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

Índice

I.1 Proyecto 2
I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto. 3
I.1.3 Características físicas del área del proyecto 5
I.1.4.- Rasgos fisiográficos 6
I.1.5.- Rasgos hidrológicos 8
I.1.6.- Vías de comunicación 9
I.1.1 Nombre del proyecto. 10
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto 10
I.2 Promovente 11
I.2.1 Nombre o razón social 11
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente 11
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 11
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal. 11
I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental 12
I.3.1 Nombre o razón social 12
I.3.2 Registro Federal de Contribuyente o CURP 12
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 12
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio. 12

I.1 Proyecto

El proyecto **"**Construcción, montaje e instalación de Línea de Transmisión eléctrica 115 kV denominada **Parque Eólico Tizimín-S.E. Tizimín"** forma parte del proyecto del parque Eólico Tizimín, dicha Línea de Transmisión tiene el objetivo de trasmitir la Energía generada en el Parque Eólico a una Subestación Eléctrica para su distribución a la población en general.

Así mismo se podrán satisfacer las necesidades de suministro de energía eléctrica en la región, por lo que se asegurará el abasto y suministro de energía que se requiere, así como equilibrar las condiciones del mercado.

El presente proyecto distribuirá la energía eléctrica para satisfacer la demanda de los diversos sectores económicos y reforzar el sistema eléctrico nacional y de la región para dar mayor confiabilidad a los usuarios de los diferentes sectores económicos.

La infraestructura que comprende el proyecto tendrá las siguientes características técnicas para su operación y buen funcionamiento.

Tabla I.1 Características técnicas particulares del proyecto Línea de Alta Tensión Parque Eólico Tizimín-S.E. Tizimín (Tramo de línea aérea)

a) Capacidad de transmisión de la LAT	115 kV.
b) Número de circuitos	2 Circuitos (un circuito de reserva)
c) Longitud de la trayectoria de la LAT	47.49 Km
d) Ancho del derecho de vía	22 metros
e) Cable conductor	Aluminio. ACSR/Hawk-477-TA
f) Cable de guarda	Hilo de guarda OPGW (FO) de 36 fibras. Diámetro exterior: 15 mm
g) Aislador	Tipo Normal
h) Estructuras de soporte	Autosoportadas de celosía, normalizados E71A21/E71G21/E711W21/E71X21
i) Torre transición aéreo/subterráneo	Tipo monoposte, normalizada 1216TCE
j) Número aproximado de estructuras	130 Estructuras
k) Cimentación	Zapatas aisladas.
l) Sistema de tierras	Anillos de cobre y varillas
m) Protección catódica	No se requiere

Tabla I.1 Características técnicas particulares del proyecto Línea de Alta Tensión Parque Eólico Tizimín-S.E. Tizimín (Tramo de línea aérea)

n) Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía.	Desmonte a matarrasa de manera temporal, permanente y poda selectiva.

Tabla I.2 Características técnicas particulares del proyecto Línea de Alta Tensión Parque Eólico Tizimín-S.E. Tizimín (TRAMO DE LÍNEA ENTERRADA)

Capacidad de transmisión de la línea	115 kV.
Número de circuitos	1 circuito, y un segundo circuito sólo con tendido de tubos corrugados (reserva futura)
Longitud del tramo de línea enterrada	520 m
Ancho del derecho de vía	1.50 m
Cable conductor	Al (750) XLP-115-100-B
Sección	380 mm^2
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLP)
Pantalla	Hilos de cobre
Diámetro exterior	85 mm
Cable de comunicaciones	Cable dieléctrico de comunicación (FO)
Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía.	No aplica. Zona urbanizada
Construcción (ver imagen siguiente)	Directamente enterrados (sin ducto en concreto) tendidos dentro de tubo corrugado (PEAD tipo S de 150 mm de diámetro nominal).

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto.

El sitio del proyecto se ubica en la región 01 Litoral Oriente del estado de Yucatán, iniciando su trayectoria aproximadamente a la altura de kilómetro 20 de la carretera que discurre entre Loché y Dzonot Carretero, en el marco de bahía de la Subestación Eléctrica PE Tizimín, la cual se encuentra ubicada aproximadamente a 34 km al noreste del municipio de Tizimín y a 12 km al noroeste de la localidad de Dzonot Carretero, para dirigirse por terrenos forestales, pecuarios y agrícolas a rematar en el marco de Bahía de la Subestación Eléctrica Tizimín, situada en la localidad de Tizimín, la cual se encuentra en operación. Cabe señalar que el trazo de la trayectoria continúa por las comunidades que se observan en la imagen siguiente:

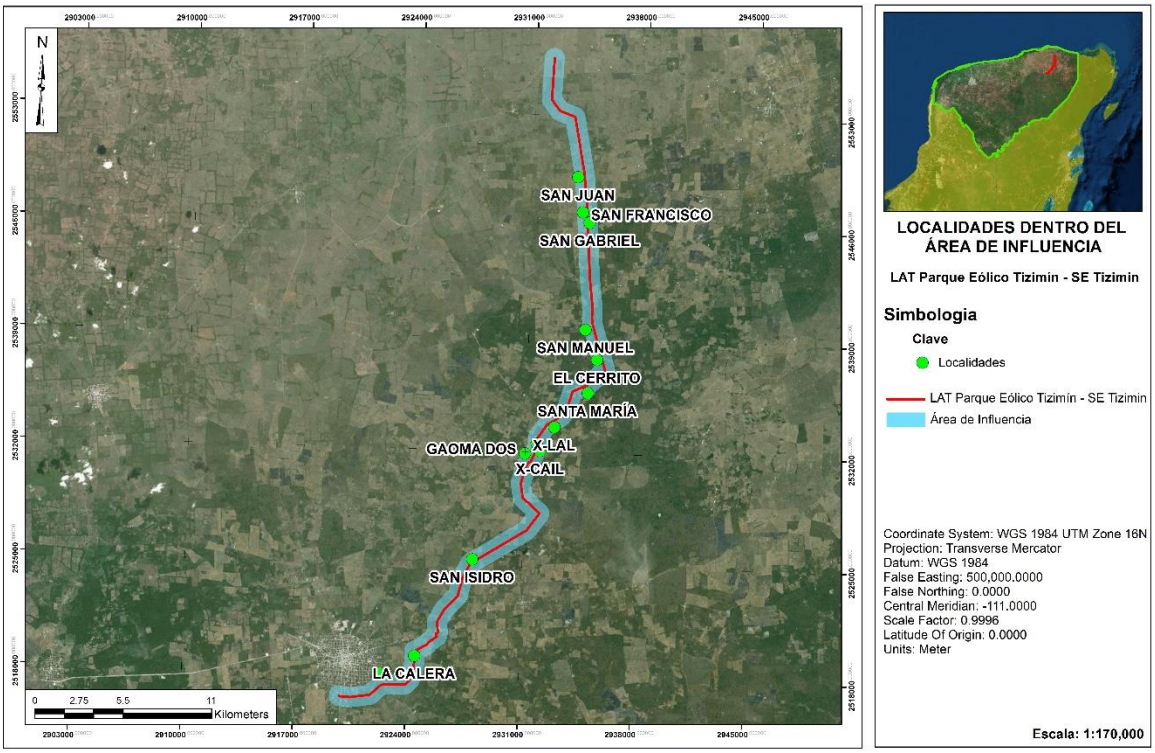


Figura I.1.- Localidades dentro del área de influencia del proyecto

Hasta enlazar con la bahía de la Subestación Eléctrica Tizimín, la cual es una instalación en operación, ubicada en la zona urbana del municipio de Tizimín:



Figura I.2.- Subestación Eléctrica Tizimín

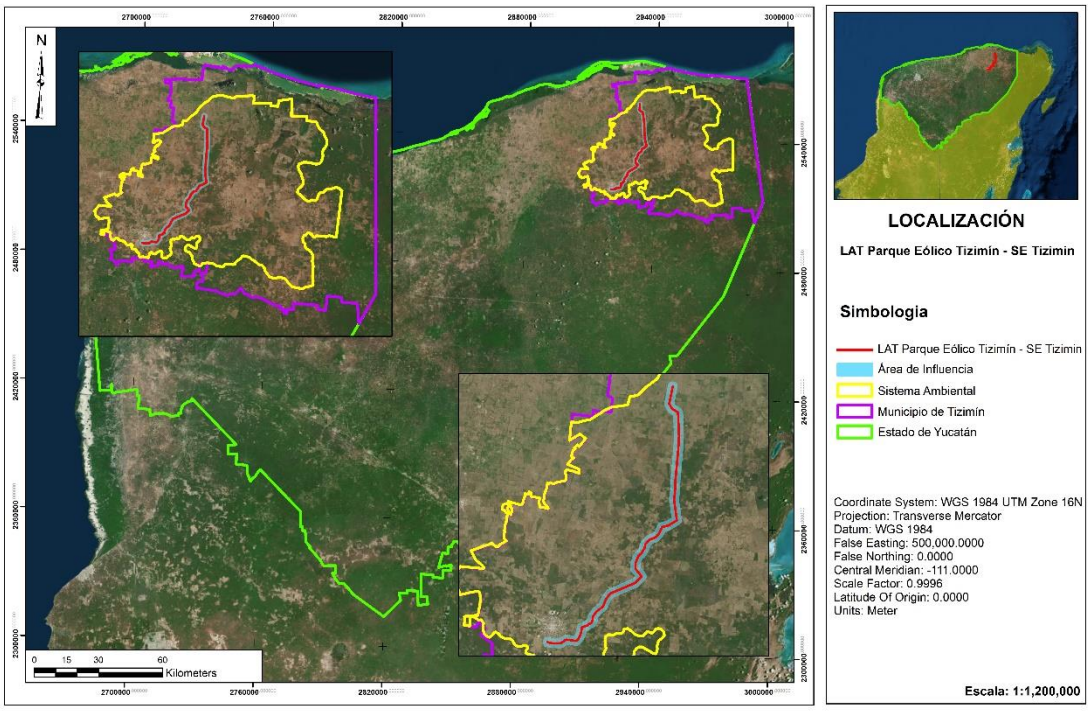


Figura I.3. Localización del proyecto

I.1.3 Características físicas del área del proyecto

Se determinó el área de influencia (AI) tomando en cuenta las características bióticas y abióticas que pudieran verse afectadas durante el proceso de la construcción dando como resultado una distancia de 500 m a cada lado del eje la traza, así mismo se determinó el Sistema Ambienta (SA) considerando los ordenamientos jurídicos aplicables y las características bióticas de la zona. Cabe señalar que el Sistema Ambiental (SA) se encuentra localizado en la región 01 Litoral Oriente de acuerdo a la regionalización del estado, así mismo se puede observar que este proyecto se ubica dentro de la provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán, la subprovincia Carso Yucateco, tal y como se muestra en las siguientes imágenes.

Región 01 Litoral Oriente

La región 01 Litoral Oriente ocupa una superficie de 786,564.24 km^2, que corresponde al 19.7 % de la extensión total del estado; reúne nueve municipios:

Cenotillo, Buctzotz, Sucilá, Panabá, San Felipe, Río Lagartos, Tizimín, Calotmul, y Espita.

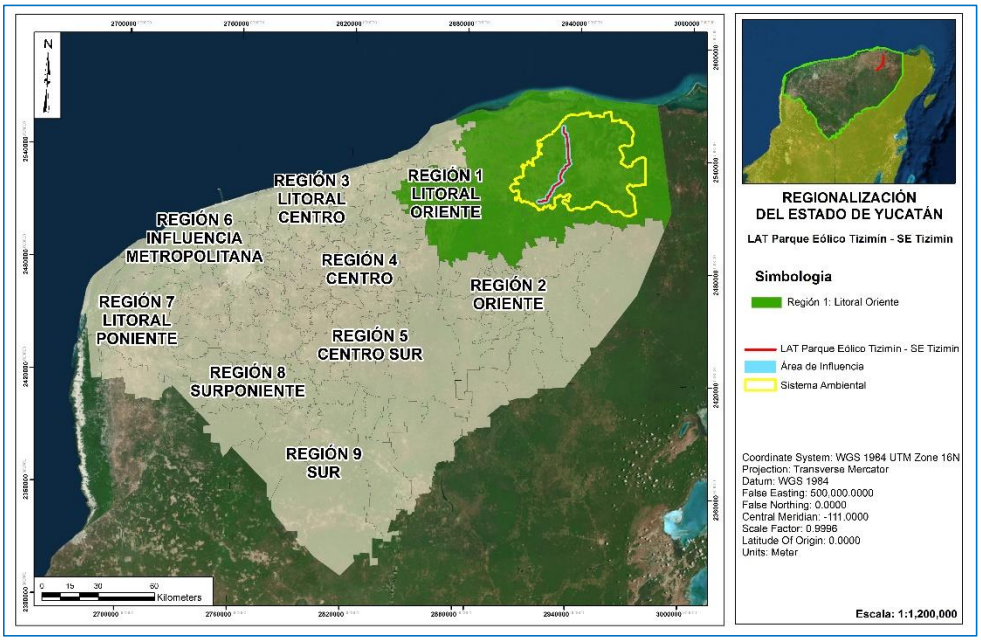


Figura I.4. Ubicación del proyecto dentro de la Regionalización 01 Litoral Oriente

I.1.4.- Rasgos fisiográficos

Península de Yucatán

El terreno en esta península es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. La península es una gran plataforma de rocas calcáreas marinas y es la provincia más joven de México. Abarca la totalidad del estado de Yucatán y Quintana Roo y la mayor parte de Campeche.

Tabla I.3 Provincia fisiográfica en el contexto del SA, AI y AP

Nombre	Área SA (Ha)	Porcentaje	Área AI (Ha)	Porcentaje	Área AP (Ha)		Porcentaje
					Aereo	Subt	
Península de Yucatán	222,085.08	100.00	4,807.08	100.00	103.33	0.08	100.00

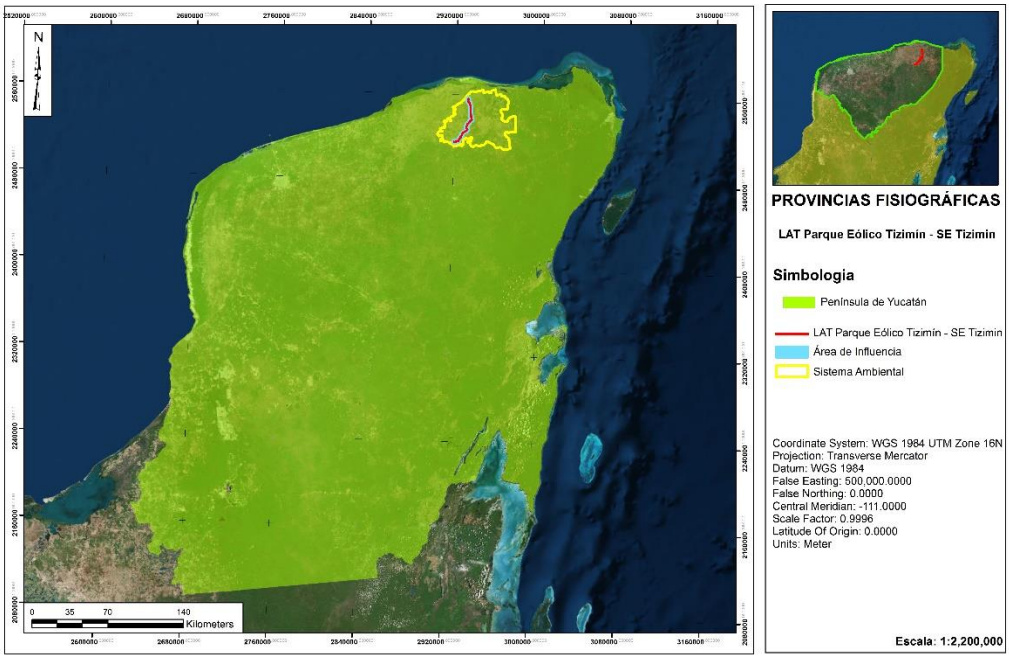


Figura I.5 Provincia fisiográfica en donde se ubica el proyecto.

Subprovincia 62 Carso Yucateco

Por su parte, la subprovincia fisiográfica denominada 62 Carso Yucateco está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Oriente y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste. Dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación. En términos generales muestra una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial.

Tabla I.4 Subprovincias fisiográficas

No.	Nombre	Área SA (Ha)	Porcentaje	Área AI (Ha)	Porcentaje	Área AP (Ha)		Porcentaje
1						Aereo	Subt	
	62 Carso Yucateco	222,085.08	100.00	4,807.08	100.00	103.33	0.08	100.00

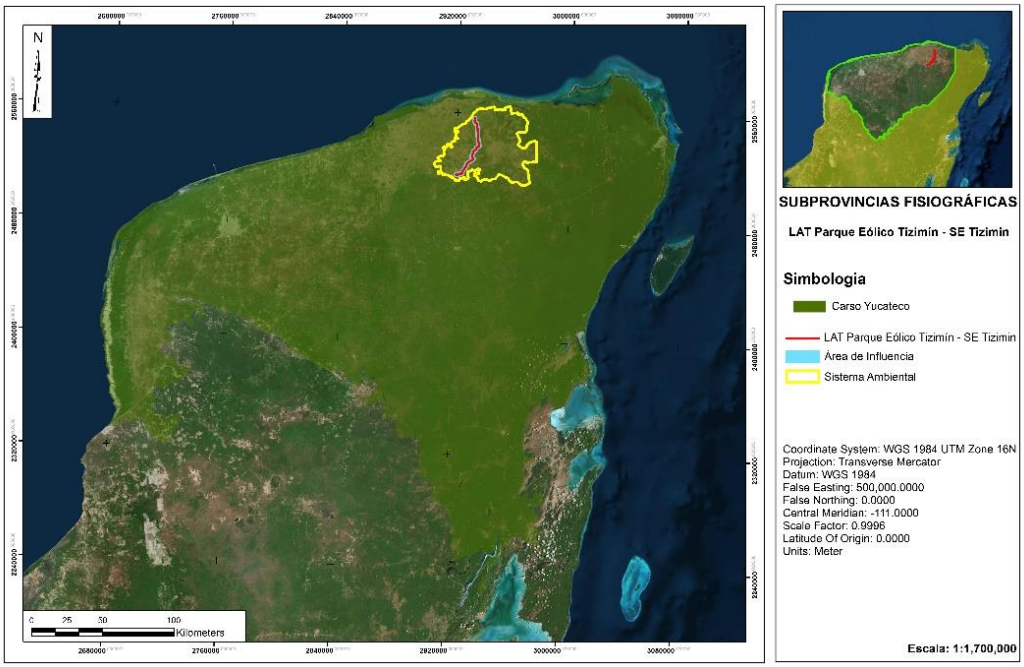


Figura I.6 Subprovincia fisiográfica en donde se ubica el proyecto.

I.1.5.- Rasgos hidrológicos

Cuencas hidrológicas

En el Sistema Ambiental, la Cuenca Hidrológica Yucatán representa un 100 % con una superficie de 222,085.08 hectáreas.

Tabla I.5 Cuenca Hidrologica

No.	Nombre	Área SA (Ha)	Porcentaje	Área AI (Ha)	Porcentaje	Área AP (Ha)		Porcentaje
						Aereo	Subt	
1	Yucatán Norte	222,085.08	100.00	4,807.08	100.00	103.33	0.08	100.00

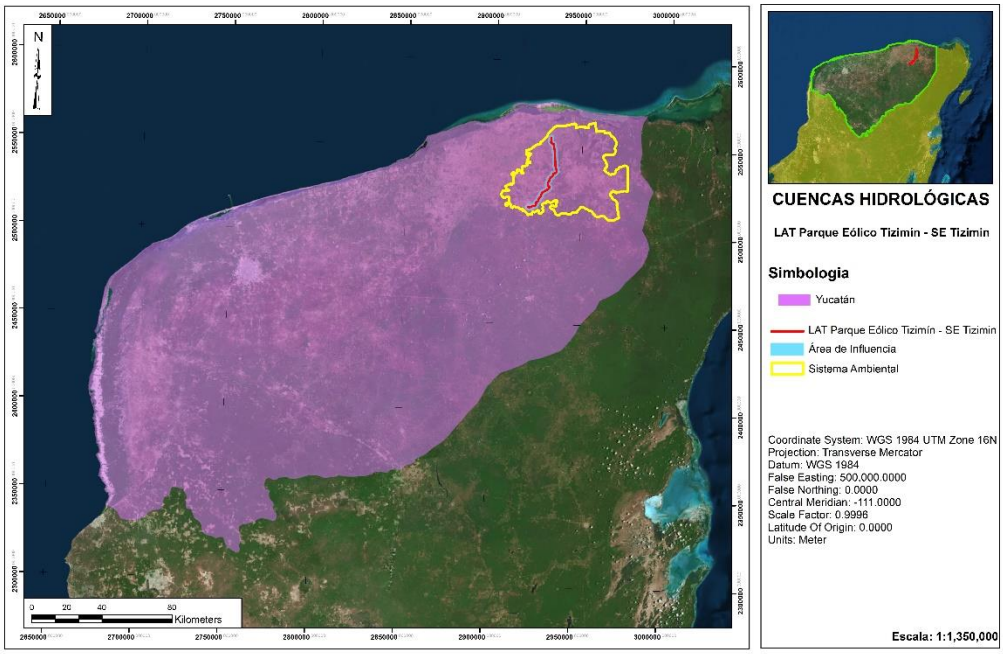


Figura I.7 Cuencas hidrológicas en que se ubica el Sistema Ambiental

I.1.6.- Vías de comunicación

El sitio del proyecto, inicia su trazo aproximadamente a la altura del kilómetro 20 de la Carretera Loché - Dzonot Carretero, para dirigirse por terrenos forestales, pecuarios y agrícolas para rematar en el marco de Bahía de la Subestación Eléctrica Tizimín la cual se encuentra operación, a continuación, se muestra imagen de la red de vías de comunicación presentes en el sistema ambiental del proyecto.

