809
Barranca La Cuera	506870.23971	2065064.23213
Barranca La Cuera	505123.86866	2064902.19771
Cerro Trincheras	503755.57795	2064029.01218
Puente de Amanizac I	523538.41162	2067453.67850
Puente de Amanizac II	523968.07688	2067476.29246

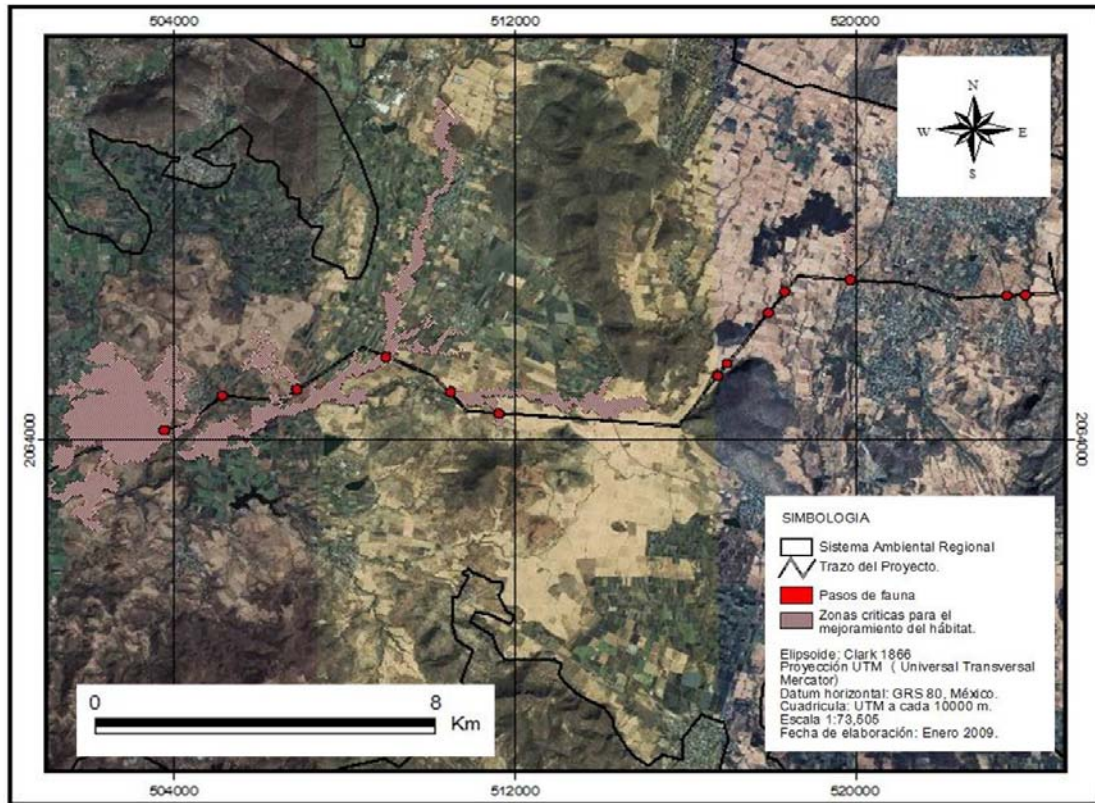


Figura 5. Ubicación de los pasos de fauna y áreas críticas para el mejoramiento del hábitat en los corredores biológicos Barranca Seca, Barranca La Cuera y Cerro de las Trincheras.

Los pasos inferiores tendrán dimensiones de 4X2.5 m, pueden ser "obras de drenaje menor modificadas para el paso de fauna". Este tipo de construcción tiene la ventaja de ser óptimo para el flujo de animales pequeños como anfibios (ranas, sapos), reptiles (serpientes y lagartijas) así como mamíferos pequeños y medianos (ratones, musarañas, tlacuaches, cacomixtles, mapaches, comadreja, zorrillos, etc.). La configuración de estos pasos, en el caso de construirse en obras de drenaje de tipo bóveda o losa, se deberán adecuar conforme a la Figura 6, junto con esta obra se propone modificar el suelo del paso, así como las orillas, ya que deben estar sólidas y proveer de textura similar a los empedrados. Muchos de los pasos de fauna que se utilizarán serán modificaciones de las obras de drenaje que estarán sobre el trazo.

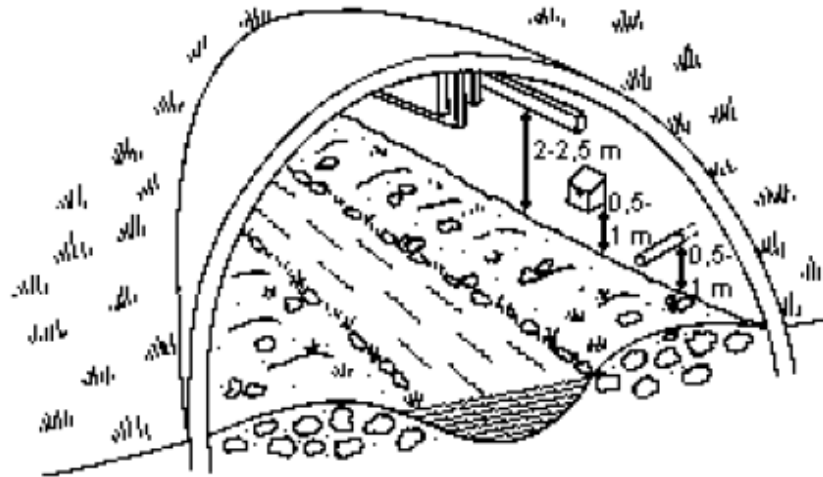


Figura 6. Esquema de un paso inferior de fauna silvestre.

En el caso de las obras de drenaje que correspondan a tubos de concreto, se modificarán fusionando dos tubos del mismo modelo con diferente diámetro. Uno de ellos se utilizará como paso de fauna propiamente dicho, este deberá tener un diámetro mayor, es decir el 50% respecto al tubo que se utiliza como drenaje. Para estas obras se sugiere la utilización de tubos de 1.5 m y 0.8 m de diámetro (Figura 7). En el tubo de mayor diámetro se tendrá que colocar tierra procedente del despalme, esta deberá formar una capa de 20 cm, esto con la finalidad de hacer más atractivo el paso, ya que con la implementación de este método se desarrollaran distintas clases de plantas. El tubo de menor diámetro hace el papel de tubería de drenaje transversal, estará diseñado para retener agua, lo que permitirá el paso para fauna que requieran sitios húmedos (anfibios), además de que podrá funcionar como bebedero de muchas especies, con esta medida se pretende generar nuevas rutas de desplazamiento a través de esta infraestructura.





**Figura 7. Esquema de un paso inferior de fauna silvestre con dos tubos.**

Para mejorar la posible utilización de pasos menores se orientará la vegetación de manera transversal a la carretera, de manera que la vegetación se continúe con la del hábitat cercano. En este caso se deberá utilizar vegetación nativa desarrollada en viveros y trasplantar ejemplares que serían removidos por el desmonte. La presencia de vegetación es importante para protección de los animales de talla más pequeña contra el riesgo de la depredación, además, la vegetación provee mejores condiciones de microclima y factibilidad de ocultarse, además de que ayuda a evitar la erosión en estas zonas.

Evaluar la calidad del hábitat dentro de los corredores biológicos. Se realizará la evaluación del hábitat en los sitios previamente identificados, tendiente a describir los siguientes aspectos:

- Áreas de dispersión o continuidad del hábitat (e. g. Grado de fragmentación del hábitat, conectividad, heterogeneidad del hábitat).
- Fuentes de deterioro del hábitat.
- Disponibilidad y distribución de factores limitantes del hábitat (alimento, agua, espacio, cobertura).
- Cobertura vegetal, para alimentación, de acuerdo a los requerimientos específicos de cada especie en riesgo.
- Cobertura de la vegetación y/o sustrato empleada como refugio.
- Existencia de posibles depredadores.

Dicho análisis y evaluación del hábitat es necesario para determinar las medidas y/o técnicas tendientes a mejorar la calidad del hábitat, de acuerdo con los requerimientos ecológicos de dichas especies.