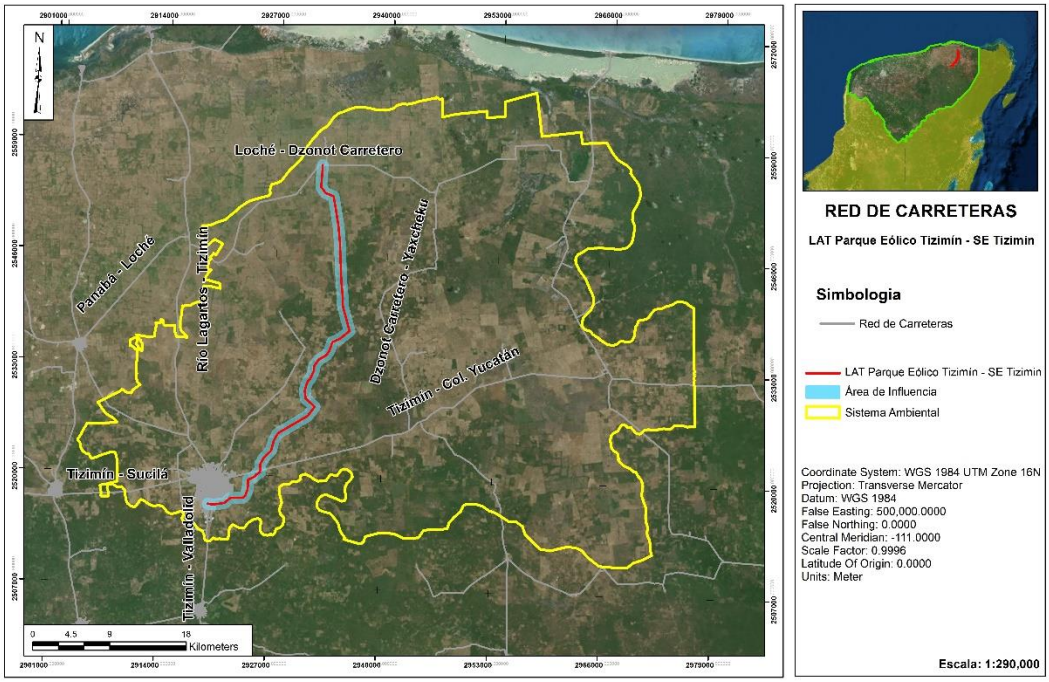


Figura I.8 Red de carreteras dentro del sistema ambiental del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto.

Línea de Transmisión eléctrica 115 kv denominada **"Parque Eólico Tizimín-S.E. Tizimín".**

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

El proyecto considera un tiempo de vida útil de 25 años; lo anterior se basa a que ésta infraestructura es complementaria al proyecto "Parque Eólico Tizimín". Cabe resaltar que a la infraestructura proyectada, una vez construida y puesta en servicio, se le proporcionará mantenimiento preventivo periódicamente y correctivo en su defecto para su correcto funcionamiento y para prolongar su vida útil.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

"Fuerza y Energía Limpia de Tizimín, S.A. de C. V."

Anexo I

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

RFC: FEL150320K12

Anexo I

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Articulo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

Representante Legal de la Empresa y Director de Proyecto.

Anexo I.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal.

Eliminado: Cuatro renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Articulo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

SCGI SA DE CV

Servicios, Construcción y Gestión Integral S.A. de C.V.

Representante: legal: William García Sánchez

I.3.2 Registro Federal de Contribuyente o CURP

SCG150626GG0

Ver Anexo II

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. Ambiental. Deisy Sánchez Sánchez

Cédula 10078708

Ver Anexo II

Colaboradores:

Biol. Alejandro Pérez Aguilar

Ing. Jesús Abel Martínez Durán

Ing. Jesús Humberto Fierro Gutiérrez

Biol. Daniel Godoy Bojórquez

Biol Gabriel Peraza Herrera

Biol. Víctor Navarro Colli

Ing. José N. García Sánchez

Ing. José Antonio Cortes García

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.

Avenida Esperanza Iris número 110- Col. Guayabal.

C.P. 86090. Municipio: Centro

Villahermosa, Tabasco. Tel. 045 993 3 88 64 87


CAPÍTULO II.- Descripción del proyecto

Contenido

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 3

II.1.1 Naturaleza del proyecto 4

II.1.2. Selección de la trayectoria (sitio) 5

II.1.2.1 Criterios técnicos, ecológicos y económicos utilizados para la selección de la trayectoria. 5

II.1.2.1. Estudios de gabinete y campo 8

II.1.2.2. Alternativas de trayectorias 9

II.1.2.2. Descripción particular de las alternativas de trayectoria analizadas 10

II.1.3. Ubicación del proyecto.....16

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 17

II.1.4 Descripción general del proyecto.....19

II.1.5 Dimensiones del Proyecto 28

Distribución de la vegetación a lo largo de la LAT 31

II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y sus colindancias.....32

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 36

II.2.2 Preparación del sitio 47

II.2.4 Etapa de Construcción.....51

II.2.5 Operación y mantenimiento 60

II.1 Información general del proyecto

El presente estudio comprende la construcción, operación y mantenimiento de Línea de "Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín", la cual se ubicará en el municipio de Tizimín Yucatán. En el **Anexo III** se muestra la localización general de la LT. PE Tizimín – SE Tizimín y los poblados principales circundantes.

La realización del proyecto permitirá la transmisión la energía que se generará en el parque Eólico Tizimín, lo cual servirá para garantizar la continuidad de la transmisión de energía eléctrica a nivel regional.

En el área de influencia en donde se ubica el proyecto se puede apreciar una intensa actividad agropecuaria, Es común observar grandes extensiones de pastizales con sistemas de riego para alimento de ganado en cría intensiva, también se identifican zonas donde se llevan a cabo diversos cultivos agrícolas. En general el estado de conservación y la continuidad de las áreas con vegetación natural se encuentran fragmentados a lo largo de la trayectoria del proyecto en mención. Sin embargo, se identifican algunas áreas con vegetación de selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia.

Dada su naturaleza, el proyecto pretendido cae en lo señalado en la fracción II del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que menciona que quienes pretendan llevar a cabo obras relativas al sector eléctrico requerirán previamente la Autorización en Materia de Impacto. Ambiental (AMIA) otorgada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como también en lo indicado en la fracción VII del mismo artículo del ordenamiento mencionado, que establece la misma condición cuando se pretenda realizar cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas, como en el caso del proyecto que nos atañe.

La fracción III del inciso K del artículo 5o del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental especifica claramente que las obras

de transmisión y subtransmisión eléctrica, como lo es la "Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín", requerirán AMIA de la SEMARNAT de manera previa a su realización

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto "Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín" consiste en la construcción, montaje e instalación de dicha infraestructura. El proyecto tiene una longitud de 47.49 kilómetros y estructura de doble circuito (un circuito de reserva), operando con una capacidad de 115 kV. Se instalarían aproximadamente 130 torres de acero estructural soportadas con cimentaciones de concreto armado, las cuales sostendrían el cableado aéreo. La línea contaría con un sistema de comunicación a través de la instalación de un cable de guarda de fibra óptica que será parte de su blindaje.

Por lo anterior, el presente proyecto tiene como objeto transmitir energía eléctrica para reforzar la infraestructura eléctrica de la región y con esto satisfacer la demanda de los diversos sectores sociales, respecto al desabasto de energía eléctrica existente en el estado de Yucatán, preponderando el desarrollo económico mediante el abasto de energía constante para el sector industrial y de servicios.

Debido a su naturaleza, el proyecto implica la remoción de vegetación a lo largo de su trayectoria. Si bien, parte del trazo pasa por terrenos agropecuarios, también se encuentran zonas con vegetación de selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia lo cual se mencionó anteriormente.

Como se puede atisbar, la remoción de vegetación natural implica la ocurrencia de impactos asociados sobre la fauna, el suelo y sobre la misma vegetación; adicionalmente, la utilización de maquinaria y la presencia del personal que realizaría los trabajos inherentes a la construcción de un proyecto de este tipo implicarían impactos potenciales sobre el aire, el suelo, el agua, etc. Por otra parte, la instalación de un tendido eléctrico (cableado aéreo) constituiría un

impacto inevitable sobre el paisaje. Sin embargo, cabe resaltar que los impactos de mayor magnitud debidos a la construcción de una línea de transmisión son los asociados a la remoción de la vegetación natural.

Para el proyecto de construcción de la LT. PE Tizimin-SE Tizimín se proponen medidas encaminadas a evitar, mitigar, compensar e incluso remediar, si fuera el caso, los impactos que se espera genere su realización. Tales medidas se presentarán en el capítulo correspondiente del presente estudio.

II.1.2. Selección de la trayectoria (sitio)

II.1.2.1 Criterios técnicos, ecológicos y económicos utilizados para la selección de la trayectoria.

Criterios generales

En la selección de sitios para trayectorias de líneas de transmisión, como la "Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín", se consideran los siguientes criterios generales:

- Centro de carga de la subestación (zona de mayor demanda).
- Tensión de la línea (línea de interconexión en doble circuito, equipada con un solo circuito en 115 kV).
- Mecánica de suelos.
- Crecimiento de poblaciones cercanas.
- Topografía predominante, considerando el tipo de terreno, plano, lomerío o montañoso.
- Condiciones meteorológicas, precipitaciones, descargas atmosféricas, tormentas, tornados, masas de aire, ciclones.
- Uso del suelo: Agrícola, pecuario, forestal, equipamiento, etc.
- Vialidad de apoyo: Autopistas, carreteras pavimentadas, terracerías, brechas, etc.
- Tipo de asentamientos humanos y su probable expansión. Ciudades, poblados, rancherías, caserío aislado y asentamiento irregular.
- Arqueológico

Criterios técnicos

El principal criterio para el establecimiento de la trayectoria de la "Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín" es la necesidad de enlazar el Parque Eólico Tizimín con el sistema eléctrico nacional con la finalidad de suministrar la energía eléctrica que se genere.

El proyecto permitiría reforzar el sistema eléctrico peninsular con el sistema eléctrico nacional, incrementando la capacidad de transmisión para satisfacer la demanda y desarrollo del estado de Yucatán, así como aumentar la capacidad de la infraestructura de transmisión de energía eléctrica, de tal manera que permita atender a mediano y largo plazo la demanda del servicio de suministro de energía eléctrica a nivel regional.

El segundo criterio para la ubicación del proyecto fue la existencia de infraestructura de transformación; la trayectoria de la "Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín" se iniciará en el marco de bahía de la Subestación Eléctrica del Parque Eólico Tizimín y terminará su recorrido en la SE. Tizimín, con capacidad para disminuir el voltaje de distribución a la zona de influencia del proyecto a un voltaje adecuado para uso urbano.

El último criterio de selección fue el arqueológico, ya que se requirió de un análisis de campo para identificar la presencia de vestigios arqueológicos y poder proyectar la trayectoria de tal forma que no se viera afectado el patrimonio arqueológico.

Criterios ecológicos

En la selección de la trayectoria del proyecto se priorizó que cualquier trayectoria que se eligiera (y, en consecuencia, la superficie del derecho de vía) atravesara preferentemente por terrenos con uso de suelo agropecuario donde la vegetación natural ya ha sido removida.

También se consideró evitar al máximo la fragmentación de hábitat que ocasionaría la interrupción de la continuidad de la vegetación en buen estado de conservación o recuperación. La longitud de la línea de transmisión no es necesariamente un factor decisivo, ya que puede darse el caso en que una trayectoria de menor longitud repercuta en una mayor cantidad de impactos negativos al ambiente. Para evitar dicha fragmentación de hábitat, el trazo de la trayectoria se planteó preferentemente en zonas donde se desarrollan actividades agropecuarias, las cuales ya han ocasionado un primer y decisivo impacto en este aspecto.

Con las consideraciones anteriores se integra la variable ambiental como fundamento de la planeación del proyecto.

Criterios normativos

La localización de la línea de transmisión también considera el cumplimiento de la legislación ambiental y forestal vigente y aplicable, que ha expedido la SEMARNAT, así como de los demás organismos públicos federales, estatales o municipales. Lo anterior incluye la consideración de ordenamiento territoriales, áreas naturales protegidas y su zonificación, ubicándola en las zonas donde se permita la instalación de infraestructura, de acuerdo con sus respectivos decretos y programas de manejo vigentes, así como de cualquier otra regulación que incumba, ya sea por el tipo de proyecto o bien, por su ubicación.

Criterios económicos

Este proyecto ampliará el Sistema Eléctrico Peninsular, estableciendo una vía para la transmisión de la energía generada en el Parque Eólico Tizimín y su interconexión con el Sistema Eléctrico Peninsular y Nacional, lo que permitirá que se pueda brindar el servicio a un mayor número de usuarios en la región, al mismo tiempo que aumenta la cantidad y calidad de servicios que se pueden brindar a las poblaciones en el área de influencia del proyecto, permitiendo mejorar el desarrollo turístico, industrial, agrícola y poblacional de la región,

coadyuvando al fortalecimiento de la economía de los Estados vecinos de Campeche y Quintana Roo, a través del desarrollo de una zona con enorme potencial ecoturístico. Además, la energía que será transmitida a través de la línea de interconexión que es objeto del presente proyecto será de origen renovable, fruto de la operación del proyecto Parque Eólico Tizimín, y por ello sin emisiones de CO_2 a la atmósfera.

La principal consideración económica se basa en encontrar la opción técnica con un costo razonable para cumplir con el objetivo. Las consideraciones económicas involucran los costos constructivos, indemnizatorios (a los propietarios de predios afectados por el trazo del proyecto), así como los costos que se espera erogar por la implementación de medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se propone ejecutar en vista de los impactos potenciales esperados, inherentes a cualquier proyecto de este tipo

La ejecución del proyecto se enmarca en los nuevos lineamientos del sector energético, donde se establece la apertura para la inversión privada en el sector energético, para este caso la empresa **Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV,** lo anterior permite tener elementos para darle soporte de viabilidad al proyecto, ya que se incorpora la variable ambiental como un factor importante en la estrategia de planeación del proyecto.

II.1.2.1. Estudios de gabinete y campo

Para definir la trayectoria de la línea de trasmisión del proyecto, por principio se realizó una revisión de la cartografía y sistemas de información geográfica de la zona previamente definida. Posteriormente se realizó un análisis sobre la posible trayectoria de la línea de transmisión, con ello se generó de manera parcial información sobre las características del lugar, sus aspectos sociales, ambientales, arqueológicos, actividades productivas, infraestructura instalada, entre otros, lo cual permitió considerar la factibilidad preliminar y la problemática que tendría que abordarse en las diferentes etapas del proyecto.

La información que se consideró para su análisis, fueron las características de la tenencia de la tierra, la ubicación de áreas naturales protegidas y sitios arqueológicos, las características socioeconómicas de los municipios involucrados y de las localidades cercanas a la trayectoria de la línea de transmisión, así como algunos aspectos técnicos del tipo de suelo, relieve y topografía general.

También se realizaron recorridos de campo, para la verificación de la información generada, así como, la complementación de las características y los elementos naturales y sociales de la zona, además de los factores de afectaciones e indemnizaciones por pagos de derechos de vía.



La propuesta de ubicación del proyecto, en la mayor parte del trazo se definió sobre terrenos con actividad agropecuaria (pastizales para actividad ganadera tal como se observa en la imagen de la derecha), evitando una posible alteración a los elementos o factores naturales de la zona y en los puntos o tramos donde se considera pudiera causar algún impacto, se establecerán las medidas de mitigación o compensatorias necesarias. Lo que nos permite tener elementos para darle soporte de viabilidad al proyecto, ya que se incorpora la variable ambiental como un factor importante en la estrategia de planeación del proyecto.

II.1.2.2. Alternativas de trayectorias

Para definir la ubicación de la trayectoria de la "Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín", se consideró el análisis de alternativas de trayectorias que son coincidentes en varias secciones, por lo que se analizan las secciones en donde se han considerado variaciones de la misma.

Su ubicación está obligada por la instalación de la cual se realizará el suministro

(Parque Eólico Tizimín) y la ubicación del centro de carga a donde se requiere llevar la energía para su distribución a la zona de influencia del proyecto (SE. Tizimín).

A continuación, se incluye el análisis realizado de las diferentes alternativas de trayectoria contempladas inicialmente para el proyecto LT. PE Tizimín-SE Tizimín. Dicho análisis fue realizado a través de la evaluación de los aspectos técnicos, ambientales, indemnizatorios y económicos, mismos que fueron ponderados para determinar la trayectoria más factible.

II.1.2.2. Descripción particular de las alternativas de trayectoria analizadas

Aspecto técnico

Las tres alternativas de trayectoria inician en la SE PE Tizimín, ubicada en el predio del Parque Eólico Tizimín, geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM X=397,080 Y=2,371,482 y finalizan en la SE Tizimín en las coordenadas UTM X=379,935 Y=2.336.379, en el municipio de Tizimín, Estado de Yucatán.

En todos los casos para la llegada a la zona urbana se propone el uso de postes troncocónicos para el cambio de aérea a subterránea, con el objeto de no interferir con infraestructura existente y la población en general.

A continuación, se enlistan las características propias de cada una:

- Alternativa A: su recorrido es de aproximadamente de 43.35 km, a través de 9 puntos de inflexión (PI's)
- Alternativa B: su recorrido es de aproximadamente de 47.50 km, a través de 49 puntos de inflexión (PI's).
- Alternativa C: su recorrido es de aproximadamente de 46.50 km, a través de 12 puntos de inflexión (PI's),

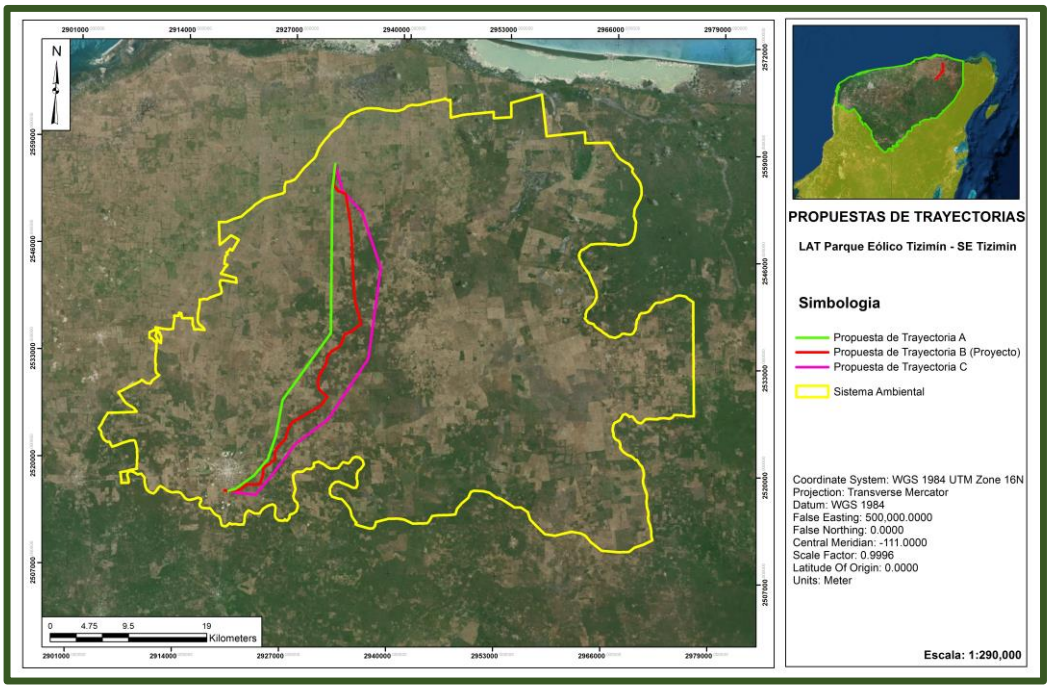


Figura II.1 Alternativas de trayectorias para la ubicación del sitio

Aspecto ambiental

Derivado a que el área de influencia del proyecto se ubican algunas zonas con vegetación en buen estado de conservación, será necesario la solicitud de la autorización en materia de impacto ambiental independientemente de la trayectoria que resulte seleccionada. A continuación, se enlistan las características propias de cada una.

- Alternativa A: Considerando las características de la zona esta trayectoria cruza por algunas zonas con presencia de vegetación de interés forestal.

✓ Los macizos forestales de mayor continuidad (2 km), condicionan la presencia de especies de flora y fauna características de zonas preservadas que se pudieran encontrar en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Alternativa B: presenta menor afectación de vegetación conservada.

✓ La vegetación que afecta está fragmentada por lo que la cantidad de especies de flora y fauna que pueden estar presentes y estar consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 es menor. Son también

numerosas para esta alternativa las áreas de pastizal, lo que supondría un menor impacto sobre la vegetación.

- Alternativa C: presentará un nivel de complicación intermedio; derivado a que:

✓ Cruza por algunas zonas de vegetación conservada al igual que las otras dos alternativas.

✓ Los macizos forestales de mayor continuidad (4 km), condiciona la presencia de especies de flora y fauna características de zonas preservadas que se pudieran encontrar en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

-

Aspecto cultural

Derivado del recorrido de campo, se obtuvo lo siguiente:

- Alternativa A: Se detectó un alto número de vestigios arqueológicos sobre esta trayectoria, así como para los accesos a los PI.
- Alternativa B. Al igual que las alternativas A y C, esta presenta vestigios arqueológicos, sin embargo, el trazo de la línea afecta en menor número los vestigios más relevantes.
- Alternativa C. Esta alternativa derivada de sus caminos de acceso afecta un sin número de vestigios arqueológicos al igual que la trayectoria de la Línea de Transmisión.

Derivado de lo anterior, es menos probable que se modifique radicalmente la trayectoria para el caso de la alternativa B, ya que durante la prospección arqueológica se obtuvo conocimiento de la existencia de estos vestigios, por lo que se puede prevenir de antemano su afectación, se atribuye a esta opción la mayor factibilidad arqueológica.