Establecer medidas tendientes a la restauración y mejoramiento del hábitat, con especial énfasis en los hábitats óptimos para especies incluidas dentro de categorías de riesgo. Tiene por objetivo mantener la calidad del hábitat, en particular la cobertura (en caso de que la evaluación del hábitat indique que su calidad es óptima), o, en su defecto, establecer mejoras del hábitat.



Implementar un Programa de monitoreo de la calidad del hábitat en corredores biológicos y de la eficiencia de los pasos de fauna silvestre. En esta etapa se seleccionará una serie de indicadores ecológicos de la calidad del hábitat que permitan evaluar la eficacia de las técnicas de mejoramiento del hábitat y los pasos de fauna implementados. Dichos indicadores serán evaluados periódicamente y servirán para decidir si las medidas son las adecuadas.

Entre los indicadores de la calidad del hábitat se proponen los siguientes:

- Cobertura y biomasa de de las especies que proporcionan alimento y refugio.
- Cobertura de las especies dominantes en la vegetación.
- Estimaciones poblacionales y/o abundancias relativas de especies incluidas dentro de categorías de riesgo.
- Identificación de los grupos de vertebrados que emplean los pasos de fauna.
- Registro de huellas de especies de fauna silvestre y frecuencia de uso.

#### *Indicadores de éxito*

El principal indicador de éxito del programa será la calidad y cantidad de la cobertura de selva baja caducifolia y la frecuencia de uso por parte de la fauna silvestre de los pasos de fauna inferiores.

#### *Estudios técnicos requeridos*

Como parte de la propuesta se requiere la realización de los siguientes estudios y/o programas específicos.

- **Identificación de áreas prioritarias para el establecimiento de pasos de fauna en los corredores biológico Barranca Seca, Barranca La Cuera y Cerro de las Trincheras.** Este estudio requiere de una inspección en campo para seleccionar los sitios donde se ubicarán los pasos de fauna.
- **Evaluación del hábitat de los corredores biológicos.** Se requiere de una evaluación en campo, la cual servirá para corroborar las condiciones del hábitat antes de la restauración y proponer las medidas de restauración necesarias para mejorar la calidad del hábitat.

#### *Trámites requeridos*

- Obtención del permiso de colecta estipulado en la Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000.

#### *Productos de la propuesta*

- Ubicación de los sitios donde serán construidos los pasos de fauna silvestre.
- Programa de Conservación y Mejoramiento del Hábitat en los Corredores Biológicos Barranca La Cuera, Barranca Seca, Cerro de las Trincheras.



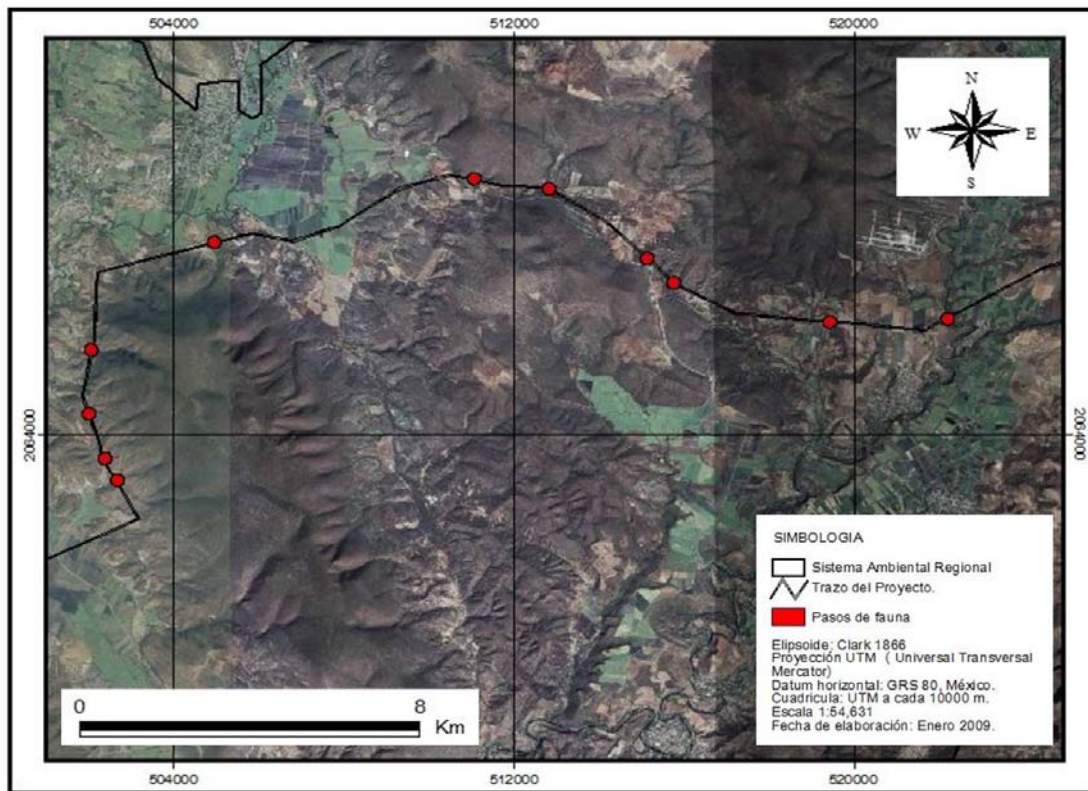


**VII.2.6 Programa de mejoramiento del hábitat en los fragmentos de selva baja caducifolia Cerro Temilpa – Palo Grande y Santa María el Mirador.**

Para mitigar los efectos en la fauna por la presencia de la Autopista Siglo XXI, se construirán 14 pasos inferiores de fauna silvestre, preferentemente en los sitios señalados en la Figura 8 y la Tabla 4, cabe señalar que la ubicación definitiva de dichos pasos de fauna será objeto de estudio posterior.

**Tabla 5. Localización de los pasos de fauna silvestre dentro del Cerro Temilpa-Palo Grande y Cerro Santa María El Mirador.**

UBICACIÓN	X_COORD	Y_COORD
Cerro Temilpa-Palo Grande	500289.84159	2062525.69278
Cerro Temilpa-Palo Grande	498228.40360	2062471.68130
Cerro Temilpa-Palo Grande	495500.82408	2063218.84005
Cerro Temilpa-Palo Grande	495041.72654	2063686.93951
Cerro Temilpa-Palo Grande	493322.36123	2065028.22448
Cerro Temilpa-Palo Grande	492017.08390	2065226.26656
Cerro Santa María-El Mirador	487471.11803	2064002.00645
Cerro Santa María-El Mirador	485319.66092	2061931.56655
Cerro Santa María-El Mirador	485283.65327	2060698.30452



**Figura 8. Ubicación de los pasos de fauna en los Cerros Temilpa-Palo Grande y Cerro Santa María-El Mirador.**



Los pasos de fauna cumplirán con las especificaciones planteadas en párrafos anteriores.

Se considera necesario incrementar la calidad del hábitat en los fragmentos de selva baja caducifolia de los Cerros Temilpa-Palo Grande y Santa María-El Mirador puesto que la mayor parte de las especies de fauna vulnerables e incluidas dentro de categorías de riesgo buscarán refugio en dichas áreas, al tiempo que se desarrollen las actividades de desmonte y despalme (etapa de preparación del sitio), cuya capacidad de carga actual quizá no sea la óptima. Dicho programa se centrará sobre los componentes básicos del hábitat: Cobertura, alimento, espacio y agua.

### Objetivo

Efectuar el mejoramiento de los cuatro componentes básicos del hábitat (agua, alimento, espacio, cobertura) de la fauna silvestre, con especial énfasis en las especies incluidas dentro de categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y Lista Roja de Especies en Peligro de IUCN.

### Alcances

- Establecer las etapas y acciones que integrarán el Programa de Mejoramiento del Hábitat en los Cerros Temilpa-Palo Grande y Santa María-El Mirador.
- Indicar las metodologías y técnicas empleadas para realizar cada una de las acciones establecidas en el Programa de Mejoramiento del Hábitat en los Cerros Temilpa-Palo Grande y Santa María-El Mirador.
- Identificar los trámites y requisitos legales necesarios para la implementación de dicho Plan.
- Establecer los costos de implementación de la evaluación del Hábitat de especies incluidas dentro de categorías de riesgo.

### Estrategia del programa.

Las estrategias de cumplimiento aquí planteadas tienen un enfoque de manejo adaptativo, el cual se distingue porque se centra en varias especies, no en una sola. El énfasis se hará en aquellas especies en riesgo.

- 1. Identificar las áreas de hábitat de especies incluidas dentro de categorías de riesgo, prioritarios para la implementación de prácticas de mejoramiento de hábitat, localizadas dentro del Cerro Temilpa-Palo-Grande y Cerro Santa María El Mirador.** Se empleará la información técnica disponible sobre estas especies, junto con sobreposiciones cartográficas en un sistema de información geográfica donde se identificarán áreas potenciales para el mejoramiento del hábitat, presentes dentro del área de conservación y zona de amortiguamiento. Dichos sitios serán evaluados *in situ* mediante recorridos de prospección tendientes a corroborar la calidad del hábitat y la abundancia relativa de especies incluidas dentro de categorías de riesgo.
- 2. Evaluar la calidad del hábitat y la capacidad de carga existente dentro del Cerro Temilpa-Palo-Grande y Cerro Santa María El Mirador** Se realizará la evaluación del hábitat en los sitios previamente identificados, tendiente a describir los siguientes aspectos:
  - Áreas de dispersión o continuidad del hábitat (e. g. Grado de fragmentación del hábitat, conectividad, heterogeneidad del hábitat).
  - Fuentes de deterioro del hábitat.



- Disponibilidad y distribución de factores limitantes del hábitat (alimento, agua, espacio, cobertura).
- Cobertura vegetal, para alimentación, de acuerdo a los requerimientos específicos de cada especie en riesgo.
- Cobertura de la vegetación y/o sustrato empleada como refugio, de acuerdo a los requerimientos específicos de cada especie en riesgo.
- Existencia de posibles depredadores.

Dicho análisis y evaluación del hábitat es necesario para determinar la capacidad de carga de las poblaciones de fauna silvestre incluida dentro de categorías de riesgo y determinar las medidas y/o técnicas tendientes a mejorar la calidad del hábitat, de acuerdo con los requerimientos ecológicos de dichas especies.

**3. Establecer medidas tendientes a la restauración y mejoramiento del hábitat, con especial énfasis en los hábitats óptimos para especies incluidas dentro de categorías de riesgo.**

Tiene por objetivo mantener la calidad del hábitat, tal como se presenta dentro de los predios destinados al mejoramiento del hábitat (en caso de que la evaluación del hábitat indique que su calidad es óptima), o, en su defecto, establecer mejoras en caso de que alguno de los componentes específicos del hábitat lo requiera (agua, alimento, cobertura, espacio). Las medidas de restauración básicamente serán centradas en las asociaciones de la vegetación que proporcionen alimento o refugio.

**4. Implementar un Programa de monitoreo de la calidad del hábitat.** En esta etapa se seleccionará una serie de indicadores ecológicos de la calidad del hábitat de las especies incluidas dentro de categorías de riesgo, que permitan evaluar la eficacia de las técnicas de mejoramiento del hábitat implementadas. Dichos indicadores serán evaluados periódicamente y servirán para decidir si las medidas son las adecuadas.

- Entre los indicadores de la calidad del hábitat se proponen los siguientes:
- Cobertura y biomasa de de las especies que proporcionan alimento y refugio.
- Cobertura de las especies dominantes en la vegetación.
- Estimaciones poblacionales y/o abundancias relativas de especies incluidas dentro de categorías de riesgo.

*Indicadores de éxito*

El principal indicador de éxito del programa será la Calidad y disponibilidad de los componentes básicos del hábitat, en términos de cobertura y disponibilidad.

*Estudios técnicos requeridos*

Para cumplir el objetivo planteado se requiere implementar los siguientes estudios:

- **Identificación de áreas prioritarias para el mejoramiento del hábitat.** Este estudio requiere de una inspección en campo, para seleccionar los sitios donde se realizará el mejoramiento del hábitat.





- **Evaluación del hábitat.** La importancia de este estudio se explica en la Estrategia 3 de la presente propuesta. Requiere de una evaluación en campo, la cual servirá para corroborar las condiciones del hábitat antes de la restauración y proponer las medidas de restauración necesarias para mejorar la calidad del hábitat.

#### *Productos de la propuesta*

- *Estudio técnico de análisis y evaluación del hábitat.*
- *Programa de Mejoramiento del Hábitat en los Fragmentos de Selva Baja Caducifolia del Cerro Temilpa-Palo Grande y Santa María-El Mirador.*
- *Informes de actividades.*

#### *Medidas generales de Protección hacia la fauna silvestre*

Como parte de la estrategia de protección y conservación de la fauna de vertebrados se proponen las siguientes medidas generales, mismas que deberán ser cumplidas a lo largo de las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento):

- Prohibir estrictamente al personal de la obra matar, capturar, vender, coleccionar o molestar deliberadamente a la fauna existente en el sitio del proyecto o sus inmediaciones. Imponer sanciones económicas y administrativas a los trabajadores que incumplan ésta disposición.
- Impedir la presencia del personal de la obra en sitios donde no se realicen obras y/o actividades concernientes al proyecto. Los trabajadores deberán de permanecer en las áreas que paulatinamente serán liberadas por la autoridad.
- La vegetación localizada fuera del derecho de vía del Proyecto deberá ser respetada, quedando estrictamente prohibido cualquier actividad que afecte su integridad. El despalme y desmonte se realizarán únicamente en los sitios donde sea estrictamente necesario, por ningún motivo debe realizarse en áreas no contempladas originalmente en el diseño del proyecto, si esto último fuese necesario entonces se informará por escrito a la autoridad correspondiente.
- Realizar pláticas de educación ambiental dirigidas al personal de la obra donde se proporcione información sobre las especies sujetas a protección por la NOM-059-SEMARNAT-2001 Y la CITES (2008), las medidas de protección y conservación contenidas en el presente programa y las sanciones en caso de incumplimiento de las mismas.
- La residencia ambiental del proyecto deberá llevar un registro en bitácora de todos aquellos incidentes relacionados con fauna silvestre incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y la CITES (2008) (avistamientos, reubicación de ejemplares, muertes de animales) que ocurran en la zonas destinadas a infraestructura vial e introducción de servicios básicos.
- Se contemplará la instalación de avisos en el área de desmonte y despalme del Proyecto donde se notificará a los trabajadores sobre las restricciones relacionadas con la fauna silvestre. Dentro de estos avisos se deberán incluir aquellos que indiquen la presencia de fauna silvestre, con el fin de tomar las precauciones adecuadas como: disminuir la velocidad de los vehículos en los caminos de acceso, recoger cualquier residuo sólido depositado inadecuadamente, reducir el ruido, no cazar especies ni molestarlas innecesariamente.



- Es conveniente que el Residente Ambiental del proyecto reciba un entrenamiento básico en el manejo en cautiverio de especies de los vertebrados protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2001 y las CITES (2008), particularmente serpientes.
- Se deberá evitar que el material de desecho, producto de las labores de construcción, quede disperso. Dicho material deberá ser confinado en un sitio especialmente diseñado para estos fines y retirado de las zonas de desmonte y despalme. Con lo anterior se pretende evitar la creación de barreras físicas que limiten el desplazamiento de especies con escasa agilidad o de refugios indeseables para la fauna silvestre (lagartijas, ratones de campo, serpientes, víboras de cascabel, alacranes) y para fauna nociva (ratas y ratones caseros).
- Debe minimizarse, en la medida de lo posible, la circulación de vehículos en las noches y de preferencia minimizarla también en las primeras horas de la mañana (6 a 9 am) y las últimas horas de la tarde (a partir de las 5 pm), dado que la mayor actividad de la fauna silvestre en ambientes tropicales áridos ocurre en dichas horas. Los conductores deberán poner especial cuidado en días lluviosos o nublados, que son los de mayor actividad de la fauna silvestre.