Aspecto económico

Se determinó el presupuesto estimado de cada alternativa (**Tabla II.1.**) tomando en cuenta los aspectos antes mencionados, así como la inversión física y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla II.1 Presupuesto estimado alternativa A

Concepto	Pesos	Dólares
Construcción	$138,880,000.00	$6,400,000.00
Indemnizaciones	$61,845,000.00	$2,850,000.00
Medidas mitigación y compensación	Incluido en construcción	
	Total	$9,250,000.00

Tabla II.2 Presupuesto estimado alternativa B

Concepto	Pesos	Dólares
Construcción	$171,430,000.00	$7,900,000.00
Indemnizaciones	$18,445,000.00	$850,000.00
Medidas mitigación y compensación	Incluido en construcción	
	Total	$8,750,000.00

Tabla II.3 Presupuesto estimado alternativa C

Concepto	Pesos	Dólares
Construcción	$148,645,000.00	$6,850,000.00
Indemnizaciones	$54,250,000.00	$2,500,000.00
Medidas mitigación y compensación	Incluido en construcción	
	Total	$9,350,000.00

Cambio enero 2017: 1USD a 21,7 pesos mexicanos

El costo del manejo, traslado y disposición de residuos no peligrosos; del manejo, el control de emisión de contaminantes a la atmósfera; la concientización del personal que labore en la obra; la tala y poda selectiva (manejo de vegetación) y todas las demás actividades de mitigación de impactos durante la construcción, se consideran dentro de los costos de construcción

Años de Recuperación de la Inversión es a 10 años, con una taza de utilidad de 7,82%

A continuación, se incluye la evaluación cuantitativa para cada una de las alternativas contempladas inicialmente para el proyecto. La evaluación se realizó asignando valores ponderados y el resultado final se plasmó en una matriz de evaluación:

Tabla II.4 Criterios técnicos considerados para el análisis y evaluación de alternativas

Concepto	Alternativas		
	A	B	C
I. Longitud			
Longitud opción A (menor)	1		
Longitud opción B (mayor)		3	
Longitud opción C (Intermedia)			2
II. Tipo de estructuras por longitud			
Torres de acero	1	1	1
Postes de acero			
Cable subterráneo	3	3	3
III. Número de puntos por inflexión			
Menor	1		
Intermedia			2
Mayor		3	
IV. Topografía del terreno			
Plana	1	1	1
Lomerío			
Montañoso			
V. Cruzamiento con líneas de transmisión	**2**	**2**	**2**
Nulo (cero)			
Medio (1 a 3)	3	3	3
Alto (mayor de 3)			
VI. Cruzamiento de ríos o cuerpos de agua relevantes (Cenotes rejolladas)			
Nulo (cero)		0	
Medio (1 a 3)	1		1
Alto (mayor de 3)			
VII. Cruzamiento con carreteras estatales, federales, autopistas, ferrocarriles, canales y superficies de aproximación			
Nulo (cero)			
Medio (1 a 5)	2	2	2
Alto (mayor de 5)			
IX. Presencia de zonas arqueológicas o de vestigios arqueológicos			
Baja			
Media		3	
Alta	7		7
Puntuación obtenida para evaluación	22	21	24

Tabla II.5 Criterios ambientales para obras nuevas

Concepto	Alternativas		
	A	B	C

Tabla II.4 Criterios técnicos considerados para el análisis y evaluación de alternativas

Concepto	Alternativas		
	A	B	C
I. Requiere autorización en materia de impacto ambiental			
SI	2	2	2
NO			
II. Requiere autorización en materia forestal			
Si	2	2	2
No			
III. Cruce del trazo por áreas naturales protegidas (federales)			
Si			
No	1	1	1
IV. Estado de conservación de la vegetación			
Vegetación secundaria en proceso de degradación			
Vegetación secundaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	2	2	2
Vegetación primaria en proceso de degradación			
Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación			
V. Afectación paisajística (capacidad de absorción visual)			
Baja			
Moderada	2	2	2
Alta			
Puntuación obtenida para evaluación	**9**	**9**	**9**

Tabla II.6 Criterios considerados para el análisis y evaluación de alternativas de las trayectorias

Alternativa	Aspectos económicos	Aspectos técnicos	Aspectos ambientales	Valoración
A	2	22	9	33
B	1	21	9	31
C	3	24	9	36

Conclusiones del análisis y evaluación de las diferentes alternativas de trayectoria

De acuerdo con el resultado obtenido en la matriz de evaluación de las trayectorias, **la alternativa B es la más factible.**

Con base en lo anterior, y tomando en cuenta los resultados obtenidos de la inspección en campo respecto a las diferentes alternativas propuestas, la

alternativa B es la que presenta una mayor factibilidad arqueológica debido a que ya están identificados la mayoría de los sitios arqueológicos cercanos, mismos que se ubican en zonas afectadas por actividades antropogénicas.

Considerando lo anteriormente mencionado, se eligió la alternativa B como la más viable para el desarrollo de las actividades previas y constructivas del proyecto, tomando en cuenta las descripciones y recomendaciones arqueológicas antes mencionadas. Dicha trayectoria es para la que se solicita la AMIA a la SEMARNAT delegación Yucatán.

II.1.3. Ubicación del proyecto

La trayectoria planteada para el proyecto comienza la bahía de la SE, PE Tizimín, sigue una trayectoria hasta llegar a la SE. Tizimín, instalación que se encuentra en funcionamiento, a continuación, se lista las coordenadas de la trayectoria.

Tabla II. 7 Coordenadas de la trayectoria del proyecto (Tramo aéreo)

Puntos de inflexión	X	Y	Puntos de inflexión	X	Y
Marco de Bahía	397.059	2.371.391	26	392.798	2.345.359
1	396.583	2.369.027	27	391.931	2.344.476
2	396.971	2.368.318	28	388.476	2.343.007
3	397.797	2.367.856	29	387.927	2.342.289
4	397.911	2.364.554	30	387.492	2.341.228
5	397.826	2.362.813	31	386.609	2.340.547
6	397.435	2.358.486	32	386.104	2.339.875
7	397.369	2.356.690	33	386.084	2.339.289
8	397.267	2.356.196	34	385.988	2.339.227
9	397.257	2.355.818	35	385.959	2.339.203
10	397.634	2.353.053	36	385.995	2.339.042
11	396.482	2.352.360	37	385.476	2.338.785
12	395.618	2.352.115	38	385.35	2.338.646
13	395.229	2.351.319	39	384.589	2.338.384
14	395.092	2.351.109	40	384.519	2.337.783
15	394.764	2.350.760	41	384.442	2.337.564
16	394.416	2.350.609	42	384.418	2.337.382
17	393.909	2.350.405	43	384.09	2.336.742
18	393.291	2.349.752	44	383.782	2.336.514
19	393.232	2.349.286	45	382.51	2.336.688
20	392.705	2.348.430	46	382.333	2.336.620
21	392.45	2.348.266	47	381.7	2.336.197
22	392.244	2.347.917	48	380.545	2.336.199

Tabla II. 7 Coordenadas de la trayectoria del proyecto (Tramo aéreo)					
Puntos de inflexión	X	Y	Puntos de inflexión	X	Y
23	392.001	2.347.326	49	380.402	2.336.236
24	391.949	2.347.232	Fin aéreo/inicio subterráneo	380.378	2.336.239
25	391.955	2.346.385			

Tabla II. 8 Coordenadas de la trayectoria del proyecto (Tramo subterraneo)		
VÉRTICES	COORDENADAS UTM	
	WGS84	H16
INICIO	380.378	2.336.239
1	380.265	2.336.251
2	379.992	2.336.323
3	379.917	2.336.344
FIN	379.924	2.336.381

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

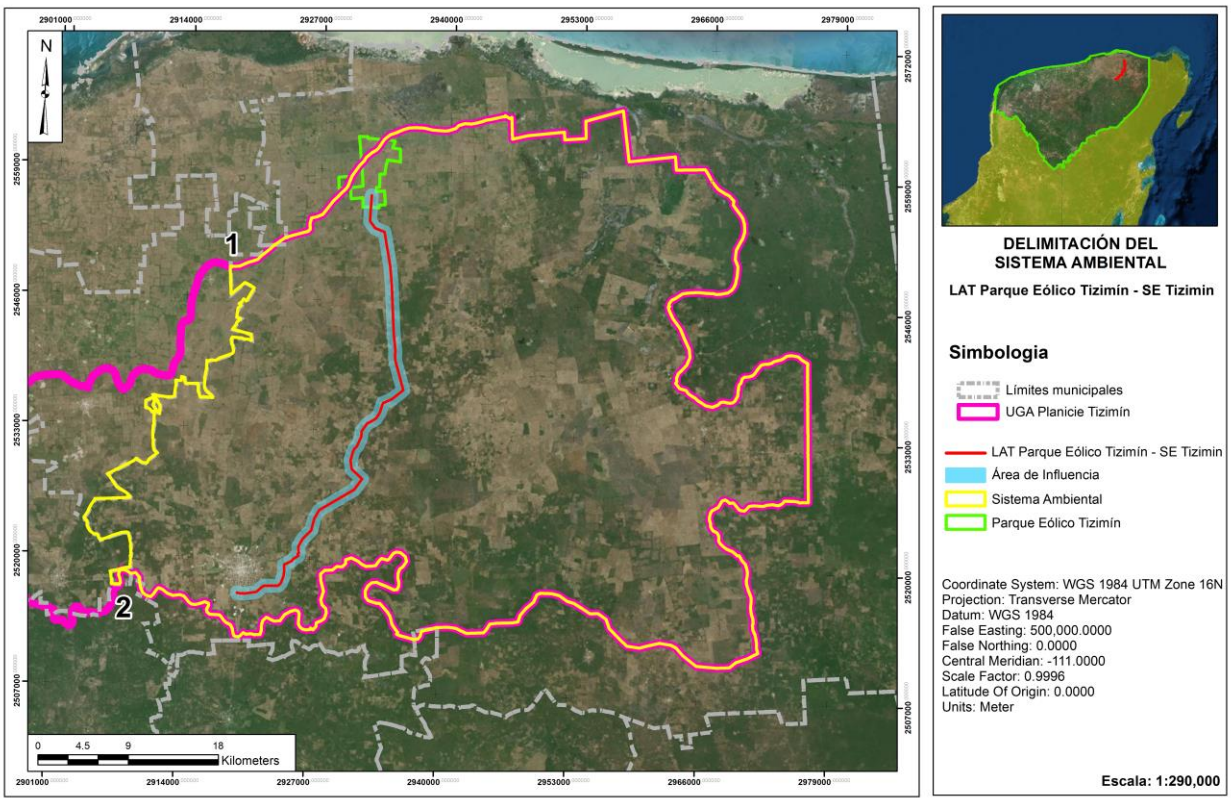


Figura II.2.- Ubicación del SA y trazo del proyecto

El sitio del proyecto se ubica en el municipio de Tizimín, Yucatán, iniciando su trazo en el Parque Eólico Tizimín, a unos 12 km aproximadamente de la

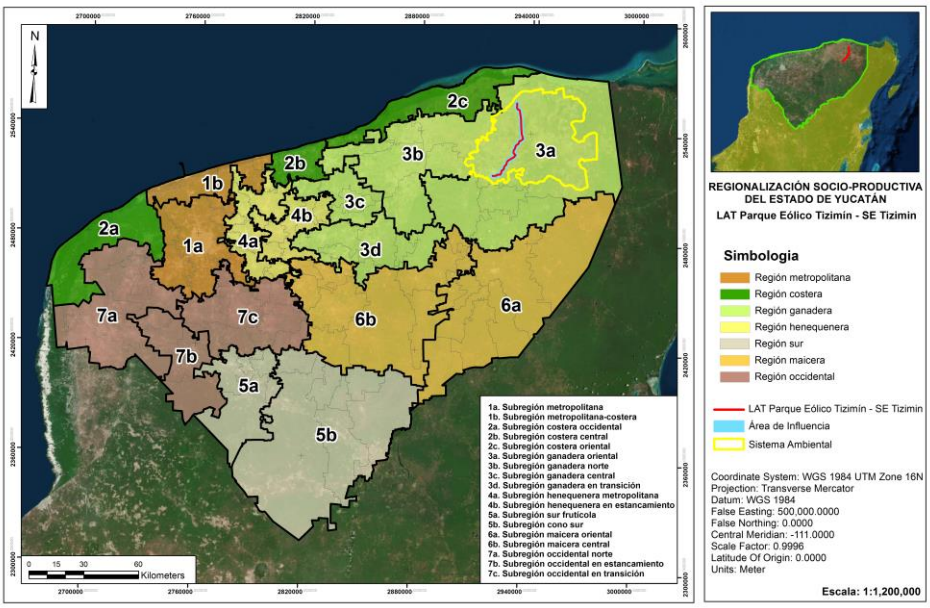
comunidad de Dzonot Carretero, continuando su trazo hacia el municipio de Tizimín, Yucatán, el proyecto se encuentra inmerso en la región ganadera y subregión ganadera norte del estado de Yucatán (ver imagen siguiente).

Región Ganadera

La región ganadera es la más extensa de las siete regiones y proporcionalmente la menos poblada. Ocupa más de la cuarta parte de la superficie del estado y en ella se asienta menos de 10% de la población. La densidad promedio es relativamente baja: 18 hab por km^2, y presenta alta dispersión con gran número de rancherías y asentamientos aislados. Las actividades agropecuarias cubren prácticamente la mitad de su superficie (49%), con predominio de pastizales cultivados y ganadería bovina extensiva. Está formada por 18 municipios reagrupados en cuatro subregiones, el proyecto se ubica en la subregión ganadera norte.

Subregión Ganadera Oriental.

Es la subregión más grande con el 14% de la superficie del estado, integrada por Calotmul, Espita, Temozón y Tizimín. La agricultura ocupa el 54% de su superficie, donde se concentra la mitad de los pastizales cultivados y el 39% de las cabezas de ganado bovino; destaca también el cultivo de frutales, principalmente papaya maradol, y la apicultura con 13% de las colmenas del estado. Su población creció a una tasa media anual de 1.84%, la más alta entre las subregiones ganaderas (aunque el municipio de Calotmul, ubicado en el centro de los otros, escapa a esa dinámica pues presenta crecimiento negativo).



El estado Yucatán es característico de la cultura Maya la cual se empezó cerca del año 2000 AC hasta el siglo XVI y XVII, dividida en los periodos Preclásico, Clásico, Epiclásico y Posclásico, cabe señalar que el proyecto se ubica en una zona con presencia de vestigios arqueológicos de gran importancia por lo cual se llevarán a cabo los procedimientos correspondientes que determine el INAH para la construcción de la obra.

II.1.4 Descripción general del proyecto

La naturaleza del proyecto corresponde a la construcción y operación del proyecto "Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín", el cual es el medio físico por el que se realiza la transmisión de la energía eléctrica producida por el proyecto “Parque Eólico Tizimín” para su evacuación a la red nacional de distribución a través de la subestación Tizimín, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y ubicada en la localidad de Tizimín. La línea de transmisión aérea estará constituida por: conductores (cables de aluminio), estructuras de soporte (torres), aisladores, herrajes, accesorios de ajustes entre aisladores y cables de guarda (usados en líneas de alta tensión, para protegerlas de descargas atmosféricas) y sistemas de tierras. Asimismo, el tramo subterráneo estará formado por: tubos corrugados, cámaras de empalme

y de cambio de dirección, cables conductores aislados de aluminio, cable de tierra, cable dieléctrico, etc.



Para lo anterior el proyecto considera una superficie total de afectación de 103.41 hectáreas. Dentro de ésta área se ubicará el derecho de vía el cual presentará un ancho de 11 m para cada lado, partiendo desde el eje central del trazo del proyecto, por lo cual el ancho total del derecho de vía es de 22 m. En el caso del tramo de línea de interconexión que discurre enterrado se considera un ancho de ocupación de 1.5 metros.

La cimentación de las torres (estructura de soporte) se hará sobre el eje del derecho de vía, considerando para cada torre una superficie máxima de ocupación de 11x11 m (121 m^2). El número total de torres proyectada corresponde a 130 estructuras, que en conjunto ocuparán dentro del derecho de vía una superficie máxima de 1.573 Ha.

Área tramo enterrado: 768.1 m^2 = 0.07681 ha
Área tramo aéreo: 1,033,330.18 m^2 = 103.33 ha

Debido a su naturaleza, el proyecto implica la remoción de vegetación a lo largo de su trayectoria. Si bien, parte del trazo pasa por terrenos agropecuarios,

también se encuentran zonas con vegetación de selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia lo cual se mencionó anteriormente.

Como se puede atisbar, la remoción de vegetación natural implica la ocurrencia de impactos asociados sobre la fauna, el suelo y sobre la misma vegetación; adicionalmente, la utilización de maquinaria y la presencia del personal que realizaría los trabajos inherentes a la construcción de un proyecto de este tipo implicarían impactos potenciales sobre el aire, el suelo, el agua, etc. Por otra parte, la instalación de un tendido eléctrico (cableado aéreo) constituiría un impacto inevitable sobre el paisaje.

Sin embargo, cabe resaltar que los impactos de mayor magnitud debidos a la construcción de una línea de transmisión son los asociados a la remoción de la vegetación natural. Para el proyecto de construcción de la "Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín" se proponen medidas encaminadas a evitar, mitigar, compensar e incluso remediar, si fuera el caso, los impactos que se espera genere su realización. Tales medidas se presentarán en el capítulo correspondiente del presente estudio.

INVERSIÓN REQUERIDA

Para la ejecución de la inversión requerida del Proyecto se consideraron algunas variables de tipo técnico y económico que permitieron definir el monto total estimado que se requeriría para la construcción del proyecto, el cual es del orden de: $ 8,750,000.00 USD ($189,875,000.00 pesos 00/100 M.N.). En la siguiente tabla se presenta el desglose de los costos:

Inversión requerida		
Concepto	**Pesos**	**Dólares**
Construcción	$171,430,000.00	$7,900,000.00
Indemnizaciones	$18,445,000.00	$850,000.00
Medidas mitigación y compensación	Incluido en construcción	
Total	$189,875,000.00	$8,750,000.00

Tabla II.2 Montos estimados para la construcción del proyecto “LÍNEA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SET PE Tizimín – SET Tizimín”

Notas: El costo del manejo, traslado y disposición de residuos no peligrosos; del manejo, el control de emisión de contaminantes a la atmósfera; la concientización del personal que labore en la obra; la tala y poda selectiva (manejo de vegetación) y todas las demás actividades de mitigación de impactos durante la construcción, se consideran dentro de los costos de construcción. El valor del dólar se cotizó en 21.7 pesos de acuerdo al tipo de cambio vigente a enero de 2017.

Años de Recuperación de la Inversión es a 10 años, con una taza de utilidad de 7.82 %.

REQUERIMIENTO DE PERSONAL

El personal de supervisión y administración para el proyecto será el mismo desde el su inicio hasta su conclusión. Durante la preparación del sitio y la construcción de la línea de transmisión el personal de obra civil y electromecánica variará de acuerdo a las necesidades y avance de la misma.

En la Tabla II.19 se presenta en resumen la cantidad de mano de obra que se requeriría para la construcción del proyecto “Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín", el tipo y tiempo de empleo, así como la disponibilidad de la misma en la zona.

Tabla II.9 Resumen del requerimiento de personal por tipo y tiempo de empleo para el proyecto "LÍNEA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SET PE Tizimín – SET Tizimín"

Etapa		Tipo de Mano de Obra		Disponibilidad Regional/Local	Tipo de empleo			Tiempo de empleo
		Calificada	No Calificada		Permanente (DIAS)	Temp.(DIAS)	Extra ordinario (HORAS)	(meses)
Preparación del Sitio	Topografía	2		SI		9		6
	Ambiental	1						
	Ayudantes		6					
Construcción: Obra civil y electromecánica	Jefe de frente	1		SI		48		9
	Topografía	2						
	Sobrestante, o Jefe de cuadrilla	4						
	Cuadrilla		20					
	Ayudantes		20					
	Ambiental	1						
Operación y Mantenimiento	Residente de zona	1		SI			1	
	Montadores expertos en revisión		2				2	

INSUMOS

Únicamente se considera la utilización de madera, agua y materiales de banco como recursos naturales. La madera es utilizada para la localización y marcaje de estructuras de las torres y sus cepas de cimentación. Las necesidades de madera a utilizar en el proyecto" Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín" se incluyen en la Tabla II.10.

Tabla II. 10 Recursos naturales renovables a utilizar en la construcción de la Línea de LAT PE Tizimín-SE Tizimín

Recurso empleado	Etapa	Volumen, peso o cantidad	Forma de obtención	Lugar de obtención	Modo de empleo
Madera labrada: Duela ¾"x4"x8"	Preparación del sitio	60	Compra	TIZIMIN	Para marcaje de los sitios de torres y de cepas de cimentación
	Verificación topográfica	Metro lineal			
Madera labrada: Barrote 2"x4"x8¼"	Preparación del sitio Verificación topográfica	180 metro lineal	Compra	TIZIMIN	Para marcaje de los sitios de torres y de cepas de cimentación
Triplay de ½"	Construcción Cimentación de las torres	100 piezas	Compra	TIZIMIN	Para encofrado de las cimentaciones de las torres

Los materiales de banco tales como arena y gravas serán adquiridos en bancos de préstamo de materiales autorizados. En la Tabla II.5 se presentan los materiales que serán utilizados en las diferentes etapas del proyecto y se describen sus principales características. Es importante señalar que en ninguna de las etapas del proyecto se requiere utilizar materiales que sean explosivos y/o tóxicos. Para llevar a cabo las actividades de construcción no se requiere del suministro de energía eléctrica en el sitio del proyecto. Solamente se utilizarán combustibles fósiles, como gasolina y diésel, para el funcionamiento de vehículos automotores, equipo y maquinaria. Será necesario transportar combustible para el abasto de la maquinaria y equipo que se use en el sitio del proyecto durante la construcción. La cantidad transportada será equivalente al

consumo diario de los equipos y maquinaria. El transporte del combustible será realizado por un proveedor y transportista de combustibles autorizado.