#### VII.2.7 Programa de Reforestación de especies nativas.

Este programa es complementario al Programa de Mejoramiento del Hábitat en los Fragmentos de Selva Baja Caducifolia del Cerro Temilpa-Palo Grande y Santa María-El Mirador y los corredores biológicos Barranca La Cuera, Barranca Seca y Cerro de las Trincheras. El objetivo de este programa es reponer la cobertura vegetal nativa dañada por las actividades de desmonte y despalme a lo largo del trazo del Proyecto, mediante acciones de reforestación a lo largo de tramos críticos del Proyecto, situados en los Cerros Temilpa-Palo Grande y Santa María-El Mirador y los corredores biológicos Barranca La Cuera, Barranca Seca y Cerro de las Trincheras.

##### *Objetivo*

Reducir el efecto de borde de la autopista para la flora y fauna; crear una conexión entre los parches de vegetación aislados (islas); favorecer mediante la siembra de especies atractivas para la fauna el uso de los pasos y alcantarillas para cruzar de un lado a otro de la carretera; crear una barrera que reduzca el ruido de la carretera hacia parches de vegetación donde habita fauna sensible; y favorecer que los sitios remediados tengan en 5 años después de la reforestación, la misma cobertura y composición que antes de los factores de disturbio en cada asociación vegetal.

##### *Alcances*

- Establecer las etapas y acciones que integrarán el Programa de Reforestación y Restauración Ecológica en áreas erosionadas presentes en las áreas críticas del SAR del Proyecto.
- Indicar las metodologías y técnicas empleadas para realizar cada una de las acciones establecidas en dicho Programa.
- Identificar los trámites y requisitos legales necesarios para la implementación de dicho Plan.
- Establecer los costos de implementación del Programa.



Estrategia del programa.

1. **Identificar y corroborar las áreas prioritarias para la reforestación, presentes en tramos críticos del Proyecto localizados dentro del Cerro Temilpa-Palo-Grande, Cerro Santa María El Mirador y corredores biológicos Barranca La Cuera, Barranca Seca y Cerro de las Trincheras.** Se empleará la información técnica disponible sobre estas especies, junto con sobreposiciones cartográficas en un sistema de información geográfica donde se identificarán áreas potenciales para la reforestación, entre las cuales se contemplan las zonas propuestas en la Tabla 6 y la Figura 9.

Tabla 6. Áreas propuestas para la reforestación.

Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto	Observaciones
Barranca Seca-Cerro El Tecolote-Coachi	9+859.38-10+806.26 11+517.43-11+854.11	<i>Cerro Coachi-Barranca Seca.</i> En este tramo se localiza uno de los más importantes corredores biológicos dentro del SAR; el Cerro Coachi es un fragmento de Selva Baja Caducifolia mejor conservados dentro del Proyecto; elevada riqueza e índices de diversidad de especies (1.79-3.47 belts/individuo, promedio 2.3 belts/individuos; Especies en la NOM <i>Ctenosaura pectinata</i> y <i>Choeronycteris mexicana</i> .
Barranca Seca	14+000.1-14+446.47 16+000-16+128.29 17+195.59-17+628.56	<i>Barranca Seca.</i> Aquí se localiza el corredor biológico que une a los cerros Tencuancoalco-Diolochi, El Tecolote-Coachi y Ancho-Loma Larga con el resto del SAR, es sumamente importante para mantener la conectividad dentro del SAR.
Barranca La Cuera	19+086.06-19+436.48 21+689.94-22+596.95 28+962.18 -29+179.81 30*257.39-31+452.37	<i>Barranca La Cuera.</i> Es uno de los más importantes corredores biológicos del SAR. Es responsable de unir los fragmentos de selva baja caducifolia localizados al este y oeste de la geoforma de los valles.
Cerro Trincheras-Barranca La Cuera	24+315.30-28+046.39	<i>Cerro Trincheras-Barranca La Cuera.</i> Se trata de uno de los principales corredores biológicos dentro del SAR. Alta riqueza y diversidad de especies, 1.56 belts/individuo, elevada diversidad b; las especies incluidas en la NOM-059 son <i>Heloderma horridum</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> .
Cerro Temilpa-Palo Grande	33+357.10-35+000 35+430.67-40+483.54	<i>Cerro Temilpa-Palo Grande.</i> Algunos de los fragmentos más grandes de selva baja caducifolia se encuentran en el cerro Temilpa; frágil conectividad una vez que el Proyecto se encuentre funcionando; elevada diversidad, índices de diversidad de 1.95 a 3.47 belts/individuo; las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 son <i>Coleonyx elegans</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> , <i>Glaucidium gnoma</i> .





Áreas Críticas dentro de Trazo del Proyecto	Tramos Críticos del Proyecto	Observaciones
Cerro Santa María-El Mirador	41+695.000-50+907.51	<i>Cerro Santa María-El Mirador.</i> Algunos de los fragmentos más grandes de selva baja caducifolia se encuentran en el cerro Santa María; elevada diversidad, índices de diversidad de 1.95 a 3.47 belts/individuo; las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001 son: <i>Coleonyx elegans</i> ; <i>Ctenosaura pectinata</i> , <i>Heloderma horridum</i> , <i>Glaucidium gnoma</i> .

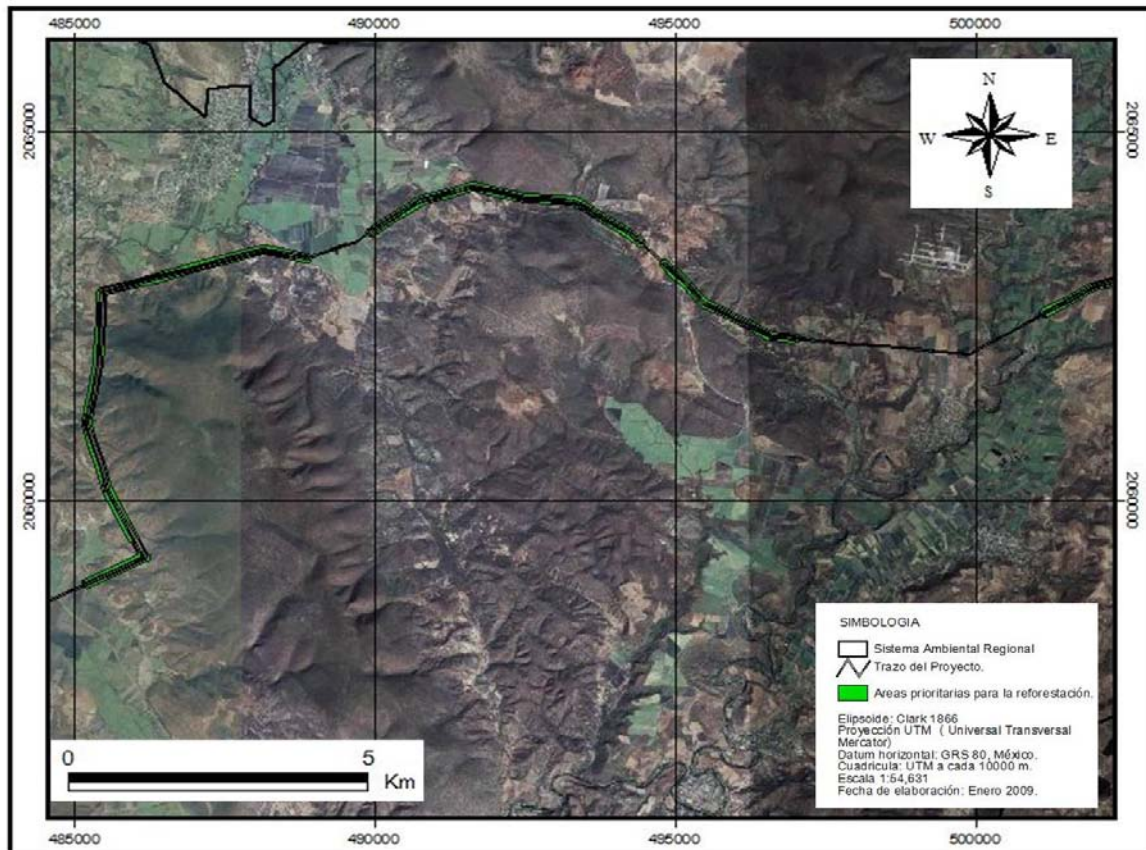


Figura 9. Zonas prioritarias para la reforestación dentro de los cerros Temilpa-Palo Grande y Cerro Santa María-El Mirador.

Las áreas para reforestar deberán cumplir con los siguientes requisitos para que la reforestación sea viable:

- Profundidad de suelo de por lo menos 30 cm.
- Textura de suelo que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados y textura adecuada).
- Existencia de un estrato herbáceo que al menos alcance a cubrir el 80% del terreno.



- Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo.
2. **Seleccionar las especies a emplear para las actividades de reforestación.**

La selva baja caducifolia, es uno de los ecosistemas que muestran mayor perturbación dentro del SAR. Para reforestar los tramos entre SBC, se seleccionaron las especies encontradas en la selva baja conservada de la zona. La *Acacia pennatula* y *Guazuma ulmifolia*, se sugieren para la primera fase de la reforestación, ya que soportan con mayor éxito la exposición a la luz y al calor; una vez que crecen y alcanzan una altura de 1 m, sirven como nodrizas de otras especies que crecen de forma natural consiguiéndose así la regeneración natural paulatinamente. Las especies del género *Bursera*, *Conzattia multiflora* y *Amphipterygium adstringens* requieren de media sombra para su desarrollo por lo que se sugieren para la segunda reforestación. Las especies sugeridas para la reforestación son:

- *Acacia pennatula* Huizache.
- *Amphipterygium adstringens* Cuachalalate.
- *Bursera bicolor* Copal.
- *Bursera copallifera* Copal.
- *Bursera fagaroides* Cuajote blanco.
- *Bursera glabrifolia* Copal.
- *Bursera schlestendali* Cuajote rojo.
- *Comocladia engleriana* Hinchá huevos.
- *Conzattia multiflora* Guayacan.

La vegetación riparia cumple una importante función en los servicios ambientales, como corredores de fauna, es un excelente fijador de Carbono, entre otros, por ello es importantísimo procurar la conservación del hábitat a través de la reforestación de las especies que dan estructura y funcionalidad. Esta reforestación será muy puntual sobre los cuerpos de agua que queden dentro del trazo y tengan vegetación riparia como vegetación primaria. Las especies recomendadas para la reforestación son las siguientes:

- *Ficus cotinifolia*, *Amate negro*.
- *Pseudobombax ellipticum* *Clavellino*.

El cálculo del número de individuos a plantar estará en función de la superficie a reforestar y especies que se emplearán para la reforestación.

Una vez que se determinen las especies que serán empleadas para la reforestación, se determinará el espaciamiento entre ellas de acuerdo a sus requerimientos biológicos, una vez determinado el espaciamiento que habrá entre hileras y el distanciamiento entre las plantas de una misma hilera, se está en posibilidad de estimar el número aproximado de plantas necesarias para la reforestación. El procedimiento es el siguiente:

$$N = S / dH * dP$$

Donde:

N= Número de plantas.

S= Superficie a reforestar (m<sup>2</sup>)

dH= Distancia entre hileras (m)





dP= Distancia entre plantas de una misma hilera (m).

Esta fórmula sobreestima el número de plantas necesarias en aproximadamente un 15%. Puede ser adecuado, ya que al hacer la solicitud al vivero, en esa cantidad se estará contemplando las pérdidas por transporte. En el caso de que se requiera estimar con mayor precisión el número de plantas, bastará con restarle el 15% al número estimado por la fórmula.

3. **Establecer la estrategia de reforestación.** Existirán tres maneras de obtener los individuos con los que se reforestará:
  - Obtención de planta nativa a través de compra o donación para ello es importante contactar a las instituciones como CEAMA, CONAFOR, quienes cuentan con la mayoría de las plantas recomendadas para la reforestación aquí propuestas, o trabajan con un sistema de previa petición.
  - Reintroducción de los juveniles rescatados en el derecho de vía.

En la primera reforestación con una separación de 5 m entre individuos, y las hileras se colocarán de forma alternada, se pondrán 2 o 3 hileras en cada lado del trazo (depende de la sección tipo). La reforestación se realizará en tres fases. Antes de la primera fase, se tenderá el material de despalme dentro del derecho de vía en zonas perturbadas y muy perturbadas, según su tramo (desde su almacenamiento se separó por uso de suelo) se extenderá la cama con una profundidad de aproximadamente 30 cm (siempre que el cuerpo del terraplén quede por encima del terreno natural) y se procederá a realizar la primera reforestación.

En la primera reforestación, se sembrarán los individuos con tallas mayores a 1.5 m y/o DAP mayores a 10 cm. Las especies que se utilicen serán según el tipo climático del tramo a reforestar y el uso de suelo vecino. Pasado un año de la primera reforestación se realizará la segunda con la introducción de árboles adultos, considerándose así, los de 1 a 1.5 m de altura, los que deberán remplazar a los individuos que no hayan sobrevivido, y se intercalarán en entre hileras de la primera reforestación, esto es de forma aleatoria, tal como se da en la naturaleza. En la tercera reforestación se realizará al tercer año y se incorporarán individuos de tallas menores que normalmente requieren de nodrismo para desarrollarse, en esta fase puede incorporarse algunos de los individuos desarrollados a partir de semilla incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001, porque en esta fase será mucho más probable la supervivencia.

Se recomienda esta reforestación diferida, para simular una sucesión primaria, muchas plantas, en su etapa juvenil no son resistentes al sol, requieren de otro individuo que funja como nodriza para conferir la sombra necesaria para la planta pequeña. Para la siembra de los ejemplares en todas las fases de reforestación, se excavará un hoyo angosto y profundo (30 cm de profundidad, por 50 cm de superficie) y se cubrirá con agrogel, la raíz se dejará que caiga de forma extendida en el hoyo sin tocarla, solo se sacará de la bolsa con todo y cepellón y se dejará caer la tierra dentro del hoyo de forma tal que la raíz quede extendida, el cuerpo del ejemplar se tiene que detener en la superficie de forma manual (con guantes), una vez la raíz este extendida en el hoyo se rellenará con el mismo material que se retiró no importando que el material B se mezcle con el A, se regará cada tercer día hasta que empiece la temporada de lluvias, aunque se recomienda sembrar en temporada de lluvias para evitar estrés. Ese mismo procedimiento se seguirá para cada individuo que se siembre. En general se preferirán zonas que tengan sombra por lo menos la mitad del día, o se elegirán hondonadas para su colocación, esto con el fin de disminuir estrés y evitar pérdidas. Después de plantar los árboles estos deberán de ser regados dos veces a la semana los tres primeros meses y durante época de estiaje los tres primeros años. Los árboles deberán de ser fertilizados por tres años en la primavera tardía.

Dentro de las técnicas de plantación la más recomendada es la:





- Cepa común

Consiste en un hoyo de dimensiones variables según la calidad del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 40X40X40 cm. Aunque esto varía de acuerdo a la calidad del terreno, es un método simple y económico, pero solo se recomienda en sitios que tengan buena calidad (profundos y de textura adecuada), y que no presenten fuerte pendiente.

La construcción de la cepa debe hacerse en la época seca del año, antes del período de lluvias, para que el suelo y las paredes de la cepa se aireen y con ello se prevengan plagas y enfermedades en el suelo.

La forma de hacer la cepa es la siguiente:

1. Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala.
2. La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa.
3. Se recomienda realizar la plantación siguiendo la dirección de curvas de nivel, ya que así se ejerce un mejor control de los escurrimientos superficiales de agua.
4. La distancia de plantación dependerá de la o las especies a emplear.

- Plantación

Cuando el trasplante es raíz desnuda lo más importante es cuidar que la planta se introduzca al hoyo de manera adecuada sin que la raíz sufra estrechez que pueda deformarla el hoyo o cepa en que se vaya a introducir la planta debe contar con las dimensiones adecuadas que permitan a las raíces conservar una posición lo más natural posible. El cuello de la planta (inicio del tallo) debe quedar por lo menos al ras del suelo, o preferentemente un poco por debajo, para prevenir un asentamiento del suelo.