Tabla II.11 Materiales y sustancias que se utilizarán para la ejecución de la Línea de Tizimín

No	Nombre comercial	Nombre técnico	CAS1	Estado físico	Tipo de envase	Etapa o proceso en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cantidad de reporte
1	Gasolina (l)	GAS	NO	Líquido	Contenedores de plástico	Construcción obra civil, electromecánica y puesta en servicio	2.112	
2	Diésel (l)	DL	NO	Líquido	Contenedores de plástico o Bote de Aluminio	Todo el proceso de construcción	13.200	NO
3	Aceite (l)	----------	NO	Líquido	Contenedores de plástico	Todo el proceso de construcción	37,5	NO
4	Pintura (l)	----------	NO	Sólido	Botes de Aluminio o Latón	Preparación del sitio y Vestido de estructuras	1	NO
5	Cemento (kg/m3)	----------	NO	Sólido	Bolsas de papel	Construcción obra civil	65	NO
6	Grava (kg/m3)	----------	NO	Sólido	Camiones de volteo	Construcción obra civil	195	NO
7	Polvo (kg/m3)	----------	NO	Sólido	Camiones de volteo	Construcción obra civil	260	NO
8	Curacreto rojo	MEMBRANA DE CURADO	NO	Líquido	Plástico	Construcción obra civil	NO APLICA	NO
9	Acelerante para concreto	----------	NO	Líquido	Contenedores de plástico	Construcción obra civil	NO APLICA	NO
10	Varilla de acero (kg/apoyo)	----------	NO	Sólido	Sin Envase	Construcción obra civil	4,33333333	NO
11	Clavos (kg)	----------	NO	Sólido	Bolsas de plástico o caja de madera	Construcción obra civil	10	NO
12	Alambre recocido (ton)	----------	NO	Sólido	Sin Envase	Construcción obra civil	0,25	NO
13	Material de banco (sascab) m3	----------	NO	Sólido	Camiones de volteo	Construcción obra civil	44	NO
14	Varilla de cobre (ud)	----------	NO	Sólido	Sin Envase	Colocación sistema de tierras	130	NO
15	Alambre coperweld no. 2 (m)	----------	NO	Sólido	Paquetes de cartón	Colocación sistema de tierras	650	NO
16	Conectores coperweld	----------	NO	Sólido	Paquetes de cartón o caja de madera	Colocación sistema de tierras	130	NO
17	Acero estructural	----------	NO	Sólido	Sin Envase	Montaje de torres	22 unidades 189.200 kg	NO
18	Aisladores de vidrio o porcelana (ud)	----------	NO	Sólido	Cajas de madera flejadas	Vestido de torres	120	NO
21	Herrajes para cables de guarda y conductor (ud)	----------	NO	Sólido	Cajas de madera flejadas	Vestido de torres	160	NO

No	Nombre comercial	Nombre técnico	CAS1	Estado físico	Tipo de envase	Etapa o proceso en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cantidad de reporte
22	Amortiguadores para cables de guarda y conductor (ud)	----------	NO	Sólido	Cajas de madera flejadas	Vestido de torres	260	NO
23	Placas indicadoras de peligro y numeración (ud)	----------	NO	Sólido	Cajas de madera flejadas	Vestido de torres	32,5	NO
24	Cable guarda 7 #8 (aas)	----------	NO	Sólido	Carretes de madera	Tendido y Tensionado de cables	11,75	NO
25	Cable guarda OPGW 36 fibras (km)	----------	NO	Sólido	Carretes de madera	Tendido y Tensionado de cables	11,75	NO
26	Cable conductor 477 acsr/as de aluminio con núcleo de acero (km)	----------	NO	Sólido	Carretes de madera	Tendido y Tensionado de cables	35,25	NO
27	Cable Al (750) XLP-115-100-B (km)	----------	NO	Sólido	Carretes de madera	Tendido de cables	0,39	NO
28	Tubo corrugado (PEAD tipo S 150 mm) (km)	----------	NO	Sólido	Sin Envase	Tendido de cables	0,13	NO
29	Tubo corrugado (PEAD tipo S 60 mm) (km)	----------	NO	Sólido	Sin Envase	Tendido de cables	0,13	NO
30	Cable de fibra óptica dieléctrico (km)	----------	NO	Sólido	Carretes de madera	Tendido de cables	0,13	NO
31	Cable de CU 70 mm2 (km)	----------	NO	Sólido	Carretes de madera	Tendido de cables	0,13	NO
32	Cinta señalizadora (km)	----------	NO	Sólido	Carretes de carton	Tendido de cables	0,13	NO

EQUIPO Y MAQUINARIA

Tabla II.12 Equipo y maquinaria utilizada durante cada una de las etapas de la LAT PE Tizimín-SE Tizimín

Etapa		Equipo	Cantidad	Tiempo (días)	Hrs /día	Db emitidos[2]	Tipo de combustible
Apertura de brecha	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	Camioneta ½ ton	1	90	8	85-90	Gasolina
		Motosierras (2)	1	90	8	110	Gasolina/ aceite
		Tractor de cadena 105 HP (1) (**)	1	90	8	84-107	Diésel
		Camión de volteo 7 m 3	1	100	8	90-95	Diésel
	Habilitación de áreas para la	Camioneta 3/4Ton (2)	1	100	8	85-90	Gasolina

	cimentación y armado de estructuras	Camión de 1.5 ton [1]	1	100	8	85-90	Diésel
		Tractor sobre cadenas D7[1] [**]	2	100	8	84-107	Diésel
	Habilitación de área de tendido y tensionado de cables de guarda y conductor	Camioneta 1.5 ton [1]	1	100	8	85-90	Gasolina
		Camión de 1.5 ton [1]	1	100	8	85-90	Diésel
		Tractor de cadena [1]	1	100	8	84-107	Diésel
Cimentaciones	Excavaciones	Camioneta 1 ½ Ton [2]	1	120	8	85-90	Gasolina/ aceite
		Teodolito [**]	1	120	8	--------	
		Retroexcavadora	1	120	8	90-95	Diésel
		Tractor sobre llantas (de un metro cúbico)[1]	1	120	8	84-107	Diésel
	Barrenación y anclaje	Compresor de aire 250 psi [1]	2	120	8	110	
		Rompedoras [2]	2	120	8	110	
		Camioneta 3 ton [1]	2	120	8	85-90	
		Track – dell[1]	2	120	6	84-107	
	Colocación de acero de refuerzo	Cortador manual [2]	2	120	4	80-90	
		Camioneta ½ ton [2]	2	120	4	85-90	
	Colado de concreto en cimentaciones	Revolvedora 1 saco [2]	2	120	6	85-90	Gasolina
		Vibrador [2]	2	120	4	110	
		Camioneta 3 ton [1]	2	120	8	85-95	Gasolina
	Relleno y compactado de cimentaciones	Placa vibradora [2]	3	120	4	-----	
		Vibro compactador (bailarina) [2]	6	120	6	110	
		Camión de volteo 7 m^3	2	120	8	90-95	Diésel
		Camioneta 3 ton [1]	1	120	8	85-95	Gasolina
Montaje de estructuras	Armado nivelado y Montaje de estructuras	Grúa 30 ton [1]	1	115	6	90-95	
		Camión grúa 8 ton [1]	2	115	8	90-95	Gasolina
		Planta	2	115	4	--------	

		soldadora [2]					
		Camión plataforma 8 ton [1]	1	115	8	90-95	Diésel
		Camioneta ½ ton [2]	2	115	8	85-95	
		Teodolito	1	115	8	--------	
	Tendido de cable de guarda y conductor	Teodolito	4	100	6	-----	
		Camioneta 3 ton [1]	3	100	4	85-95	Gasolina
		Camión 8 ton [1]	1	100	6	90-95	Diésel
		Traccionadora[1]	2	100	8	------	Diésel
		Devanadora [1]	2	100	8	------	
		Motoempalmadora[2]	2	100	4	84-107	
		Tractor	2	100	6	84-107	Diésel
		Camión todo terreno [1]	1	100	6	90-95	
Inspección, Mediciones	Pruebas	Camión c/grúa 8 ton [1]	2	30	8	90-95	Diésel
		Camión plataforma 8 ton [1]	1	30	8	90-95	Diésel
		Camioneta ½ ton	2	300	8	85-95	Gasolina

II.1.5 Dimensiones del Proyecto

Para la construcción y operación del proyecto se requiere una superficie de 103.41 hectáreas., ésta área corresponde al derecho de vía necesario para la operación de la línea de transmisión, dentro de la cual se ejecutarán todas las acciones de preparación de sitio y construcción de infraestructura necesaria.

a) Superficie total de las obras que componen el proyecto:

Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín

Contará con un derecho de vía de **22 m** en el tramo aéreo y en el tramo subterráneo con un ancho de ocupación de **1.5 m** por lo que el área a ocupar es de:

1. **Área tramo enterrado: 768.1 m^2 = 0.07681 ha**
2. **Área tramo aéreo: 1,033,330.18 m^2 = 103.33 ha**

que se ubican en terrenos forestales, Agropecuarias, zonas urbanas y de servicios.

b) Superficie a afectar (m^2) con respecto a la cobertura vegetal

Aunque la mayor parte del AP está compuesta por pastizal cultivado, en la zona se localizan también una serie de polígonos de distintas magnitudes con vegetación característica de zonas de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

A continuación, se describe la superficie aproximada a afectar por el proyecto para denominado: Línea de Interconexión Eléctrica SET PE Tizimín – SET Tizimín

CONCEPTO DE AFECTACIÓN		CANTIDAD	CÁLCULO			TOTAL (m2)	TOTAL (ha)
B	Brecha de maniobra y patrullaje	1	longitud DDV		Ancho brecha	187880	18,788
			46970 m	X	4 m		
C	Áreas de maniobra y armado de estructuras (incluye el área ocupada por la base de las torres)	130	Áreas de maniobra y armado de estructuras	-	Brecha de maniobras y patrullaje dentro del area de maniobra y estructuras	51480	5,148
			22 m X 22 m= 484 m2		22 m X 4 m= 88 m2		
			484 m2 X 130= 62920		88 m2 X 130= 11440 m2		
E	Plataforma de tendido y tensionado de cables	9	Plataforma de tendido y tensionado de cables	-	Brecha de maniobras y patrullaje dentro de la plataforma de tendido y tensionado	3564	0,3564

CONCEPTO DE AFECTACIÓN		CANTIDAD	CÁLCULO			TOTAL (m2)	TOTAL (ha)
			22 m X 22 m= 484 m2		22 m X 4 m= 88 m2		
			484 m2 X 9= 4356 m2		88 m2 X 9= 792 m2		
F	Resto de DDV (áreas de poda y tala selectiva)		total area DDV	-	A+B+C	790406,18	79,040618
			1033330,18 m2		242924 m2		
G	Area tramo subterráneo	1	longitud DDV		ancho zona de trabajo zanja	768,1	0,07681
			520 m		1,5 m		

CONCEPTO DE AFECTACIÓN		Superficie m^2	Desmonte m^2		Poda selectiva m^2
			Permanente	Temporal	
B	Brecha de maniobra y patrullaje	187880	187880	-	-
C	Áreas de maniobra y armado de estructuras (incluye el área ocupada por la base de las torres)	51480	51480	-	-
E	Plataforma de tendido y tensionado de cables	3564	-	3564	
F	Resto de DDV (áreas de poda y tala selectiva)	790406,18	-	-	790406,18
G	Área tramo subterráneo	768,1	Sin afección a la vegetación (discurre por calles de la localidad de Tizimín hasta su entrada en SET Tizimín)		
TOTAL AFECCIÓN		1033330,18	103,333 ha		

A. Derecho de Vía 22 m

B. Brecha de Maniobra y patrullaje 4 m

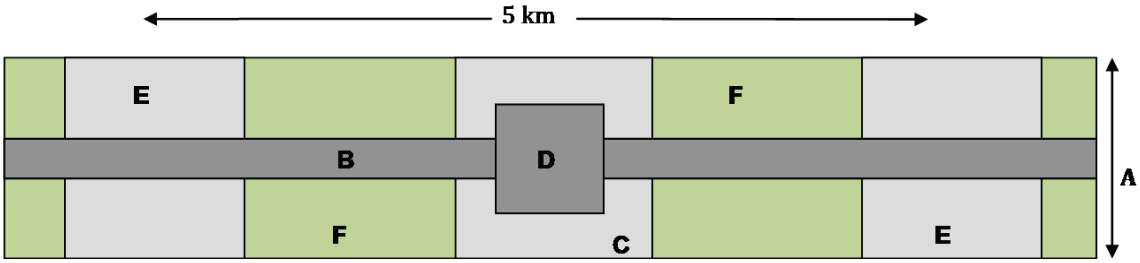
C. Área Maniobra y Armado de estructuras 22 x 22 (Desmonte a matarrasa permanente)

D. Área de la Torre 11 x 11 mts (Desmonte a matarrasa permanente)

E. Plataforma de tendido y tensionado 22 x 22 (Desmonte a matarrasa temporal).

F. Resto de DDV (Áreas de poda y tala selectiva)

G. Área del tramo subterráneo



Distribución de la vegetación a lo largo de la LAT

La trayectoria de la LAT se ubica tanto en terrenos de aprovechamiento agropecuario donde hay presencia de agricultura temporal y ganadería extensiva con uso de sistemas de riego, así como áreas con presencia de vegetación donde esta tiene la función de resguardar fauna silvestre.

Por otra parte, esta vegetación permite que actualmente en la zona se lleven a cabo actividades de apicultura.

Al respecto se observó que la distribución de la vegetación presente a lo largo de la trayectoria del proyecto se compone en su mayor porcentaje por pastizales cultivados, cabe señalar la presencia de vegetación arbórea y arbustiva la cual se compone de la siguiente forma de acuerdo a la serie V del INEGI.

Tipo Vegetación	Longitud (km)	DDV	Área (Ha)	% con respecto al proy
Pastizal	30.59	22	67.29	65.07
Vegetación secundaria arbórea de Selva mediana Subcaducifolia	2.85	22	6.26	6.05
Vegetación secundaria arbustiva de Selva baja caducifolia	0.88	22	1.93	1.87
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	12.66	22	27.85	26.93

II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y sus colindancias.

De acuerdo con la carta de Usos de suelos y vegetación INEGI SERIE V (2005), el Sistema Ambiental delimitado para el proyecto, se observa que el 65.07 % de la superficie del proyecto está compuesta por pastizal cultivado, siguiendo con un 26.93 % de Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia, con un 6.05 % la presencia de Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, finalmente tenemos presencia de Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia la cual representa un 1.87% del total de la superficie total del proyecto.

Durante las acciones de generación del inventario ambiental, se observó que la zona se encuentra bajo un marcado proceso de degradación de sus recursos naturales, particularmente de los suelos y vegetación natural, el cual muestra una alta antropización, por lo cual podemos encontrar que las asociaciones vegetales han sufrido cambios moderados en su estructura y en su funcionamiento.

Estas modificaciones van desde claros muy grandes en los fragmentos de vegetación, hasta cambiar la vegetación original que predominaban en los sitios, por pastizales para la ganadería extensiva, tal y como se observa en la siguiente tabla:

Tabla II.13 Vegetación que se encuentran en las obras que componen el proyecto de acuerdo a la cartografía de USO DE SUELO Y VEGETACIÓN. INEGI SERIE V

No.	Nombre	Área SA (Ha)	Porcentaje	Área AI (Ha)	Porcentaje	Área AP (Ha)		Porcentaje
						Aereo	Subt	
1	Bosque cultivado	222.27	0.100	---	---	---	---	---
2	Cuerpo de agua	4.61	0.002	---	---	---	---	---
3	Pastizal cultivado	157009.39	70.698	3190.90	66.38	67.29	---	65.07
4	Agricultura de riego semipermanente	963.75	0.434	---	---	---	---	---

Tabla II.13 Vegetación que se encuentran en las obras que componen el proyecto de acuerdo a la cartografía de USO DE SUELO Y VEGETACIÓN. INEGI SERIE V

5	Agricultura de temporal anual	392.42	0.177	---	---	---	---	---
6	Agricultura de temporal anual y permanente	420.75	0.189	20.92	0.44	---	---	---
7	Manglar	1.44	0.001	---	---	---	---	---
8	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	143.22	0.064	92.78	1.93	1.93	---	1.87
9	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	201.6	0.091	---	---	---	---	---
10	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	417.59	0.188	---	---	---	---	---
11	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	23508.97	10.586	1228.95	25.56	27.85	---	26.93
12	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	34077.18	15.344	256.37	5.33	6.26	---	6.05
13	Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia	2173.76	0.979	---	---	---	---	---
14	Tular	1447.09	0.652	---	---	---	---	---
15	Zona urbana	1101.04	0.496	17.56	0.37	---	0.08	0.08

Nota: en el cálculo se incluye la totalidad del derecho de vía.



Figura II.5. Imagen del proyecto por las zonas con presencia de pastizales y vegetación arbórea.

En resumen, la actividad predominante en la zona del proyecto es la ganadería de tipo extensiva, habiéndose sustituido en numerosos lugares la vegetación original por pastizales para la ganadería..

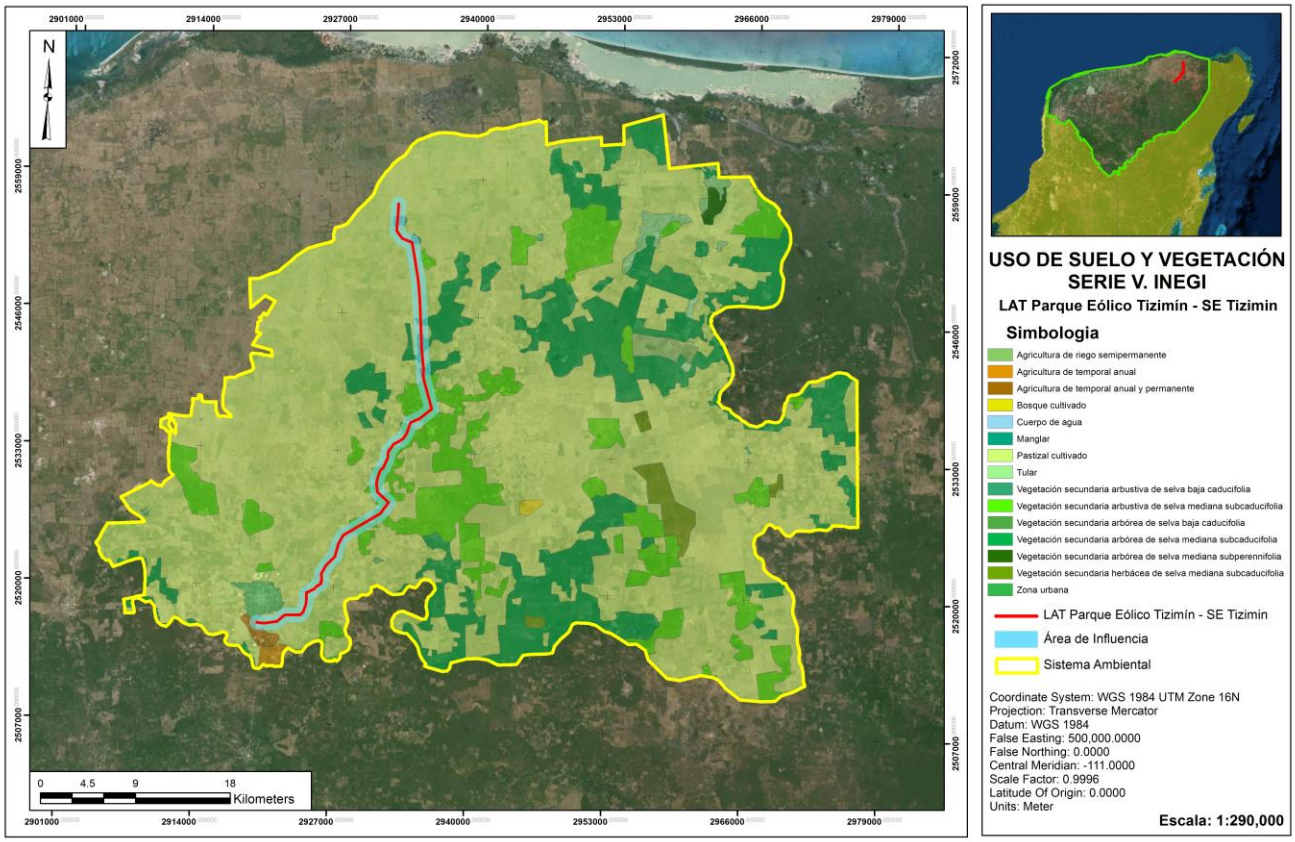


Figura II.6- Uso de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental, serie V (INEGI, 2005

Respecto a las áreas con presencia de vegetación forestal presentes en el trazo del proyecto, la condición es similar, la cual se ha visto modificada por la actividad ganadera presente en la zona del proyecto.

Es importante resaltar que se llevará a cabo el procedimiento de cambio de uso de suelo en aquellas superficies del proyecto que por la afección del mismo así lo requieran.