La tierra fina que cubre el sistema radicular es presionada con la mano, mientras que el relleno total del hoyo es compactado mediante el pisoteo.

Cuando la planta tiene cepellón, lo más importante es que se logre la profundidad de plantación correcta y que por todos lados exista buen contacto con el suelo. Por ningún motivo se debe dejar el contenedor o envase. La mala costumbre de no retirar la bolsa de polietileno, muchas veces justificada con el ahorro de tiempo, conduce a deformaciones radiculares irreversibles. Esa práctica ocasiona graves daños, apreciables sólo a largo plazo, lo cual conduce inevitablemente al fracaso de la reforestación.

Cuando la planta se trasplanta en una cepa la forma de rellenarla es la siguiente:

- Se debe sostener con una mano la planta en su posición correcta, o, cuando sea el caso, sostener en una posición recta el cepellón.
- Con la otra mano se rellena con tierra uniformemente alrededor de la planta o cepellón, cuidando que la distribución de la tierra vaya siendo homogénea, esta operación se continúa hasta que el nivel de la tierra de relleno llega un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarlo con el pie quede al mismo nivel del terreno o ligeramente más abajo.
- Para lograr un buen contacto del cepellón de la planta con el suelo, se debe compactar la tierra que rodea éste por medio del pisoteo, en donde se encuentra el cepellón no es necesario realizar esta operación, al menos que al sacarlo del envase se haya removido, en este caso se debe compactar con la mano.



Los ejemplares serán obtenidos de viveros cercanos a la zona donde se pretenda llevar a cabo la reforestación, a fin de evitar un transporte largo que provoque el estrés de los organismos.

La reforestación se ajustará a los tiempos establecidos en el programa de obra del proyecto.

El monitoreo de las especies se realizará empleando dos indicadores: El crecimiento del organismo y la sobrevivencia.

Asimismo, se deberá llevar un registro de las acciones que se desarrollen para llevar a cabo la reforestación, contemplando los tiempos de reforestación y el crecimiento y sobrevivencia de los organismos reforestados, a fin de presentar informes semestrales a las autoridades competentes sobre el avance de dicha medida.

#### *Indicadores de éxito*

El principal indicador de éxito del programa será la cantidad y porcentaje de sobrevivencia de los árboles plantados.

#### *Estudios técnicos requeridos*

Para cumplir el objetivo planteado se requiere implementar el siguiente estudio.

- **Identificación de áreas prioritarias para la reforestación.** Este estudio requiere de una inspección en campo, para seleccionar los sitios donde se realizará las actividades de reforestación.

### **VII.3 Conclusiones**

De acuerdo con las características que presenta el SAR, así como con las medidas aplicables al mismo, se espera que los impactos que se produzcan sean mínimos y en su mayoría se controlen con la aplicación de las medidas de mitigación, por lo que no se espera una afectación a la integridad ecológica funcional del ecosistema.

**En consideración de lo anteriormente expuesto se determina que el proyecto “Autopista Siglo XXI tramo Jantetelco – Xicatlacotla (E Higuierón)” no compromete la Calidad Ecológica ni la Integridad Ecológica Funcional del Sistema Ambiental Regional y por lo tanto su implementación es viable.**



## ÍNDICE GENERAL

VIII.1 Formatos de presentación .....	8
VIII.1.1 Cartografía .....	8
VIII.1.2 Fotografías .....	8
VIII.2 Otros anexos.....	8
VIII.3 Glosario de términos .....	9

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Gacetero de localidades visitadas en el trazo del proyecto. Las coordenadas se encuentran en UMT, Esferoide GRS 80, zona 14.....	3
Tabla 2. Criterios de valoración de significancia de impactos del proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuero)" .....	5
Tabla 3. Escala de calificación utilizada para los criterios básicos. ....	6
Tabla 4. Escala de calificación utilizada para los criterios complementarios que se utilizarán para evaluar la significancia de los impactos. ....	6
Tabla 5. Escala de valoración de impactos ambientales.....	7



## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

Para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional del proyecto **“Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuierón)”**, se emplearon diferentes métodos y técnicas, a continuación se hace mención de las más importantes de acuerdo al capítulo correspondiente:

### Capítulo II. Descripción de las obras o actividades, y en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo

Para la elaboración de este capítulo se abordan los temas referentes a los aspectos del diseño de las instalaciones, requerimientos de insumos, mano de obra y la producción de residuos.

Además el capítulo cuenta con información referente a:

- Contexto a nivel mundial y nacional sobre la infraestructura carretera.
- Características particulares del proyecto
- Ubicación del Proyecto.
- Cronogramas de trabajo.
- Programa de actividades de las etapas del Proyecto (preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento).
- Generación, manejo y disposición de residuos.

### Capítulo III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

Se recopiló y analizó la siguiente información:

#### Planes de desarrollo regional

- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.
- Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Morelos 2007-2012.
- Plan Municipal de Desarrollo 2007 – 2009 del H. Ayuntamiento de Jantetelco
- Plan Municipal de Desarrollo 2006 – 2009 del H. Ayuntamiento de Jojutla.
- Plan Municipal de Desarrollo 2006 – 2009 del H. Ayuntamiento de Tlaltizapán
- Plan Municipal de Desarrollo 2006 – 2009 del H. Ayuntamiento de Tlaquiltenango

#### Programas sectoriales

- Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012

#### Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas

- Programa de Manejo y Conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla

#### Instrumentos normativos





- Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de Flora y Fauna Silvestres CITES.

#### Leyes

- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos
- Ley de Aguas Nacionales
- Ley General de Vida Silvestre
- Ley Estatal de Fauna
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

#### Reglamentos

- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto ambiental.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

#### Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

- Flora y Fauna  
NOM-059-SEMARNAT-2001
- Emisiones de ruido  
NOM-080-SEMARNAT-1994
- Aguas Residuales  
NOM-001-SEMARNAT-1996.
- Residuos Peligrosos  
NOM-052-SEMARNAT-1993.  
NOM-054-SEMARNAT-1993.  
NOM-138-SEMARNAT/SS
- Emisión de contaminantes a la atmósfera  
NOM-044-SEMARNAT-2006.  
NOM-041-SEMARNAT-1999.

### **Capítulo IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región**

Dentro de este capítulo se realizaron las siguientes actividades:







- Se realizaron tres visitas al campo con el objetivo de caracterizar el medio biótico (flora y fauna) del predio donde se establecerá el proyecto, así como para determinar el estado de conservación del sitio y verificar la información reportada en la bibliografía para complementar la información correspondiente a este capítulo (Descripción del sistema ambiental regional) de la MIA.

La primera visita fue realizada los días 24 y 25 del mes de Mayo de 2008, fecha en la cual se llevó a cabo un muestreo con el fin de conocer las especies de flora y fauna que se encuentran en las localidades: de El Higuero, Alta vista, Granja Piscícola, Río y Termoeléctrica. La segunda salida se realizó durante los días 31 de mayo y 1 de junio de 2008, en las localidades de Emiliano Zapata, Temilpa Viejo potrero, Camino a San Rafael, Cerro de las Trincheras y El Salitre, y la tercera salida comprendió los días 7 y 8 de junio de 2008 y abarcó las localidades de: Puente de Amanizac; Chalcatzingo; Huerto Nuevo Xochimilco; Huacatlaco; Camino a Tlaica; Barranca la Cuera; y Cerro Cuachi.

En la Tabla 1 se presenta un gacetero de las localidades visitadas.