Figura II.7-En esta imagen se observa la vegetación y fauna típica de la zona



Figura II.8. En esta imagen se observa la avifauna presente en el área del proyecto

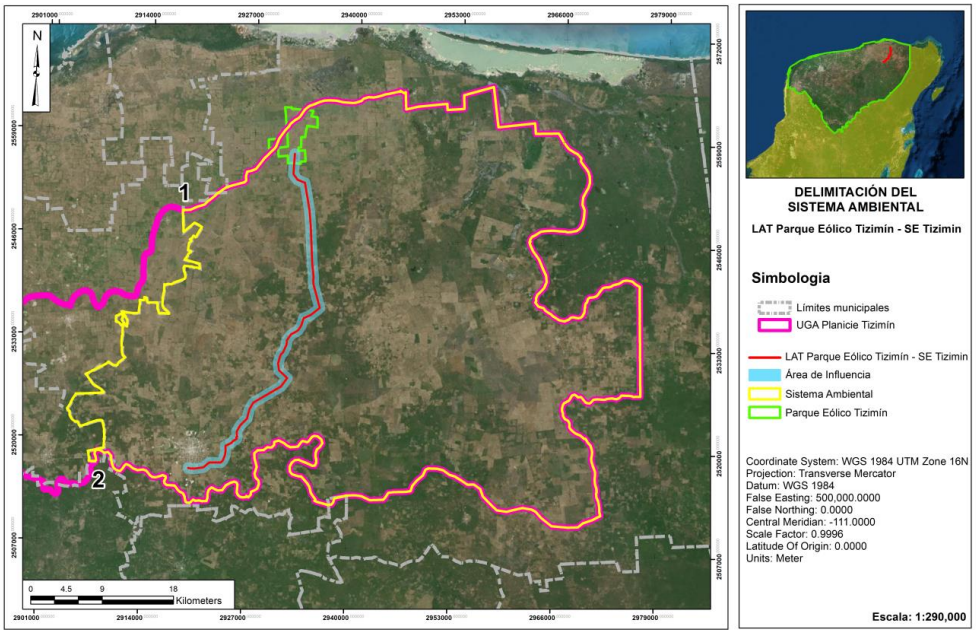


Figura II.9.- Imagen del Sistema Ambiental

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El Sistema Ambiental y trazo del proyecto se ubican entre áreas rurales y urbanas. a continuación, se señalan las Localidades Cercanas a la Línea de Transmisión (LT) en proyecto. Ver imagen siguiente:

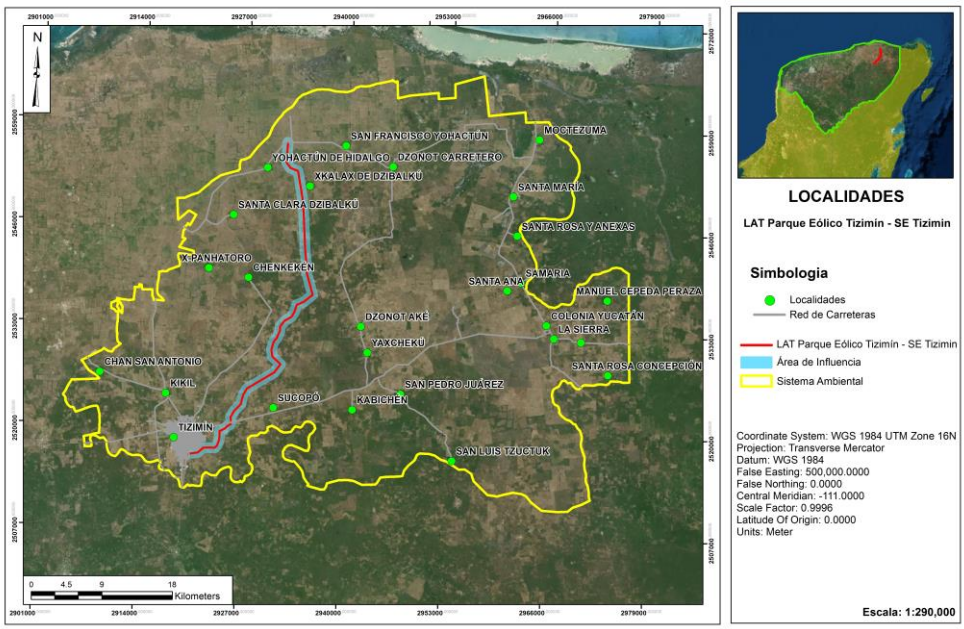


Tabla II.10 Localidades cercanas al proyecto

De manera específica el sitio del proyecto se ubica entre localidades pertenecientes al municipio de Tizimín, los servicios públicos presentes en ésta área corresponden únicamente a infraestructura eléctrica de alta/baja tensión, agua potable y demás servicios básicos y de servicios que no son de primera necesidad.

Caminos de acceso

Respecto a los caminos de acceso, no es necesaria la creación de nuevos carreteras o caminos ya que la zona del proyecto muestra infraestructura carretera de carácter estatal a cargo del gobierno del Estado de Yucatán y caminos vecinales (terracerías) los cuales muestran condiciones adecuadas para la transportación de insumos y materiales necesarios para el desarrollo del proyecto. En su conjunto ésta infraestructura, junto con la brecha de maniobra y patrullaje a lo largo de la traza de la línea, será aprovechada para el desarrollo de la construcción y operación, evitando así la creación de nuevos caminos de acceso en la zona.

Respecto a las áreas con presencia de vegetación forestal, se descarta la creación de caminos al interior de éstas áreas, para ello se prevé realizar las acciones constructivas acondicionando en caso de que fuese necesario caminos vecinales para el ingreso del equipo y maquinaria necesarios para la construcción y transitando a través de la brecha de maniobra y patrullaje que discurre a lo largo del derecho de vía de la LAT.

Respecto a la seguridad en la circulación vial, tanto para vehículos y peatones., se implementará en la etapa de preparación y construcción, señalizaciones en cruces y accesos conforme a los logotipos, emblemas y símbolos estipulados por la SCT (NOM-050-SCT-2001).

SUMINISTRO DE AGUA

Para la construcción del proyecto no se considera la apertura de pozos para la extracción de agua del subsuelo. El agua para la construcción será adquirida en

lugares autorizados por la autoridad competente y transportada hasta el sitio de la obra mediante el uso de camiones-pipa y almacenada en contenedores provisionales en el sitio de construcción. El agua necesaria en la etapa de construcción para consumo humano será provista mediante la contratación de un prestador de servicio, o adquirida en las poblaciones cercanas.

En las Tablas II.4 se indican los volúmenes estimados de utilización de agua cruda para la construcción de las obras y potable para el consumo humano; no se requiere del uso de aguas tratadas con procesos especiales o productos químicos.

Tabla II.14 Volúmenes de consumo de agua para la construcción de la LÍNEA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA TIZIMIN

Etapa	Agua	Consumo ordinario		Observaciones
		Volumen	Origen	
Preparación del sitio	Cruda	N/A	-------	No se requiere
	Potable (l)	3.564	Comercios poblados cercanos	Estimando 2 litros por trabajador aprox. en el periodo que dura esta etapa
Construcción	Cruda (m3)	252	Sitio autorizado	Compra a municipios
	Potable (l)	12.144	Comercios poblados cercanos	Agua en garrafones
Mantenimiento	Cruda	N/A	-------	No se requiere
	Potable	--------	-------	Indefinido

No se incluye la etapa de operación en virtud de que para la operación de la línea de transmisión no se requiere de abastecimientos de agua.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANITARIAS

La etapa de construcción solo prevé la generación de aguas sanitarias provenientes del uso de sanitarios portátiles. Para su manejo integral se contratará el servicio de sanitarios portátiles en número suficiente de acuerdo a la plantilla de construcción, el prestador del servicio de renta de sanitarios, será responsable de dar mantenimiento periódico a los sanitarios y de dar disposición final adecuada a las aguas residuales generadas. Se vigilará que la empresa contratada cuente con los permisos vigentes correspondientes para el manejo de aguas residuales, emitido por la autoridad correspondiente.

Tal como se indicó en párrafos anteriores para la etapa de operación no se requiere el aprovechamiento de agua potable o cruda, por lo tanto, no habrá generación de aguas residuales de proceso.

Suministro de energía eléctrica.

La naturaleza del proyecto es la transmisión de energía eléctrica, razón por la cual no se requiere de uso externo de energía.

Líneas telefónicas.

El proyecto no requiere el uso de éste servicio.

Material pétreo.

El material pétreo necesario para las acciones de hormigonado de cimentaciones, etc., será comprado en bancos de materiales autorizados por la autoridad correspondiente y se vigilará que éstos cuentes con permisos vigentes.

II.2 Características particulares del proyecto

La ejecución del proyecto consiste en una obra, que en su proceso de implementación considera la construcción, montaje, instalación y operación de una línea de transmisión de energía eléctrica de 115 kV, el trazo muestra una longitud de 47,5 km, de los cuales 47 km discurren a lo largo de una línea aérea y los 520 metros finales en una canalización enterrada.

El procedimiento básico para la instalación de la línea aérea consiste en la cimentación de las bases de soporte para las torres, mismas que se levantarán mediante estructuras pre armadas que se irán colocando por etapas y niveles hasta formar la torre, después se realizará el tendido de los cables que irán siguiendo el cadenamiento del trazo del proyecto.

En el caso del tramo final por el que la línea discurre enterrada el procedimiento consiste en la apertura de zanja para el alojamiento de los cables de alta tensión dentro de tubo corrugado, disposición de lecho de arena silícea de río sobre la que descansarán los cables, y posterior cubrimiento de los cables con arena

silícea de río, elemento de señalización y relleno de tierras procedente de la excavación, restituyendo el pavimento preexistente si fuera el caso.

En la siguiente tabla se describen las principales características del proyecto "LÍNEA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SET PE Tizimín – SET Tizimín:

LINEA DE ALTA TENSIÓN AÉREA	
Característica	**Total**
Capacidad de transmisión de la línea	115 kV.
Número de circuitos	2 Circuitos (un circuito de reserva)
Longitud del tramo de línea aérea	47 Km
Ancho del derecho de vía	22 metros
Cable conductor	Aluminio. ACSR/Hawk-477-TA
Cable de guarda	- Hilo de guarda OPGW (FO) de 36 fibras. Diámetro exterior: 15 mm - Hilo de guarda cable "alumwed" de 7#8
Aislador	Tipo Normal
Estructuras de soporte (torres/apoyos)	Autosoportadas de celosía, normalizados E71A21/E71G21/E711W21/E71X21.
Estructuras de soporte (torre transición	Tipo monoposte, normalizada 1216TCE.
Número aproximado de estructuras	130 Estructuras
Cimentación	Zapatas aisladas
Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía	Desmonte a matarrasa de manera temporal y permanente, poda selectiva.
Servidumbre bajo LÍNEA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA	Libre de obstáculos, construcciones y vegetación. A excepción de cultivos con crecimiento limitado
Trazado	Según acuerdo con propietarios.
Construcción (ver imagen siguiente)	Doble circuito equipado solo uno (un circuito de reserva)

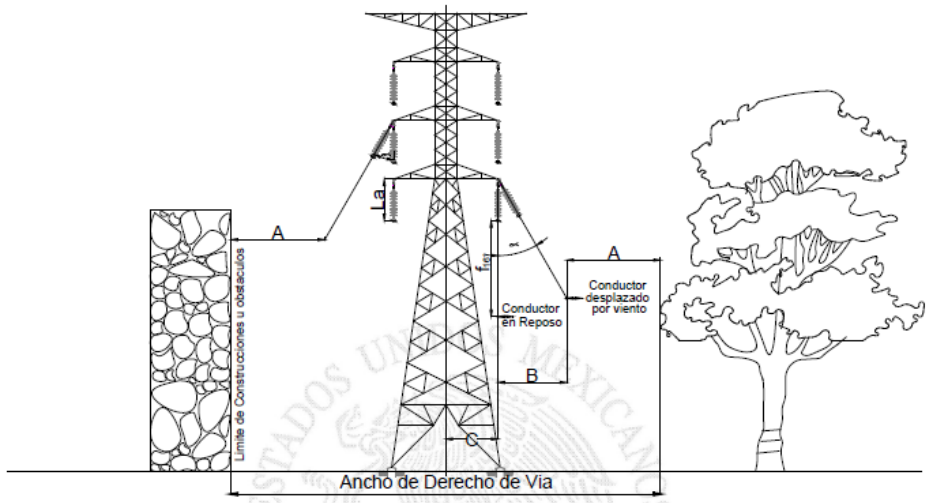
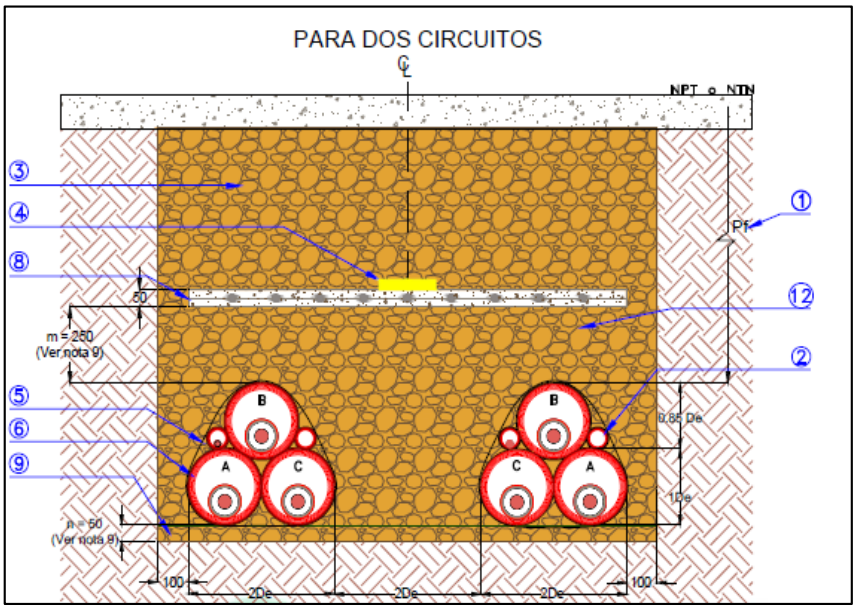


FIGURA 2 – Integración del derecho de vía

Donde: A = Separación horizontal mínima de seguridad (véase inciso 5.5.2).
B = Proyección horizontal de la flecha más cadena de aisladores (véase inciso 5.5.2).
C = Distancia del eje de la estructura al conductor externo en reposo.
La = Longitud oscilante de la cadena de aisladores en metros.
$f_{16\,°C}$ = flecha final 16 °C.

Ancho del derecho de vía = 2 (A + (La + $f_{16\,°C}$) sen α + C).

LINEA DE ALTA TENSIÓN ENTERRADA	
Característica	**Total**
Capacidad de transmisión de la línea	115 kV.
Número de circuitos	1 circuito, y un segundo circuito sólo con tendido de tubos corrugados (reserva futura)
Longitud del tramo de línea enterrada	520 m
Ancho de afección	1.5 m
Cable conductor	Al (750) XLP-115-100-B
Sección	380 mm^2
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLP)
Pantalla	Hilos de cobre
Diámetro exterior	85 mm
Cable de comunicaciones	Cable dieléctrico de comunicación (FO)
Manejo de la vegetación dentro del derecho de	No aplica. Zona urbanizada
Construcción (ver imagen siguiente)	Directamente enterrados (sin ducto en concreto) tendidos dentro de tubo corrugado (PEAD tipo S de 150 mm de diámetro nominal).



Donde:

De = 150 mm (Ancho total zanja: 1.100,00 mm)

Profundidad (Pf): Mínima general 1,00 m. Resto según tabla adjunta, ver columna 69 – 138 kV

En consecuencia, la cota mínima de la zanja sobre el nivel del terreno debe ser P = 1.000,00 + 1,85 x 150 + 50 = 1.327,5 mm

Como resultado del análisis anterior, se adopta un ancho de ocupación para la realización del tramo de zanja de 1.5 metros.

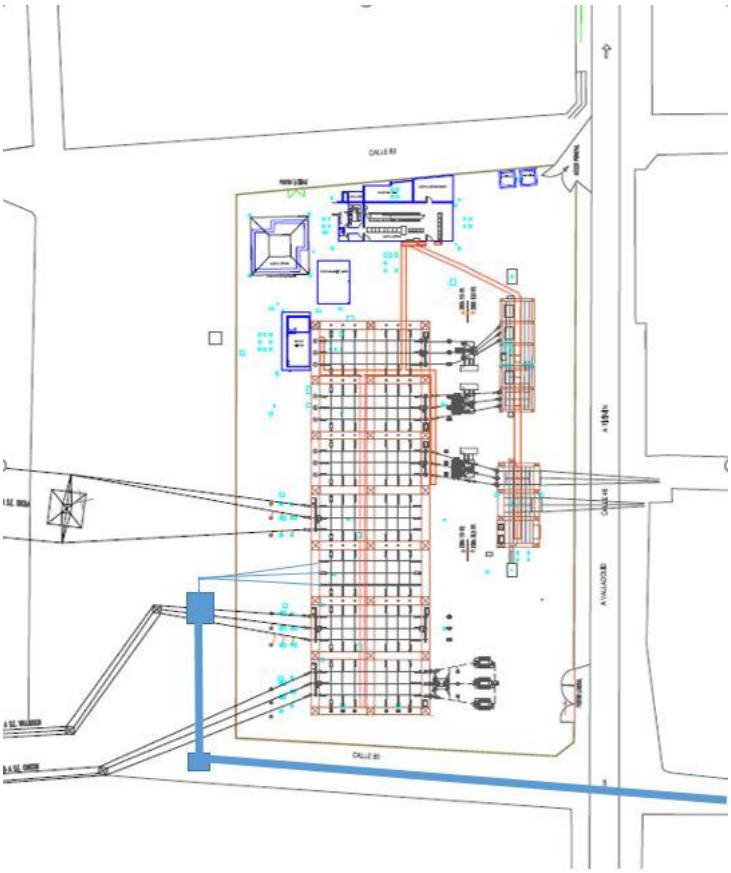
Distancias de Cruzamiento con obras y servicios:

BANCO DE DUCTOS EN:	PROFUNDIDAD MÍNIMA (Pf) m		
	69 - 138 kV	161 - 230 kV	400 kV
Profundidad mínima general	1.00	1.20	1.40
Calles	1.00	1.20	1.40
Avenidas	1.30	1.50	1.70
Campo de cultivo Terrenos con material de escombro Rellenos sanitarios Escurrideros	1.50	1.70	1.90
Suelos tipo II-A y III	0.50	0.70	0.90

CRUZAMIENTO DEL BANCO DE DUCTOS CON:	DISTANCIA MÍNIMA EN CRUZAMIENTO (Se) m		
	69 - 138 kV	161 - 230 kV	400 kV
Tubería de agua y/o drenaje con diámetro mayores a 10 cm (Nota 1)	1.00		
Servicios a casa habitación (drenaje, agua potable, telefonía y comunicaciones) (Nota 2)	0.50		
Tuberías con gas para uso doméstico (Nota 2)	1.40	1.60	1.80
Estructuras enterradas con cables de comunicación y telefonía (Nota 1)	0.80	1.00	1.20
Tubería de gas y/o combustible con diámetros mayores a 10 cm (Nota 2)	1.40	1.80	2.00
Canales de agua (riego, potable o pluvial)	1.00	1.10	1.20
Arroyos (Nota 4)	2.00	2.50	
Ríos y lagunas (Nota 4)	3.00		
Vías férreas (Nota 5)	3.00	3.10	3.20
Vías férreas electrificadas	3.00	3.30	3.60
Carreteras federales y/o estatales	2.00	2.40	2.60
Autopistas de cuota	2.20	2.50	2.80

CRUZAMIENTO CON BANCO DE DUCTOS O DUCTOS CON LÍNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEAS CON NIVELES DE TENSIÓN ELÉCTRICA DE kV (NOTA 3):	DISTANCIA MÍNIMA EN CRUZAMIENTO (Se) m		
	69 - 138 kV	161 - 230 kV	400 kV
5 - 35	0.60	0.80	1.00
69 - 138	0.80	1.00	1.20
161 - 230	1.00	1.20	1.40
400	1.20	1.40	1.60

La línea subterránea entrará en su posición en bahía de la Subestación eléctrica Tizimín según el esquema siguiente:





Esquema del trazado del tramo subterráneo de la Línea de Interconexión

II.2.1 Programa general de trabajo

Para la ejecución del proyecto se consideran, de acuerdo al programa general de trabajo, los aspectos de la obra civil, obra electromecánica y los suministros, pero cada uno de estos rubros tienen apartados particulares que en su conjunto complementan cada aspecto. Las actividades se clasifican en 3 grandes etapas: preparación del sitio, construcción y operación. El tiempo de ejecución de acuerdo al programa establecido es de 18 meses.

Etapa	Actividad	Meses corrientes																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PREPARACIÓN DEL SITIO	Localización de estructuras (Levantamiento topográfico)																		
	Rehabilitación de caminos de acceso																		
	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje																		
	Desmonte en áreas de poda y tala selectiva																		
	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras																		
	Apertura de áreas de tendido y tensado de cable guarda y conductor																		
CONSTRUCCIÓN	Apertura de zanjas																		
	tendido de tubos y cables																		
	Cámaras de empalme y cambio de dirección																		
	relleno y compactado de zanjas																		
	Excavación de las cimentaciones de las torres																		
	Colocación de acero de refuerzo																		
	Colado de concreto en cimentaciones																		
	Relleno y compactado de cimentaciones																		
	Montaje de estructuras																		
	Colocación sistemas de tierra																		
	Vestido de estructuras																		

Etapa	Actividad	Meses corrientes																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Tendido y tensado de cable de guarda y conductor																		
	Pruebas y puesta en servicio																		
	Generación, manejo y disposición de residuos																		

Para el desarrollo del proyecto se requerirá licencia de construcción, liberación arqueológica, anuencia forestal, tramites que se están realizando en paralelo a la elaboración y obtención del resolutivo de este estudio, esto con el objeto de contar con todos los permisos y licencias para la construcción del Proyecto.

Tramite	**Etapa del proyecto**	**Duración del tramite**	**Dependencia**
Licencia de construcción	Actividades previas a la construcción	45 días	Ayuntamiento de Tizimín
Cruces carreteros	Actividades previas a la construcción	45 días	SCT
ETJ	Actividades previas a la construcción	60 días hábiles	SEMARNAT
Liberación arqueológica	Actividades previas a la construcción	120 días	INAH

Una vez obtenidos todos las licencias y permisos se iniciará con el proceso de construcción del proyecto.

II.2.2 Preparación del sitio

Localización de estructuras

Una vez que se tiene el proyecto de la construcción de las líneas de transmisión, es necesario señalar en el campo los lugares donde quedarán situadas las estructuras de soporte (torres). Para esto se realizarán los estudios correspondientes de topografía de la línea. Se colocarán referencias (mojoneras) que servirán de apoyo en la construcción de las cimentaciones de las torres.

Rehabilitación de caminos de acceso

Se considera camino de acceso a los que se construyen fuera del derecho de vía de la línea de transmisión. Para el caso del proyecto "LÍNEA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SET PE Tizimín – SET Tizimín", no es necesaria la creación de nuevas carreteras o caminos, ya que la zona del proyecto muestra infraestructura carretera y caminos vecinales (terracerías), los cuales muestran condiciones adecuadas para la transportación de insumos y materiales necesarios para el desarrollo del proyecto. En su conjunto ésta infraestructura existente, junto con la brecha de mantenimiento que discurrirá a lo largo del derecho de vía de la línea aérea (preferentemente a lo largo de su eje), será aprovechada para el desarrollo de la construcción y operación, evitando así la creación de nuevos caminos en la zona. Solamente en caso de ser necesario se realizaría la rehabilitación de caminos como en el caso de vías rurales.

Respecto a la seguridad en la circulación vial, tanto para vehículos y peatones, se implementará en la etapa de preparación y construcción, señalizaciones en cruces y accesos conforme a los logotipos, emblemas y símbolos estipulados por la SCT (NOM-050-SCT-2001).

Apertura de brecha de maniobra y patrullaje

Esta actividad involucra el desmonte-despalme a matarrasa, el cual se realizará con herramienta manual y maquinaria pesada (tractor tipo D7 y/o retroexcavadora) en una franja de 4 m de ancho a lo largo de las trayectorias de las líneas de transmisión, preferentemente al centro del derecho de vía, la cual será utilizada como camino de

acceso para el transporte de vehículos, personal y maquinaria pesada, para llegar a las áreas de hincado y de tensado de cable guarda y conductor, dentro de esta franja se eliminará la vegetación de manera permanente. Se requiere esta actividad para:

- Proteger las estructuras y conductores contra la caída de árboles o ramas que puedan ocasionar daños o fallas en la línea.
- Permitir las maniobras de construcción durante el desarrollo de los trabajos.
- Servir para el transporte del personal, materiales y equipos; así como el tensado de cable conductor y guarda.
- Proteger la vegetación y/o cultivos adyacentes a la línea, contra posibles incendios ocasionados por la eventual caída de conductores.

Desmonte en áreas de poda y tala selectiva

Con el objeto de minimizar los daños sobre la vegetación, en el resto del derecho de vía de estas líneas, el desmonte se realizará manualmente mediante el uso de herramientas tales como hachas, machetes y motosierras, el derribo del arbolado se realizará en forma direccional, sobre el derecho de vía y hacia el sentido de la trayectoria, dejando tocones (60 cm). El desmonte obedecerá a la altura de la vegetación, realizándolo en forma selectiva, es decir, se derribará únicamente la vegetación que por su altura mayor de 3 metros pudiera interferir con el límite de seguridad de la línea (una distancia mínima de cinco metros entre el cable conductor más bajo y el dosel de la vegetación). De igual manera, se realizaría la poda en árboles que estén fuera del derecho de vía, pero solo en aquellos casos extraordinarios en los que por su altura pudieran poner en riesgo la operación de la línea si cayeran hacia los cables conductores. El producto del desmonte quedará a disposición de los dueños de los predios, los cuales deberán de realizar los trámites necesarios para el aprovechamiento de los mismos. El material como follajes y ramas con diámetros menores a 15 cm se picarán con maquinaria especial y se esparcirán sobre el mismo derecho de vía a fin de que pueda reincorporarse al suelo a través del proceso natural de descomposición.

Un esquema del manejo de la vegetación dentro del derecho de vía se presenta en la figura II.14.

A. Derecho de Vía 22 m

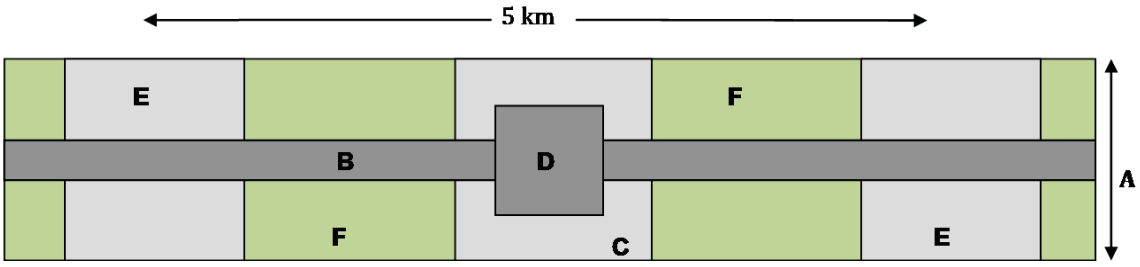
B. Brecha de Maniobra 4 m

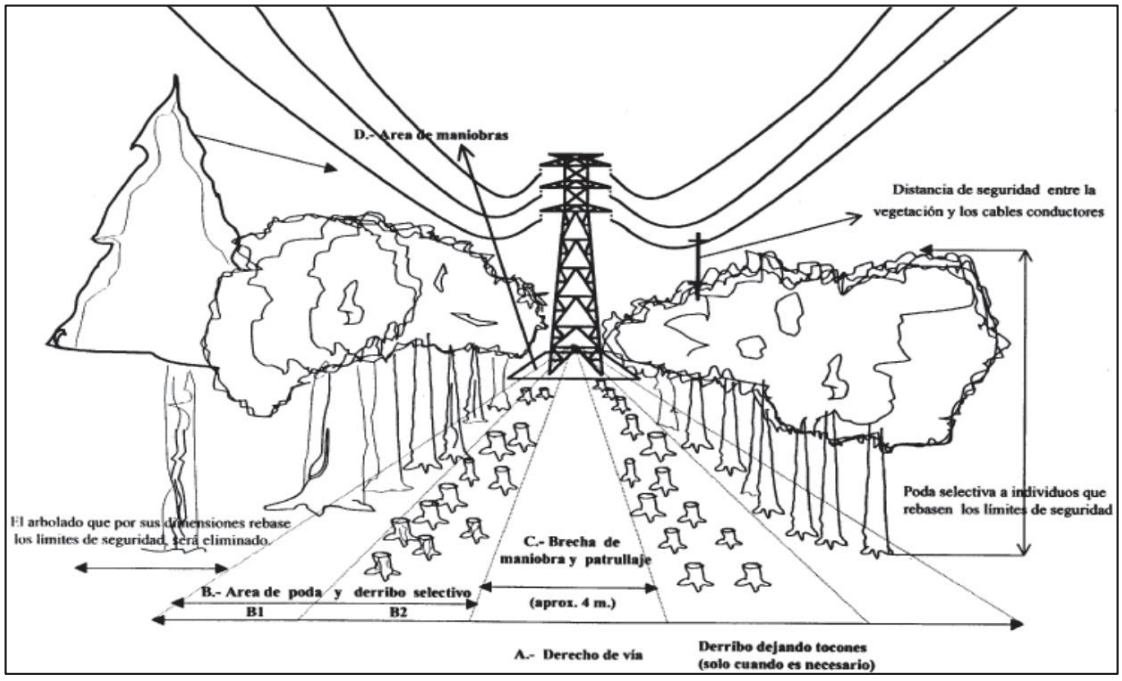
C. Área Maniobra y Armado 22 x 22 (Desmonte a matarrasa permanente)

D. Área de la Torre 11 x 11 mts (Desmonte a matarrasa permanente)

E. Plataforma de tendido y tensionado 22 x 22 (Desmonte a matarrasa temporal).

F. Área de poda y tala selectiva





Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras

Se entiende por montaje o hincado de estructuras al acondicionamiento de una superficie de 22 m x 22 m para las estructuras de soporte de la línea de transmisión de 115 kV. Esta superficie permitirá hincar las estructuras de soporte, por lo cual, y con el fin de asegurar una buena operación de las líneas, se realizará desmonte a matarrasa permanente. En cada una de estas superficies está incluida el área de 11 m x 11 m que ocupará la base de cada una de las estructuras (cimentaciones).

Estas áreas permitirán, entre otras cosas, la descarga de materiales y equipos de construcción, el pre armado de las estructuras en pisos, así como el tránsito y maniobra de la maquinaria y vehículos durante el armado, nivelado y montaje de las estructuras de soporte. También permitirán el acceso y la realización de las operaciones de mantenimiento de las estructuras que sean necesarias durante el periodo de operación de la línea de interconexión.



Apertura de áreas de tendido y tensado de cable de guarda y conductor

La instalación de línea aérea requiere de plataformas de tendido y tensado de los cables de guarda y conductor, con un perímetro de 22 x 22 metros y colocadas a una distancia de 5 km, una de otra. Por lo que se habilitarían un total de 9 plataformas para este fin. Estas áreas se habilitarán mediante desmonte-despalme a matarrasa temporal y son necesarias para colocar los equipos que se utilizan en el tendido de los cables conductores y de guarda (devanadora y tensionadora), así como los carretes de dichos cables

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Para la etapa de preparación del sitio se requerirá de un almacén y un patio de servicio para el resguardo de equipo y maquinaria, estos se ubicarán dentro del P.E. Tizimín, y/o en las comunidades cercanas a la obra.

II.2.4 Etapa de Construcción

Apertura de zanjas

Para la entrada de la línea de interconexión a su posición correspondiente en la Subestación Transformadora propiedad de CFE en Tizimín, el último tramo de la línea de interconexión (520 metros), que discurre por el interior de la localidad de Tizimín, se construirá enterrado. Para ello se abrirá una zanja con unas dimensiones aproximadas de 1.4 metros de profundidad y 1.1 metros de anchura. Una vez que se obtengan los permisos pertinentes de la municipalidad de Tizimín, y antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno en caso de ser necesario. Se eliminará el pavimento existente en superficie cuando sea necesario y se retirará su escombro para su disposición final en lugar autorizado, y se excavará la zanja mediante retroexcavadora hasta la profundidad indicada.

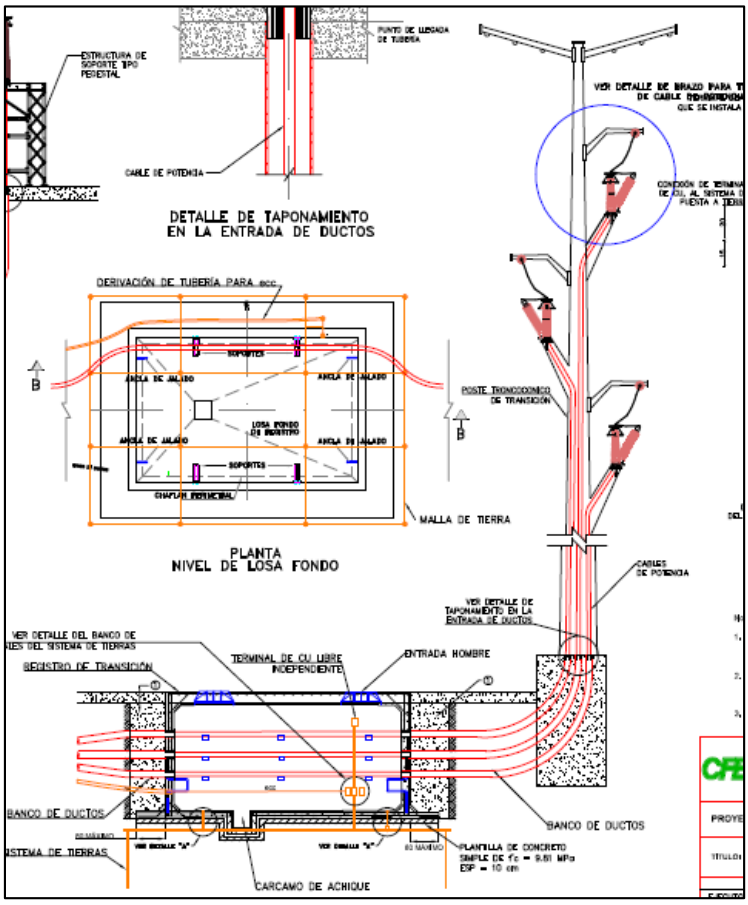


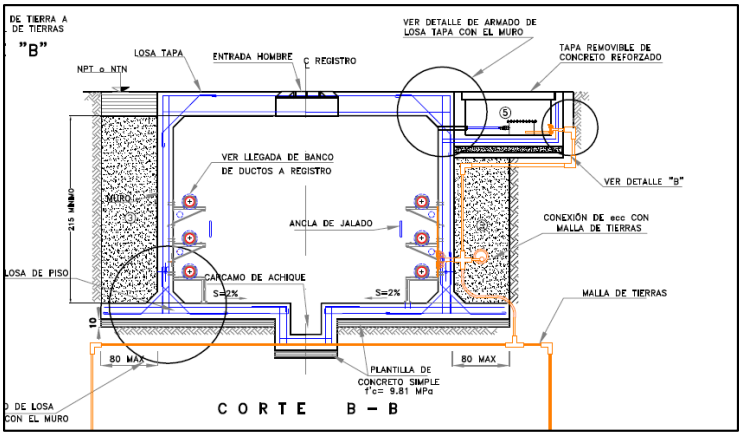
Tendido de tubos y cables de alta tensión, dieléctrico y de tierra

Tras la excavación, se tenderá el cable de tierra sobre la base de excavación de la zanja. Posteriormente se enterrará con una capa de arena silícea de rio, y sobre ella se tenderán los tubos que alojarán los cables de alta tensión a lo largo del tramo enterrado de línea, en dos ternas de tubos corrugados (la primera para la línea de interconexión objeto del presente proyecto, y la segunda terna de reserva). En uno de los laterales de la zanja se situará también un tubo corrugado de menor diámetro para alojar el cable dieléctrico. Los cables de alta tensión y el cable dieléctrico se tenderán a lo largo del interior de los tubos corrugados.

Cámaras de empalme y cambio de dirección

Para la realización de la transición de línea aérea a línea subterránea, se construirá una cámara de empalme visitable, con unas dimensiones aproximadas de 5 m de largo x 2,5 m de ancho x 2,5 metros de alto. Los cables se dispondrán en bandejas en las paredes a lo largo de la galería de transición. También se construirán 2 cámaras de cambio de dirección para efectuar los dos giros a 90º que requiere el trazado de la línea subterránea para su conexión a la subestación de Tizimín.





Relleno y compactado de zanjas

Tras la finalización del tendido de los tubos y cables, se cubrirán con arena silícea de río y se marcarán con cinta de señalización. Posteriormente se rellenará la zanja con tierras

procedentes de la excavación de la misma y se procederá a su compactación. Si fuera necesario se restituirá el pavimento preexistente antes de la excavación de la zanja una vez que se haya efectuado la compactación de las tierras. Los sobrantes de excavación serán retirados para su disposición final en lugar autorizado.

Excavación de las cimentaciones de las torres

En las áreas de maniobras de hincado y armado de estructuras se realizarán cuatro excavaciones (cepas) por cada una de las torres; estás excavaciones servirán para alojar las cimentaciones de cada una de las patas de las estructuras de la línea de transmisión. Cada cepa será de 2.5 m x 2.5 m x 3.0 m o de profundidad variable hasta encontrar el estrato resistente. La excavación se realiza usando retroexcavadoras (comúnmente conocidas como mano de chango).



Colocación de acero de refuerzo

Es el armado y colocación de varillas de acero que quedarán embebidas en el concreto de la cimentación y tienen como función principal soportar a las estructuras (Véase la siguiente imagen).



Colado de concreto en cimentaciones

Es el colado de concreto en los moldes de las cimentaciones (cimbras), con las proporciones adecuadas de materiales, que al endurecerse adquiere la resistencia mecánica y durabilidad para soportar el peso de las torres.



Relleno y compactado de cimentaciones

Una vez terminada la construcción de las cimentaciones, las cepas serán nuevamente rellenadas, para lo cual preferentemente se utilizará el material extraído durante la excavación; en caso de que éste no sea adecuado para el relleno, se utilizará material de banco, adquirido en bancos o casas comerciales autorizados para su explotación comercial.

El volumen de material necesario para el relleno de las estructuras de cimentación se estima en un 50 % del material extraído en la excavación de dichas cimentaciones, considerando que todas las excavaciones sean de 2.5 m x 2.5 m x 3.0 m, para las 130 torres (4 apoyos por torre) el volumen estimado que se requiere es de 4,875.00 m^3.

El material utilizado se coloca en las cepas en capas sucesivas de 20 centímetros de espesor, las cuales se humedecen y se compactan con herramientas de compactación manuales (pisón) o mecánicas (bailarinas), hasta llegar al nivel de compactación

deseado, comúnmente hasta el 90% de la prueba de ProctorStandar, lo cual se realiza para evitar hundimientos y acumulación de agua.



Montaje de estructuras

Esta actividad se refiere al armado de las torres de acero estructural galvanizado que servirán como soporte de la línea de transmisión. El montaje de las estructuras puede realizarse manualmente (pieza por pieza) colocando cada pieza en su posición final, o partes de la torre pueden armarse a nivel del suelo, para después ser colocadas en su posición mediante el uso de una grúa.



Colocación de sistemas de tierra

Consiste en el hincado de varillas metálicas a 2 metros de profundidad y a una distancia aproximada de 30 m de la torre, éstas se conectan a cada pata con un cable de acero o cobre; el cual se entierra en zanjas de 30 cm de profundidad. La longitud de hincado de las varillas puede variar de acuerdo a las lecturas del estudio de resistividad, así como su disposición y sentido (Véase figura II.15).

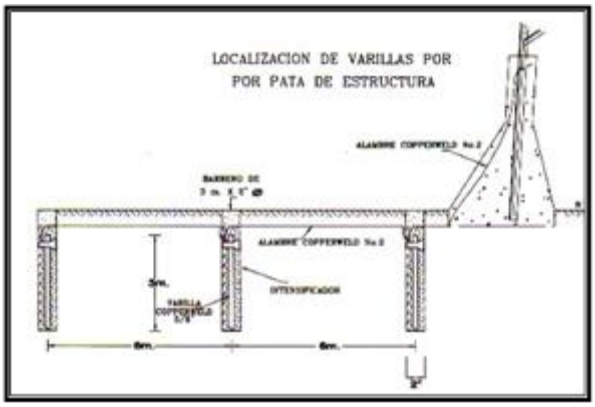
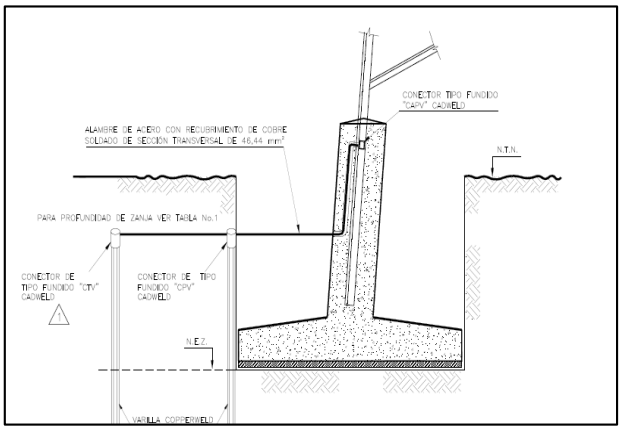


Figura II.1. Esquema general de un sistema de tierra instalado en cada pata de la estructura.



Vestido de estructuras

Consiste de la colocación de los herrajes, aisladores, placas de aviso de peligro, numeración de las estructuras y accesorios en general de las torres que se preparan para el tendido de cables.



Tendido y tensado del cable de guarda y conductor

El tendido de cables incluye el tendido y tensado, la colocación definitiva de los herrajes correspondientes y sus accesorios para sujetarlos a las cadenas de aisladores; la instalación de separadores y amortiguadores cuando se necesiten, la ejecución de los empalmes de tramos de cable, y la instalación de puentes y remates en las torres que se requieran.



Pruebas y puesta en servicio

Consiste en verificar la correcta operación de los equipos para proceder a energizar la línea de transmisión.





II.2.5 Operación y mantenimiento

Programa de operación

La operación del proyecto se realizará a partir de que finalicen las actividades de construcción del proyecto y una vez finalizada la fase de pruebas y puesta en marcha. La operación sería en forma continua durante toda la vida útil del proyecto, la cual se considera permanente, recibiendo el mantenimiento adecuado.

Para verificar el adecuado funcionamiento de la línea, se efectuarían recorridos durante los cuales se constatará que las instalaciones se encuentran en buen estado y, en caso de detectarse material deteriorado, se procederá a dar el mantenimiento respectivo.

Programa de mantenimiento predictivo y preventivo

Para el mantenimiento de una línea de transmisión se aplican los siguientes tipos de mantenimiento:

Mantenimiento preventivo

Tiene como objetivo evitar las interrupciones de las líneas, mejorando la calidad y continuidad en su operación, y es consecuencia de las inspecciones programadas.

Mantenimiento correctivo

Es el que se realiza en condiciones de emergencia e incluye aquellas actividades que quedan fuera del control del mantenimiento preventivo, buscando tener recursos a fin de lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de mantenimiento no es deseable, ya que afecta los índices de disponibilidad de la línea.

Mantenimiento predictivo

Tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario, lo cual exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones de la línea de transmisión, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas verdaderamente necesarias.

Este mantenimiento tiene por objeto garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica a través del buen funcionamiento de los elementos que conforman la línea de transmisión. Básicamente consiste en la sustitución y limpieza de los aisladores y/o herrajes, sustitución o reposición de piezas de las torres que se vayan deteriorando con el tiempo o a causa de intemperismo (por acción de huracanes, descargas atmosféricas sobre las estructuras y/o cables de guarda, etc.), así como el control de la vegetación

para que esta no sobrepase los límites de seguridad de funcionamiento de la línea de transmisión.