**Tabla 1. Gacetero de localidades visitadas en el trazo del proyecto. Las coordenadas se encuentran en UTM, Esferoide GRS 80, zona 14.**

Localidad	Coordenadas UTM		Observaciones
	X	Y	
Higuero	482268	2054652	Se colocaron estaciones olfativas y línea de trampas Fitch
Altavista	483305	2056048	Se colocaron estaciones olfativas y línea de trampas Fitch
Granja Piscícola	480144	2052466	Ninguno
Río Yautepac	477774	2052796	Ninguno
Termoeléctrica	476032	2052904	Ninguno
Emiliano Zapata	485248	2059749	Se colocaron estaciones olfativas
Temilpa viejo potrero	491257	2064633	Se colocó una línea de trampas Fitch
Camino a San Rafael	492854	2064039	Se realizaron transectos lineales
Tecomalco	499598	2062297	Se realizaron transectos lineales
Cerro de las Trincheras	502125	2063625	Se realizaron transectos lineales
El Salitre	504880	2064978	Se realizaron transectos lineales
Barranca la Honda	519861	2067857	Ninguno
Barranca La Cuera	506463	2064794	Ninguno
Barranca La Seca	516422	2065669	Ninguno
Camino a Tlaica	517971	2067093	Ninguno
Cerro Cuachi	515805	2064280	Ninguno
Huacatlaco	509611	2065594	Ninguno
Huerto Nuevo Xochimilco	520853	2067793	Ninguno
Puente De Amanizac I	524897	2067430	Ninguno
Puente de Amanizac II	524053	2068078	Ninguno



- Se realizó una revisión bibliográfica con la finalidad de complementar el trabajo de campo y enriquecer la información presentada en la MIA, consultando fuentes como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Comisión Nacional de Agua (CNA), el Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal (INAFED), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), las colecciones científicas de vertebrados de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, entre otros.
- Se recopiló información socioeconómica del Estado de Morelos (véase bibliografía del capítulo).
- Se elaboraron los listados de las especies de flora y fauna que se distribuyen a lo largo del SAR del proyecto (Anexo IV.2).
- Se elaboró cartografía de referencia con el objeto de ver gráficamente las condiciones físicas y bióticas que se presentan en el SAR (Anexo IV.1), dicha cartografía se basó en la cartografía que proporciona el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), así como la que proporciona la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), entre la cartografía que se empleó se encuentran:
  - a) Carta climática Clave E14 -5 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), escala 1:250 000.
  - b) Carta edafológica Clave E-14 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. Escala 1:250 000.
  - c) Carta fisiográfica E-14 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. Escala 1:250 000.
  - d) Carta geológica Clave E14-5 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Escala 1: 250 000.
  - e) Carta de hidrología superficial Clave E14-5 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Escala 1: 250 000.
  - f) Carta de uso de suelo y vegetación (E 14-5) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Escala 1:250 000.
  - g) García E. – CONABIO. 1998. Isotermas medias anuales. Escala 1: 1 000 000. México.
  - h) García E. – CONABIO, 1998. Precipitación total anual. Escala 1: 1 000 000. México
  - i) Jiménez R., A. y Maderey R., L. E. (1992). "Ecurrimiento medio anual". En: Hidrogeografía IV.6.4. Atlas Nacional de México. Vol. II, Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
  - j) Maderey Laura, E. 1990. Evapotranspiración real en Hidrogeografía. IV. 6.3. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 4 000 000. Instituto de Geografía INEGI.
  - k) Vidal – Zepeda, R. 1990. Precipitación media anual en Precipitación IV.4.6 Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1: 400 000. Instituto de Geografía. UNAM. México.

## Capítulo V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos del Sistema Ambiental Regional

A continuación se resume la metodología utilizada para la identificación de impactos:

Para evaluar los impactos ambientales generados por el proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlatcotla (El Higuero)" se llevó a cabo la aplicación conjunta de las siguientes técnicas:





1. Check List.

Se identificaron las actividades del proyecto, se elaboró un listado de estas y de los componentes y factores ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional.

2. Matriz de interacción.

Se elaboró una matriz interactiva (causa-efecto), en la que se muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores ambientales pertinentes a lo largo del otro eje de la matriz en la que se identificaron las interacciones, y además se describe la magnitud e importancia de la interacción.

3. Técnica de evaluación de Impactos Ambientales de Bojórquez-Tapia.

Finalmente se realizó una valoración cuantitativa de los impactos ambientales a partir de la metodología de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998) a partir de los impactos identificados en la matriz de interacciones. Las interacciones en la matriz se evaluaron por medio de un conjunto de criterios básicos y complementarios que se describen a continuación (Tabla 2).

**Tabla 2. Criterios de valoración de significancia de impactos del proyecto "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuero)"**

Básicos	Complementarios
E = Extensión espacial	A = Acumulativos
D = Duración	M = Mitigabilidad
I = Intensidad	S = Sinergismo

- Intensidad (I). La intensidad de un impacto es la medida en que el componente ambiental considerado se aleja de su estado anterior.
- Duración (D). La duración de un impacto es el tiempo que transcurre entre su principio y su fin.
- Extensión (E). Es la medida del espacio que ocupa el impacto.
- Acumulación (A). Los impactos acumulativos son aquellos que se deben a la acción conjunta sobre un componente ambiental de varias acciones similares, de acuerdo con la SEMARNAT (2002) "Un *impacto acumulativo* es el *efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente*"
- Sinergia (S). Un impacto sinérgico se produce cuando varias acciones diferentes pueden actuar sobre un componente ambiental provocando un efecto mayor del que provocarían si actuaran independientemente.
- Mitigabilidad (M). Se refiere a la posibilidad de disminuir los impactos a través de las medidas preventivas, correctivas, compensatorias y/o de mitigación.

**Obtención de los índices básicos y complementarios (EDI y SA).**

Los criterios fueron valuados en una escala ordinal correspondiente a expresiones relacionadas al efecto de una actividad sobre la variable indicador del componente ambiental. Cabe señalar que los criterios básicos no pueden valorarse como nulos, ya que ningún impacto puede carecer de extensión espacial, duración y/o intensidad (ver Tabla 3 y Tabla 4).





Tabla 3. Escala de calificación utilizada para los criterios básicos.

Escala	Extensión del efecto (E)	Duración del impacto (D)	Intensidad del impacto (I)
3	Particular Cuando afecta más del 50% del Sistema Ambiental	Permanente Cuando los impactos persisten después de la operación del proyecto	Alta El componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior, en un 75%
2	Local Cuando afecta entre el 25 y 50% del Sistema Ambiental	Mediana Cuando los impactos se presenten durante la etapa de operación y mantenimiento	Moderada El componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%
1	Puntual Cuando afecta menos del 25% del Sistema Ambiental	Corta Cuando los impactos solo se presentan durante la preparación del sitio y construcción	Mínima El componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%

Tabla 4. Escala de calificación utilizada para los criterios complementarios que se utilizarán para evaluar la significancia de los impactos.

Escala	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Mitigabilidad (M)
3	Fuerte. Cuando el efecto producido por las suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	Alta. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo factor.	Alta Si la medida de mitigación aminora la afectación en 75% o más
2	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas.	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo factor.	Media Si la medida de mitigación aminora entre 25 y 74%
1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo factor ambiental.	Baja Cuando la medida de mitigación aminora la afectación hasta en un 25%
0	Nula. Cuando no se presentan interacciones entre impactos.	Nula. Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	Nula. No hay medidas de mitigación

Cuando existió incertidumbre para determinar el valor de un criterio, se asignó el valor más alto. Esta regla es consistente con el principio precautorio para los conflictos ambientales, esto es, resta la oportunidad de subestimar un impacto, lo cual minimiza el riesgo público.

Los índices básico y complementario, se obtuvieron describiendo los efectos de la variable  $j$  (actividad del proyecto) sobre la variable  $i$  (componente ambiental) a través de los siguientes modelos:

$$EDI_{ij} = 1/9 (E_{ij} + D_{ij} + I_{ij})$$

$$SA_{ij} = 1/6 (S_{ij} + A_{ij})$$





Donde:

*Criterios básicos*

E = Extensión del efecto

D = Duración del impacto

I = Intensidad del impacto

*Criterios complementarios*

S = Sinergia

A = Acumulación

Como los criterios básicos no pueden valorarse como nulos, entonces, el valor mínimo que se les asignó es uno. Por lo tanto, los rangos de dichos índices son los siguientes:

$$(1/3) \leq EDI \leq 1 \text{ y } 0 \leq SA \leq 1.$$

Los modelos presentados para la evaluación del proyecto fueron modificados del original considerando en los criterios básicos, que se redujeron los valores asignados para cada criterio; y en los complementarios se omitió la controversia.