A continuación, se describen las principales actividades de mantenimiento que deben realizarse en una línea de transmisión:

- **Inspección mayor.** Deberá realizarse cuando menos 1 vez por año a lo largo de toda la línea de transmisión. Esta revisión deberá hacerse a detalle en cada componente de la estructura, cables conductores, hilos de guardas y factores externos a la línea de transmisión susceptibles de ocasionar fallas en la misma como brecha, contraperfiles, libramientos, cruzamientos con ríos, zonas de contaminación, vandalismo y áreas de incendio.
- **Inspección menor**. Podrán realizarse hasta 2 inspecciones menores en una línea por año, en el entendido de que en esta actividad no se requiere estrictamente subir a las estructuras por parte del liniero.
- **Control de quema de maleza.** En aquellas líneas de transmisión en zonas de riesgo de incendio por quema de maleza cercanos a su trayectoria, se debe vigilar la realización de quemas programadas (de acuerdo a calendarios autorizados por los Estados), ya que si se salen de control éstas podrían provocar la salida de servicio de la línea.
- **Medición de resistencia a tierra.** Debe realizarse cada 4 años, se estima conveniente hacer programas de medición de resistencia de tierras al 100%. Tratándose de líneas nuevas se deberán medir todas las estructuras antes de su puesta en servicio. El equipo más recomendable para medir resistencia de tierras en líneas de transmisión energizadas es el de alta frecuencia, el cual no requiere de desconexión. La medición de tierra deberá ejecutarse en la época del año en el que el terreno permanece seco.
- **Medición de corrosión**. Esta actividad deberá evaluarse y programarse en aquellas líneas que presenten corrosión, debiéndose considerar la medición de la corrosión en cimentaciones mediante la obtención de la resistividad del terreno y potencial a piso.

- **Cambio de aislamiento con línea energizada.** Cambio de aislamiento con el uso de equipo de línea viva, pudiendo ser con el método a potencial o con pértiga cuando se requiera.
- **Cambio de aislamiento con línea desenergizada.** Actividad programada con línea desenergizada que no implique afectación de servicio o reste confiabilidad a la red o en su defecto que implique un alto riesgo para el personal que realiza dicha actividad. Cuando se requiera.
- **Sustitución de empalme de conductor o guarda.** En aquéllas líneas donde por termografía o inspección se detecten empalmes dañados o defectuosos (mecánicos o compresión), se deberá programar su reemplazo, considerando para ello el método que ofrezca mayor seguridad para el personal (uso de canastillas, bajar cable al piso, etc.).
- **Reapriete de herrajes**. Incluye la corrección de conexiones deficientes por tornillería floja en clemas de suspensión, clemas de remate, puente de cables de guarda y estructura en general.
- **Sustitución de conectores de guarda.** Esta actividad se programará cuando se requiera cambiar los conectores de la cola de rata en el sistema de suspensión o tensión de los hilos de guarda en una estructura.
- **Sustitución de cable de guarda.** En zonas de alta contaminación, donde los cables de guarda son severamente atacados por corrosión, se programará la sustitución de los mismos, incluyendo los casos donde eventualmente se llega a tener ruptura de uno o más hilos del cable de guarda.
- **Sustitución de cola de rata.** Esta actividad se realizará cuando se encuentre dañado el cable de la cola de rata.
- **Mantenimiento a conexiones o cambio de puente.** Incluye sustitución de tornillería en zapatas o conectores mecánicos de estructuras de tensión–remate, remate–deflexión y/o transposición, así como cambio de puentes y conectores.
- **Reparación de conductor o hilo de guarda.** Estos trabajos tienen como propósito efectuar reparaciones en cables con hilos rotos, golpeados o dañados por corrosión, descargas atmosféricas o vandalismo.

- **Corrección al sistema de tierras.** Como resultado de un programa de medición en la línea, en el caso de que los resultados arrojasen valores de resistencia altos. Se utilizarán preferentemente anillos de cobre y varillas, mejorando las propiedades del terreno artificialmente si fuese necesario.
- **Corrección de corrosión.** Si fuera necesario se aplicará recubrimiento anticorrosivo, previa preparación de superficies.
- **Limpieza de brecha por terceros.** Se refiere a la contratación de servicio de brecheo en líneas de transmisión en operación.

Tabla II.15 Periodicidad de las actividades de mantenimiento de una línea de transmisión

Actividad	Periodicidad
Inspección Mayor	Anual
Inspección Menor	Anual
Patrullaje	Anual
Inspección de Brechas	Cada 2 años
Control de Quema de Caña y Maleza	Anual
Medición de Resistencia a Tierra	Cada 4 años
Medición de Corrosión	Cada 6 años
Cambio de Aislamiento con Línea Energizada	Según condición
Cambio de Aislamiento con Línea No Energizada	Según condición
Sustitución de Empalmes de Conducción o Guarda	Según condición
Reapriete de Herrajes	C/3 años
Sustitución de Conector de Guarda	Según condición
Sustitución Cable de Guarda	Según condición
Sustitución de Cola de Rata	Según condición
Mantenimiento a Conexiones o Cambio de Puente	Según condición
Reparación de Conductor o Hilo de Guarda	Según condición
Corrección al Sistema de Tierras	Cada 4 años
Corrección de Corrosión	Cada 6 años
Limpieza de Brecha por Terceros	Cada 2 años

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Para la etapa de operación y mantenimiento solo se utilizarán los caminos de acceso existentes por lo que no se requiere ningún tipo de obra durante esta etapa.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

Respecto a la vida útil de proyecto, para una línea de transmisión se tiene estimado que en promedio su vida útil es de 25 años, sin embargo, un factor importante para prologar su funcionalidad más allá de este periodo, depende de la correcta aplicación de un programa de mantenimiento, considerando las acciones anteriormente descritas en el apartado de Operación y Mantenimiento.

Respecto a las partes de las estructuras que sean reemplazadas se enajenan a través del procedimiento que marquen para tal efecto la normativa en materia de bienes nacionales. Sin embargo, considerando que dicho material ya no puede cumplir la misma función se enajena como chatarra para fundición.

Se puede considerar que el mantenimiento apropiado y la renovación de las piezas e instalaciones necesarias, hacen que su vida útil se considere permanente, por lo que no se tiene definido ningún programa de abandono y desmantelamiento de las instalaciones del proyecto.

II.2.8 Utilización de explosivos

Para la realización del presente proyecto, no se considera la utilización de explosivos.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera.

Durante las etapas del proyecto (preparación del sitio y construcción) se producirán residuos vegetales por las actividades de desmonte en el área de la subestación y su obra asociada, apertura de la brecha de maniobra y patrullaje y de las áreas para el armado e hincado de estructuras de las líneas de transmisión; asimismo, se generarán residuos de suelo producto de la excavación para la instalación de estructuras, materiales de construcción y residuos no peligrosos generados por el personal que labore en el área del proyecto.

En general, los residuos que serán generados y sus cantidades aproximadas se presentan en las tablas II.15 (etapa de preparación del sitio), II.16 (etapa de construcción) y II.17 (etapa de operación y mantenimiento). De dichos residuos cabe mencionar lo siguiente:

a) Residuos no peligrosos. Son todos aquellos residuos en cualquier estado físico que por sus características no son corrosivos, reactivos explosivos, tóxicos, inflamables y biológico-infecciosos y no representan un peligro para el equilibrio ecológico. Para el proyecto se generarán lo siguientes residuos: sacos de cemento vacíos, pedacería de madera, bolsas y envases de plástico, residuos de los alimentos que consuman las cuadrillas de trabajo, residuos de suelo, roca, arena, y residuos de construcción.

Estos residuos serán llevados a los sitios de disposición final que indique la autoridad municipal. Asimismo, los desechos recolectados en los sanitarios móviles serán manejados por la empresa que preste el servicio.

b) Residuos sólidos reaprovecharles: padecería de aluminio, cobre, acero, varilla corrugada, tanques de lámina vacíos, etc., que serán reingresados al almacén para su posterior utilización o enajenación.

c) Los residuos peligrosos: son todos aquellos residuos en cualquier estado físico que, por sus características, corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico–infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico y el ambiente (LGEEPA, Artículo 3°, 10 de diciembre de 1999). Para este proyecto se generarán aceites en pequeñas cantidades por los vehículos en operación, los cambios de aceite y lubricación se realizará en talleres mecánicos autorizados cerca del área proyecto. Los recipientes de aceites, pinturas y solventes, serán dispuestos de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

a) *Emisión de ruido: El ruido producido durante la ejecución del proyecto será* únicamente el de los motores de vehículos y maquinaria utilizados en la obra. La emisión de ruido será en espacios abiertos y de fuentes vehiculares y equipo con bajos niveles de ruido; sin embargo, la contratista deberá sujetarse a los límites establecidos por la normatividad ambiental para el control de contaminación de emisión de ruido (Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición).

e) Emisiones a la atmósfera: serán únicamente las que generen los vehículos y maquinaria utilizados en las diferentes etapas del proyecto, manteniéndose dichas emisiones por debajo de los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos y monóxido de carbono y de opacidad del humo, de acuerdo a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006.

Tabla II.15 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Actividad	Tipo de residuo generado	Característica	Volumen	Forma y/o lugar de disposición	Infraestructura	Formas de recolección	Manejo	Disposición final
1.- Localización de estructuras (Levantamiento topográfico)	Residuos Sólidos urbanos	1	100 kg	Sólido, oficinas y campo	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Basurero municipal/relleno sanitario
	Pilas usadas	2	0.2 kg	Sólido, oficinas	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
2.- Rehabilitación de caminos de acceso	Residuos Sólidos urbanos	1	110 kg	Sólido (oficinas y sitio en campo	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	-Basurero municipal/relleno sanitario
	baterías automotrices	2	1 pza	Solidos-Oficinas/taller	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	- Empresa especializada en el manejo de los residuos.
	Pilas	2	0.2	Solidos/oficinas y campo	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
	Aceites quemados	2	7 l	Liquido/taller	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
3.- Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	Residuos Sólidos urbanos	1	120 kg	Sólido en el sitio de la trayectoria	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Basurero municipal/relleno sanitario
	Pilas y baterías automotrices	2	0.2 kg/1 pza	Solidos-Oficinas/taller	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
	Aceites quemados	2	7 lt	Liquido/taller	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
4.- Desmonte en áreas de poda y tala selectiva	Residuos Sólidos urbanos	1	250 kg	Sólido en el sitio de la trayectoria	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	- Basurero municipal/relleno sanitario
	Pilas y baterías automotrices	2	0.2 kg/1 pza	Solidos-Oficinas/taller	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
	Aceites quemados	2	7 lts	Liquido/taller	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
5.- Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras	Residuos Sólidos urbanos	1	250 kg	Sólido en oficinas y campo	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	-Basurero municipal/relleno sanitario
	Pilas y baterías automotrices	2	0.2/1 pza	Solidos-Oficinas/taller	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.

Tabla II.15 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Actividad	Tipo de residuo generado	Característica	Volumen	Forma y/o lugar de disposición	Infraestructura	Formas de recolección	Manejo	Disposición final
	Aceites quemados	2	7 lt	Liquido/taller	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
Apertura de áreas de tendido y tensado de cable guarda y conductor	Residuos Sólidos urbanos	1	50	Solidos/oficinas y campo	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Basurero municipal/relleno sanitario
	Pilas y baterías automotrices	2	0.2 kg/ 1 pza	Solidos-Oficinas/taller	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
	Aceites quemados	2	7 lt	Liquido/taller	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
Simbología 1RESIDUO NO PELIGROSO 2RESIDUO PELIGROSO Nota: Residuos de combustible: es mínimo lo que se genera ya que los vehículos utilizados, en cada una de las etapas que comprende el proyecto, cumple con un mantenimiento periódico.								

Tabla II.16 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Actividad	Tipo de residuo generado	Característica	Volumen	Forma y/o lugar de disposición	Infraestructura	Formas de recolección	Manejo	Disposición final
Construcción Obra civil Supervisión de obra civil.	Residuos Sólidos urbanos	1	250 kg	Sólido	Camión colector	Manual	Contenedor de acopio temporal	Basurero municipal/relleno sanitario
	Pilas/baterías de autos	2	0.2 kg/1 pza	Solidos-Oficinas/taller	Camiones	Manual	Contenedor acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
	aceites gastados	2	7 lts	Liquido/taller	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
Apertura de zanjas Tendido de tubos y cables Cámaras de empalme y cambio de dirección Relleno y compactado de zanjas	Residuos Sólidos urbanos	1	50 kf	Sólido	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	Basurero municipal/relleno sanitario
	Residuos metálicos	1	10 kg	Sólido	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
	Aceites gastados	2	7 lts	Liquido/taller	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos.
Excavación de las	Residuos Sólidos urbanos	1	350 kg	Sólido	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	Basurero municipal/relleno sanitario

Tabla II.16 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Actividad	Tipo de residuo generado	Característica	Volumen	Forma y/o lugar de disposición	Infraestructura	Formas de recolección	Manejo	Disposición final
cimentaciones de las torres Colocación de acero de refuerzo Colado de concreto en cimentaciones Relleno y compactado de cimentaciones Montaje de estructuras	Residuos de concreto	1	2 m^3	Sólido	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos
	Residuos metálicos	1	500 kg	Sólido	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	- Almacén temporal para rehusó
	Residuos de embalaje	1	500 kf	Sólido	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	- Almacén temporal para rehusó
	Aceite	2	25 lt	Liquido/taller	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos
	Pilas/ baterías	2	0.5/ 1 pza	Solidos-Oficinas/taller	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos
Colocación sistemas de tierra Vestido de estructuras Tendido y tensado de cable de guarda y conductor Pruebas y puesta en servicio	Residuos sólidos urbanos.	1	350 kg	Sólidos	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	Basurero municipal/relleno sanitario
	Residuos metálicos	1	500 kg	Sólidos	Camiones	Manual	Transporte al lugar de acopio	Almacén temporal para rehusó
	Residuos de embalaje	1	250 kg	Sólidos	Camiones	Manual	Transporte al centro de acopio	Almacén temporal para rehusó
	Residuos de soldadura	2	1 kg	Sólidos	Camiones	Manual	Transporte al centro de acopio	- Empresa especializada en el manejo de los residuos
	Aceites gastados	2	25 lt	Liquido/taller	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos
	Pilas/baterías de automovil	2	0.2 kg/1 pza	Solidos-Oficinas/taller	Camiones	Manual	Contenedor de acopio temporal	Empresa especializada en el manejo de los residuos

Tabla II.17 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Actividad	Tipo de residuo generado	Característica	Volumen	Forma y/o lugar de disposición	Infraestructura	Formas de recolección	Manejo	Disposición final
- mantenimiento, preventivo y/o correctivo	Residuos sólidos urbanos	1	5 kg	Sólidos	Camiones	Manual	Transporte al lugar de acopio	Basurero municipal
	Residuos de embalaje	1	20 kg	Solidos	Camiones	Manual	Transporte en vehículo	Almacén de acopio
	Residuos metálicos	1	20 kg	Sólidos	Camiones	Manual	Transporte en vehículo	mpresa especializada en el manejo de los residuos

II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos Etapa de preparación y/o construcción.

Para el almacenamiento temporal de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), en las áreas de trabajo se colocarán contenedores metálicos provistos con tapa y etiquetas adheribles de identificación entre orgánicos e inorgánicos., en dichos tambos recubiertos de bolsas plásticas se colocarán los residuos y serán retirados de forma periódica, después de éste tiempo serán almacenados en contenedores metálicos provisto con tapa con capacidad de 1 m^3.

Residuos de Manejo Especial., se refiere a restos de materiales propios de la construcción, serán almacenados de forma temporal en un área recubierta de concreto y techada para evitar su dispersión, separados entre sí por su naturaleza física.

Residuos peligrosos. Con el objeto de llevar a cabo un manejo adecuado de los residuos peligroso y evitar una posible contaminación del suelo y manto freático, las acciones de mantenimiento y reparaciones se realizarán en talleres establecidos, los cuales deberán evidenciar el manejo integral de sus residuos, así como la disposición final adecuada de los mismos.

El municipio de Tizimín, Yucatán cuenta con un tiradero a cielo abierto en el cual depositan todos los residuos sólidos urbanos, sin embargo, para el manejo de los Residuos Peligrosos se contrarían los servicios de una empresa especializada para el manejo y disposición final de los mismos.


CAPÍTULO III.- Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regularización de uso de suelo

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO 3

III.1 Ordenamientos Jurídicos Federales 3

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POEGT) 3

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 2012 11

III.2 Ordenamientos Jurídicos Estatales 29

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Yucatán (POETY) 29

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del estado de Yucatán (POETCY) 39

III.3 Programas de Desarrollo Urbano Municipales (PDUM) 49

III.4 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas 50

III.5 Leyes, Reglamentos y Normativa Oficial Mexicana 51

III.5.1 Leyes Federales aplicables al proyecto 51

III.5.2 Reglamentos de las Leyes Federales aplicables al proyecto 53

III.5.3 Normas Oficiales Mexicanas 56

III.5.4 Leyes estatales aplicables al proyecto 58

III.5.5 Reglamentos de las leyes estatales aplicables al proyecto 63

III.6 Conclusiones 65

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

Para el desarrollo de este capítulo se consultaron las regulaciones vigentes, federales, estatales y municipales, en materia de planeación y desarrollo urbano, así como los programas de ordenamientos territorial y ecológicos, aplicables a los municipios de del área de estudio. Esta revisión se realizó con la finalidad de vincular el proyecto con las regulaciones de uso de suelo dispuestas en dichos ordenamientos legales.

La zona costera donde se ubica el proyecto se encuentra regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 2012, publicado, así como por el 4. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del estado de Yucatán (POETCY), publicado en el diario oficial del estado de Yucatán el día 31 de julio de 2007, con una actualización de dicho programa de ordenamiento publicada en el mismo diario oficial el día 14 de octubre de 2015 con una fe de erratas del día 16 del mismo mes y mismo año, ambos se encuentran vigentes desde su publicación.

Asimismo, se encuentra vigente el 3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Yucatán (POETY), publicado el 26 de julio de 2007, en el diario oficial del gobierno del estado de Yucatán. Los municipios no cuentan con ordenamientos ecológicos decretados.

A continuación, se presenta el análisis de los instrumentos de planeación y ordenamiento del territorio vigente y de aplicación en el área de estudio, a efecto de vincularlos con el proyecto **LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín**. El área de estudio involucra solo el municipio de Tizimín en el estado de Yucatán.

III.1 Ordenamientos Jurídicos Federales

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POEGT)

Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 7 de septiembre de 2012. El POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; incluyendo a las islas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción como parte integral del territorio mexicano, por su escala y alcance, el POEGT es inductivo y no tiene como objeto regular el uso del suelo. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo

sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

El POEGT se constituye por 80 regiones ecológicas dentro de las cuales se distribuyen 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), (Figura III.1), representadas a escala 1: 2,000,000, a las cuales les fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.



Figura III.1. Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que componen el POEGT

El proyecto LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín, se ubica en la UAB 62: Karst de Yucatán y Quintana Roo (Figura III.2).

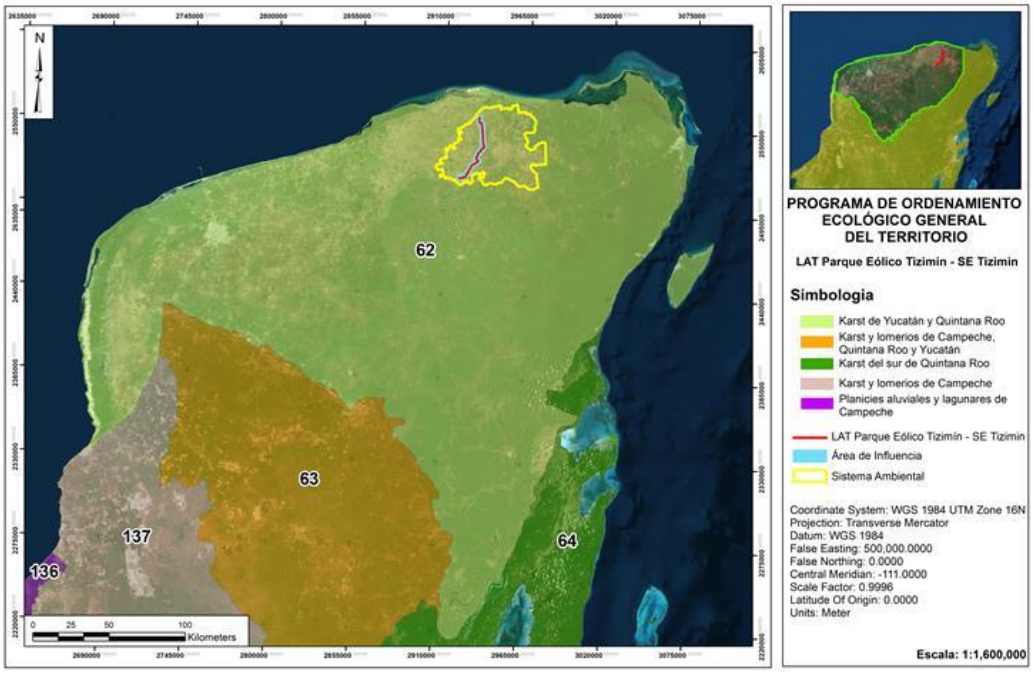


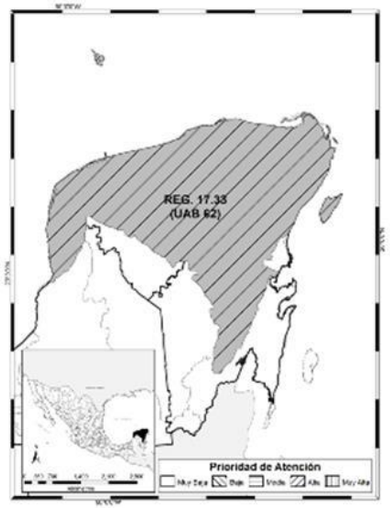
Figura III.2. Ubicación del proyecto LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín en la UAB 62 del POEGT

Un resumen de los escenarios, políticas ambientales, prioridades de atención, estrategias y corresponsabilidad sectorial de la unidad UAB 62 se presenta en la tabla III.1.

Es importante resaltar que se observarán las directrices definidas en el ordenamiento para la UAB 62 del POEGT, en sus programas, proyectos y acciones que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

También es importante mencionar que hasta el momento se desconoce el procedimiento de instrumentación del programa, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales no ha publicado los mecanismos y criterios que se aplicarán para que los programas y proyectos sectoriales ajusten su congruencia con el POEGT.