### Cálculo de la magnitud del impacto

La magnitud del impacto (MI) fue obtenida a partir de la siguiente fórmula:

$$MI_{ij} = EDI_{ij}^{1-SA}$$

La Magnitud del Impacto deberá ser igual al índice EDI, si el valor del índice SA es cero; mientras que, la Magnitud del Impacto es mayor que EDI cuando SA es mayor que cero.

### Obtención de la significancia del impacto

Adicionalmente, la significancia del impacto ( $G_{ij}$ ) se calculó como sigue:

$$G_{ij} = (MI) [1-(M/3)]$$

Donde:

M = Mitigabilidad

Las medidas de mitigación son evaluadas sobre una escala ordinal como criterio complementario.

Debido a que los criterios básicos no pueden ser valorados como nulos, entonces el rango de valores de la significancia de la interacción son los siguientes:

$$3/9 \leq \text{Significancia} \leq 1$$

Finalmente, los valores de la significancia fueron categorizados como se observa enseguida (ver Tabla 5).

Tabla 5. Escala de valoración de impactos ambientales

Escala	Significancia
0-0.25	Bajo
0.26-0.49	Moderado
0.50-0.74	Alto





Escala	Significancia
0.75-1.00	Muy alto

## Capítulo VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

En este capítulo se realizó un análisis de los impactos identificados en el capítulo anterior asociados al "Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco – Xicatlacotla (El Higuérón)". La mayoría de los impactos ambientales adversos identificados contarán con una medida de mitigación, existirán medidas preventivas, compensatorias y/o de reducción para cada impacto.

## Capítulo VII. Pronósticos ambientales regionales y evaluación de alternativas.

En este capítulo se consideró el análisis del escenario final y la dinámica ambiental regional en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación. A partir de los resultados obtenidos y para conocer el impacto real que pudiera tener la implementación y ejecución del proyecto se desarrollaron los siguientes programas de monitoreo ambiental:

- Programa de Seguimiento de la Calidad Ambiental, en éste programa se incluirán todas las medidas, acciones y/o programas que se establecerán para contrarrestar los impactos ambientales producidos por la construcción y operación del proyecto.

## VIII.1 Formatos de presentación

### VIII.1.1 Cartografía

En el Anexo IV.1 se incluye la cartografía referente a los componentes abióticos que constituyen al SAR del proyecto (litología, geoformas, suelo, uso de suelo y vegetación, erosión).

### VIII.1.2 Fotografías

El capítulo IV incluye en el Anexo IV.3 un anexo fotográfico de las condiciones ambientales que se presentan dentro del SAR así como las especies de flora y fauna que fueron identificados durante las visitas de campo por tanto corresponden a especies que se distribuyen dentro del SAR del Proyecto.

## VIII.2 Otros anexos

Dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental se incluye la siguiente documentación:

- a) -Documentos Legales

Se incluyen copia de los siguientes documentos:





- Registro Federal de Causantes (RFC) de la promovente.
- Documentación que acredita la propiedad de los predios que albergarán al proyecto por parte de la empresa promovente.
- Identificación Oficial del Representante Legal.
- Registro Federal de Causantes del responsable técnico de la elaboración de los estudios ambientales.
- Identificación Oficial del responsable técnico de la elaboración de los estudios ambientales.
- Copia de la Clave única de Registro de Población (CURP) del responsable técnico de la elaboración de los estudios ambientales.
- Copia de la Cédula Profesional del responsable técnico de la elaboración de los estudios ambientales.

b) -Estudios técnicos (geología, geotectónica, topografía, mecánica de suelos, etc.) y listados de flora y fauna (nombre científico y común que se emplea en la región de estudio).

- Producto de las visitas a campo y como parte del trabajo de gabinete se elaboraron los listados correspondientes a la flora y fauna que se distribuyen en el SAR del Proyecto "Anteproyecto Geométrico de la Autopista Siglo XXI en su tramo Jantetelco – Xicatlacotla (Autopista del Sol)", información que se incluye en el Anexo IV.2.

### VIII.3 Glosario de términos

A continuación se definen algunos términos técnicos que se utilizaron durante la caracterización del proyecto en los diferentes capítulos de la MIA:

**Calidad ecológica.** Hace referencia a estados deseables de los ecosistemas, es decir, un ecosistema con una estructura y funcionalismo similar al de los ecosistemas libres de interferencias humanas. Los atributos mensurables de un producto o proceso que indican su contribución a la salud e integridad ecológica. Estado físico, biológico y ecológico de un área o zona determinada de la biosfera, en términos relativos a su unidad y a la salud presente y futura del hombre y las demás especies animales y vegetales.

**Diagnostico ambiental:** es una valoración sobre la situación que guarda el ambiente; este puede realizarse a través del análisis de la calidad ambiental, la cual hace referencia a estados deseables de los ecosistemas.

**Duración.** La duración de un impacto es el tiempo que transcurre entre su principio y su fin.  
**Extensión.** Es la medida del espacio que ocupa el impacto.

**Impacto adverso.** Se refiere al impacto cuyo efecto se traduce en la pérdida de valor sobre las condiciones originales (existentes antes del inicio del proyecto) de un factor y/o componente ambiental determinado.

**Impacto ambiental.** Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

**Impacto benéfico.** Se refiere al carácter positivo de las actividades del proyecto, sobre las condiciones originales (existentes antes del inicio del proyecto) de algún factor y/o componente ambiental.

**Impactos acumulativos.** Son aquellos que se deben a la acción conjunta sobre un componente ambiental de varias acciones similares, de acuerdo con la SEMARNAT. Un impacto acumulativo es el efecto en el ambiente





que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente (SEMARNAT, 2002).

**Impactos residuales.** Se refiere a los impactos que persisten aun después de que las medidas de mitigación son implementadas.

**Indicador ambiental.** Variable que señala la presencia o condición de un fenómeno que no puede medirse directamente. Por ejemplo, para evaluar el estado de calidad del aire puede observarse la presencia de determinados líquenes o en relación con la calidad de vida puede utilizarse el índice de población servida por redes de agua potable o medios de transporte.

**Integridad ecológica funcional.** Se refiere a la composición natural de un ecosistema, es decir, a la existencia de comunidades completas de plantas y animales (incluyendo grandes depredadores) en las cuales ocurren procesos serales de manera natural y la cual está relacionada con la intensidad de la degradación producida por actividades humanas y que tiene como consecuencia la pérdida o transformación de sus características funcionales.

**Intensidad.** La intensidad de un impacto es la medida en que el componente ambiental considerado se aleja de su estado anterior.

**Medidas de compensación.** Es una indemnización, pago o prestación de servicio que se abona para reparar un daño o un perjuicio al ambiente.

**Medidas de reducción.** Son las medidas encauzadas a disminuir emisiones contaminantes, residuos u otros impactos que afecten al ambiente.

**Medidas preventivas.** El conjunto de disposiciones o actividades anticipadas que tiene como finalidad evitar el deterioro del ambiente.

**Mitigabilidad.** Se refiere a la posibilidad de disminuir los impactos a través de las medidas preventivas, correctivas, compensatorias y/o de mitigación.

**Normas Oficiales Mexicanas (NOM):** Es una regulación técnica de observancia obligatoria, expedida por las dependencias competentes, con una multiplicidad de finalidades, cuyo contenido debe reunir ciertos requisitos y seguir el procedimiento legal.

**Paisaje.** Una parte del espacio sobre la superficie terrestre, la cual consiste en un complejo de sistemas, formado por actividad de la roca, del agua, del aire de las plantas, de los animales y el hombre y por su fisonomía constituye una entidad reconocible.

**Resiliencia:** Capacidad de un ecosistema de regresar a su condición original, luego de una perturbación, lo que implica que el sistema mantiene su estructura y asegura su continuidad.

**Sinergia.** Un impacto sinérgico se produce cuando varias acciones diferentes pueden actuar sobre un componente ambiental provocando un efecto mayor del que provocarían si actuaran independientemente.