Tabla III.1. Resumen de los escenarios, política ambiental, prioridad de atención, estrategias y corresponsabilidad sectorial de la UAB 62

<table>
<tr>
<td rowspan="2"> 

REGIÓN ECOLÓGICA 17.33

UAB: 62 KARST DE YUCATÁN Y QUINTANA ROO</td>
<td colspan="2">ESTADO ACTUAL DEL MEDIO AMBIENTE 2008

62. Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</td>
<td>ESCENARIO AL 2033

Inestable a Crítico

POLÍTICA AMBIENTAL

Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable.

PRIORIDAD DE ATENCIÓN

Alta</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">ESTRATEGIAS UAB 62

GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO

A) Preservación
1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.
2. Recuperación de especies en riesgo.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</td>
</tr>
</table>

		6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.
		7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
		8. Valoración de los servicios ambientales.
	C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.
		10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.
		11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.
		12. Protección de los ecosistemas.
		13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
	D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
	E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.
		22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.
		23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
	GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA	
	D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.

		32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
	E) Desarrollo Social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.
		37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
		38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
		39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.
		40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.
	GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL	
	A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respecto a los derechos de propiedad rural.
	B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.
		44**.** Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
62	Preservación de Flora y Fauna – Turismo	Desarrollo social - Forestal	Agricultura – Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Las **políticas ambientales** (aprovechamiento sustentable, protección de los recursos naturales y restauración) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.

Lineamientos y estrategias ecológicas. Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional. Por su parte, las **estrategias ecológicas**, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial. Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Las **áreas de atención prioritaria** de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada UAB, puede clasificar a los sectores como **Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados**. Los **Rectores**, son aquellos que tienen un papel esencial en el devenir del desarrollo sustentable de una UAB, reconocen la necesidad de ir a la cabeza en la construcción de los acuerdos que se tomarán en el seno del Grupo de Trabajo Intersecretarial, para el cumplimiento de los lineamientos ecológicos correspondientes. Los **Coadyuvantes** tendrán un papel de colaboradores con los cuales se generará la sinergia necesaria para mantener los acuerdos que se generen con la iniciativa de los Rectores. **Los Asociados**, por su parte, se definen como los sectores comprometidos a participar con los demás sectores presentes en la UAB, desarrollando actividades cada vez más sustentables y alineadas con los lineamientos ecológicos. Por último, **los interesados**, se caracterizan por su interés en desarrollar sus programas en la UAB, lo

cual refrenda su compromiso por participar en las acciones que se desarrollen en este sentido en el seno del GTI.

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 2012

Es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. Permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

Caracterización

De acuerdo con el Artículo 42 el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, la etapa de caracterización tendrá por objeto describir el estado de los componentes natural, social y económico del sitio del proyecto.

Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO)

El ASO está integrada por dos componentes, conforme la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA):

- **Área Marina:** comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina.
- **Área Regional:** abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En ésta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

En conjunto, toda el ASO tienen una extensión de 995,486.2 km², correspondientes a 168,462.4 km² del componente Regional y 827,023.8 km² del componente Marino, tal como se puede apreciar en la Figura III.3.



Figura III.3. Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial y la ubicación general del sitio del proyecto

De acuerdo con el artículo 43 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, la etapa de diagnóstico tendrá por objeto identificar y analizar los conflictos ambientales en el sitio del proyecto.

Programa de Ordenamiento Ecológico

a. Regionalización Ecológica

El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables. El Proyecto “LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín”, se encuentra ubicado dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 130 “Tizimín”, tal como se puede apreciar en la Figura III.4 y en la Tabla III.2, se incluye la vinculación con la UGA.

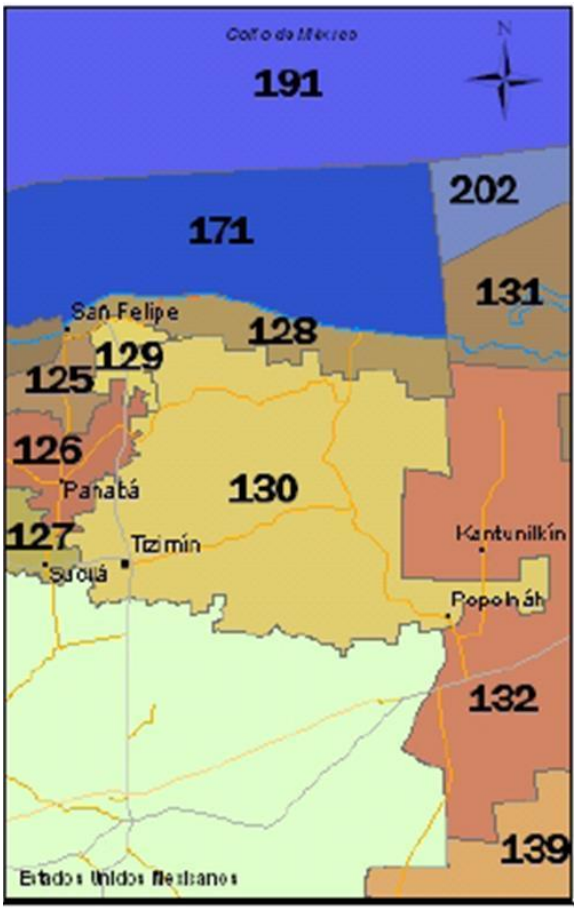


Figura III.4. Unidad de Gestión Ambiental 130.

Tabla III.2. Descripción y Acciones de la Unidad de Gestión Ambiental 130 "Tizimín"

UGA 130 "Tizimín"	
Tipo de UGA	Regional
Estado	Yucatán
Municipio	Tizimín
Población	67,740 habitantes
Superficie	334,791.76 ha.

Acciones Generales		
Clave	**Descripción**	**Vinculación**
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	No aplica.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	No aplica.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	No aplica, el alcance del proyecto no incluye creación de UMA.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	No se permitirá la cacería, captura y comercialización con especies silvestres que se lleguen a encontrar en el área del proyecto, principalmente de aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante el desarrollo del proyecto, se pretende realizar el rescate de aquellas especies de flora en riesgo incluidas en la NOM-59-SEMARNAT-2010, de importancia ecológica y de lento crecimiento y con una altura entre 20 cm y 0,8 metros. Asimismo, previo a las actividades que requieran desmonte, se harán recorridos a fin de detectar nidos y madrigueras, los cuales se deberán revisar, y en su caso, ahuyentar a los organismos que ahí habiten y trasladar a la fauna que así lo requiera.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No aplica.

G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Se tiene contemplado realizar mantenimientos preventivos a todo vehículo o maquinaria que opere durante el desarrollo del proyecto.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	No se realizará ningún tipo de programa para el apoyo de la reducción de gases de efecto invernadero, si bien el presente proyecto contribuirá a la producción de energía limpia y libre de la emisión de dichos gases, puesto que constituirá la infraestructura de transmisión de la energía producida por el futuro Parque Eólico Tizimín, la cual es de origen 100% renovable.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No aplica.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	Para realizar los accesos al emplazamiento del proyecto "LÍNEA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SET PE Tizimín – SET Tizimín" se utilizará infraestructura carretera y caminos vecinales existentes (terracerías), los cuales muestran condiciones adecuadas para la transportación de insumos y materiales necesarios para el desarrollo del proyecto. También se empleará la brecha de maniobra y patrullaje que discurrirá a lo largo de la traza de la línea para el mismo fin, no siendo necesaria la apertura de caminos adicionales a los ya mencionados. Solamente se llevará a cabo desmonte permanente a matarrasa en la brecha de mantenimiento y patrullaje y en las áreas de maniobra y armado de estructuras, permitiendo el libre tránsito a través de las mismas; en el resto del derecho

		de vía el desmonte será de naturaleza temporal, o bien selectivo en aquellos casos en los que pueda producirse interferencia con la trayectoria de los cables o se ponga en riesgo la operación de la línea (riesgo de incendio por caída de árboles, etc.)
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No aplica.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	No aplica. Sin embargo todas las medidas de mitigación propuestas se cumplirán, con el objetivo de prevenir cualquier afectación a los ecosistemas en general y no solo los costeros.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No aplica.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No se introducirán especies invasoras. Durante el desarrollo del proyecto, se pretende realizar el rescate y reubicación de aquellas especies de flora en riesgo incluidas en la NOM-59-SEMARNAT-2010, de importancia ecológica y de lento crecimiento y con una altura entre 20 cm y 0,8 metros.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No aplica, no se encuentran ríos en el área del proyecto.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No aplica.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El sitio y las zonas aledañas no forman parte de ninguna montaña o formación rocosa, por lo cual no aplica para el proyecto. .
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplica.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No aplica.

G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	No aplica puesto que el proyecto no es un plan o programa de desarrollo urbano. El Proyecto toma en cuenta los programas federales como estatales. Se vincula con el POEGT, POETY y POETCY, así como los lineamientos que en ellos se establecen.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No aplica, no se encuentran ríos en el área del proyecto.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplica.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No aplica.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	No aplica.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Durante el desarrollo del proyecto, se pretende realizar el rescate y reubicación de aquellas especies de flora en riesgo incluidas en la NOM-59-SEMARNAT-2010, de importancia ecológica y de lento crecimiento y con una altura entre 20 cm y 0,8 metros. Los residuos vegetales generados durante las acciones de construcción, se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo. Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	No se realizará ningún aprovechamiento de especies nativas en el sitio

G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Para realizar los accesos al emplazamiento del proyecto "LÍNEA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SET PE Tizimín – SET Tizimín" se utilizará infraestructura carretera y caminos vecinales existentes (terracerías), los cuales muestran condiciones adecuadas para la transportación de insumos y materiales necesarios para el desarrollo del proyecto. También se empleará la brecha de maniobra y patrullaje que discurrirá a lo largo de la traza de la línea para el mismo fin, no siendo necesaria la apertura de caminos adicionales a los ya mencionados.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	No aplica.
G028	Promover el uso de energías renovables.	El presente proyecto contribuirá a la producción de energía limpia y libre de la emisión de gases de efecto invernadero, puesto que constituirá la infraestructura de transmisión de la energía producida por el futuro Parque Eólico Tizimín, la cual es de origen 100% renovable.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El presente proyecto contribuirá a la producción de energía limpia y libre de la emisión de gases de efecto invernadero, puesto que constituirá la infraestructura de transmisión de la energía producida por el futuro Parque Eólico Tizimín, la cual es de origen 100% renovable.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	El presente proyecto constituye la infraestructura de interconexión de un parque eólico, el cual cuenta con la tecnología necesaria para la incorporación de energía renovable.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	No aplica.

G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	No aplica.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El desarrollo de este proyecto es parte de las tecnologías limpias, puesto que constituirá la infraestructura de transmisión de la energía producida por el futuro Parque Eólico Tizimín, la cual es de origen 100% renovable.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	No aplica.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	No aplica.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	No aplica.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplica.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No se realizarán este tipo de estudios para el proyecto
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El Proyecto cumplirá con toda la normatividad y legislación aplicable con respecto al cambio de uso de suelo elaborando el Estudio Técnico Justificativo, así como otros tramites aplicables.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	No es tarea del desarrollador de este proyecto el fomentarlo; sin embargo, y dado que el proyecto contempla la realización de obras y actividades que tendrán impactos ambientales, se está presentando la MIA requerida para la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental, de acuerdo con la LGEEPA y su reglamento.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No aplica. El municipio de Tizimín no cuenta con un programa de desarrollo urbano.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de	Todos los desechos que se lleguen a generar por parte del

	Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	proyecto serán manejados de acuerdo a la normativa vigente en la materia..
G043	La SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	No aplica.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No aplica.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	No aplica.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	No aplica.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	No aplica.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	No aplica.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	No aplica.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Se tiene contemplado el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos durante el desarrollo y operación del proyecto en mención.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	No aplica.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Se contará con letrinas móviles durante el desarrollo del proyecto, los cuales se rentarán a empresas que cuenten con las autorizaciones correspondientes a descargas y/o tratamiento de aguas residuales, según sea el caso.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	No es tarea del desarrollador de este proyecto el fomentarlo, no obstante, se contará con letrinas móviles durante el desarrollo del

		proyecto, los cuales se rentarán a empresas que cuenten con las autorizaciones correspondientes a descargas y/o tratamiento de aguas residuales, según sea el caso.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No se pretende el aprovechamiento de recursos maderables. Sin embargo se llevará a cabo cambio de uso de suelo en terrenos forestales de conformidad a la normatividad aplicable. El Proyecto cumplirá con toda la normatividad y legislación aplicable con respecto al cambio de uso de suelo elaborando el Estudio Técnico Justificativo, así como otros tramites aplicables.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplica. Sin embargo durante el desarrollo del proyecto se llevará un correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No aplica.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Se realizará el correcto manejo de los residuos peligrosos. La disposición de los residuos generados se realizará con una empresa que cuente con los permisos vigentes para el manejo, transporte y disposición final de los mismos.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	No aplica, no se desarrollará infraestructura dentro de un ANP
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	No aplica.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	No aplica.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No aplica.

G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	No aplica. El proyecto en mención es una línea de transmisión eléctrica y no producirá modificaciones en el comportamiento de los flujos hidrológicos.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	No aplica, no se desarrollará infraestructura dentro de un ANP debido a que no se encuentra dentro de estas.
Acciones Específicas		
Clave	**Descripción**	**Vinculación**
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	No aplica.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	No aplica.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	No aplica.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	No se contempla la perdida de agua en el proceso de abastecimiento, debido a que los camiones cisterna cuentan con las medidas necesarias para evitarlo.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	No aplica.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	No aplica. No se pretende la constitución de un ANP.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Durante el desarrollo del proyecto, se pretende realizar el rescate y reubicación de aquellas especies de flora en riesgo incluidas en la NOM-59-SEMARNAT-2010, de importancia ecológica y de lento crecimiento y con una altura entre 20 cm y 0,8 metros. Los residuos vegetales generados durante las acciones de construcción, se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo.

		Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	No aplica.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No aplica.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	No aplica. No se afectarán manglares durante el desarrollo del proyecto.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	No aplica.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	No aplica.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Durante el desarrollo del proyecto, se pretende realizar el rescate y reubicación de aquellas especies de flora en riesgo incluidas en la NOM-59-SEMARNAT-2010, de importancia ecológica y de lento crecimiento y con una altura entre 20 cm y 0,8 metros. Los residuos vegetales generados durante las acciones de construcción, se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo. Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de

		la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	Se pretende realizar el rescate de todos los individuos que se afecten por el desarrollo de este proyecto y que cuenten con una categoría dentro de esta NOM.
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	Se seguirá y se cumplirá con los programas y legislación aplicable en materia de gestión de residuos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	No aplica.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Las emisiones que se lleguen a generar en el proyecto serán en la etapa de operación y construcción del mismo con la maquinaria utilizada, sin embargo, se tiene contemplado que se realicen los mantenimientos preventivos a maquinaria y vehículos. Se contratará una empresa con autorización para el manejo de las aguas residuales.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El Proyecto no contempla actividades para la remediación de suelos, sin embargo, si se cuenta con las medidas de mitigación y toda la legislación aplicable para que el impacto sea el mínimo. En el Programa de Manejo Integral de Residuos se incluye el Plan de seguridad, que tiene por objeto hacer frente a este tipo de contingencias en caso de que se presenten..
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas	Se tiene contemplado que se realicen los mantenimientos

	al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	preventivos a maquinaria y vehículos.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	Se realizará el correcto manejo de los residuos peligrosos. La disposición de los residuos generados se realizará con una empresa que cuente con los permisos vigentes para el manejo, transporte y disposición final de los mismos.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El desarrollo de este proyecto es parte de las tecnologías limpias, puesto que constituirá la infraestructura de transmisión de la energía producida por el futuro Parque Eólico Tizimín, la cual es de origen 100% renovable.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	No aplica.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	No aplica.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	No aplica.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	No aplica.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	No aplica.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No aplica.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Se pretende aprovechar la energía eólica que genere el parque eólico Tizimín, para ser transportado a la SE Tizimín. El desarrollo de este proyecto es parte de las tecnologías limpias, puesto que constituirá la infraestructura de transmisión de la energía producida por el futuro

		Parque Eólico Tizimín, la cual es de origen 100% renovable.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	No aplica.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No aplica.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	No aplica.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	No aplica.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	No aplica.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	No aplica.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	No aplica.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No aplica.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	No aplica.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No aplica.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	No aplica.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	No aplica.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No aplica.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El proyecto en sí es parte del equipamiento básico para el desarrollo sustentable de esta zona de Yucatán, debido a que permitirá la transmisión de la energía 100% renovable

		procedente del Parque Eólico Tizimín y su interconexión a la red eléctrica.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	No aplica.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No aplica.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	Durante el desarrollo del proyecto se llevará un correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No aplica.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No aplica.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	Estas actividades no forman parte del proyecto.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Durante el desarrollo del proyecto se llevará un correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Durante el desarrollo del proyecto se llevará un correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	No aplica. Se pretende realizar la correcta disposición de estos residuos, en sitios autorizados.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	No aplica.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	No aplica.

III.2 Ordenamientos Jurídicos Estatales

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Yucatán (POETY)

Se establece un Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán que incluye la zonificación funcional o propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes, el esclarecimiento de la intensidad de dicha utilización y el sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen la explotación racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos en cada región del territorio.

El establecimiento del modelo considera la gestión de protección de los recursos naturales, al asignarle a cada área un valor funcional determinado y un régimen de explotación y transformación que lleva implícito medidas de conservación de los diferentes recursos. Al mismo tiempo, su construcción refleja el deseo manifiesto de trabajar por la disminución de las desigualdades socio-espaciales y el incremento sostenido de la calidad de vida de la población residente en el Estado.

a. Regionalización Ecológica

El Proyecto “LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín”, se encuentra ubicado dentro de la UGA 1.2.M denominada “Planicie Tizimín”, como se aprecia en la Figura III.5.

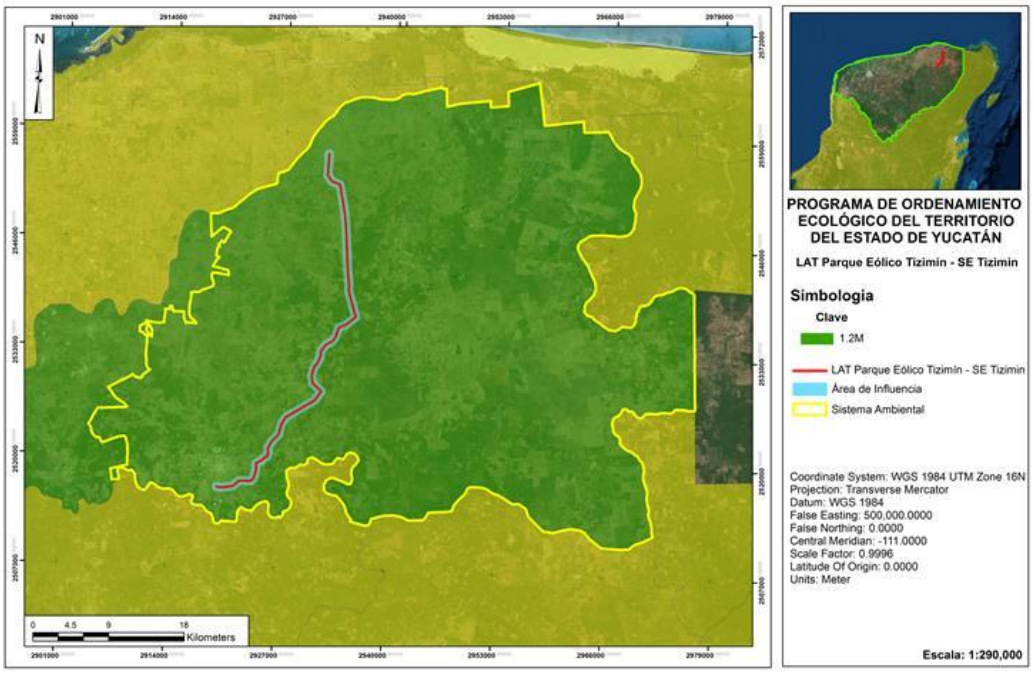
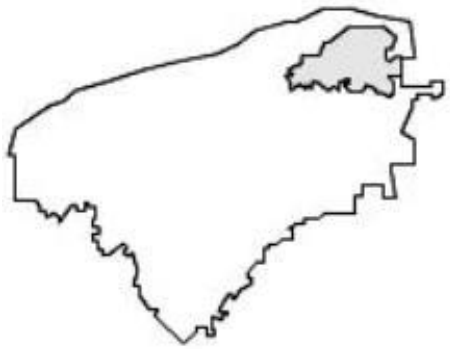


Figura III.5. Localización del proyecto en las Unidades de Gestión Ambiental del POETY

En la Tabla III.3, se incluye la descripción de la Unidad de Gestión Ambiental 1.2.M en las cuales se encuentra incluido el sitio del proyecto de acuerdo al POETY.

Tabla III.3. Descripción de la UGA 1.2 M.- Planicie Tizimín

1.2M.- Planicie Tizimín	
Planicie media (10 – 15 m) con suaves ondulaciones y depresiones kársticas aisladas, testigos de erosión diferencial con altura de 10 m, karstificada. En depresiones y superficies planas < 0.5º se encuentran suelos cambisol y luvisol crómico, en superficies inclinadas (0.5 – 1º) suelos de tipo rendzina y litosol. Grandes extensiones de pastizal cultivado, milpas dispersas de agricultura de temporal (maíz), relictos de selva mediana subcaducifolia. Superficie 2,575.09 km²	
Localidades	550
Política	Aprovechamiento
Uso principal	Ganadería
Aptitud principal	Ganadería
Aptitud secundaria	Apicultura, asentamientos humanos
Uso actual principal y tipo de vegetación	Pastizal cultivado
Conflicto	Compatible con restricciones
Población total	63,509
Densidad de población	24.66
Densidad de caminos	0.30

1.2 M			
Predominante. Ganadería.	**Compatible.** Silvicultura, apicultura, agroforestería, turismo, actividades cinegéticas y asentamientos humanos.	**Condicionado.** Porcicultura e industria.	**Incompatible**. Extracción de materiales pétreos.

PROTECCIÓN		
Número	**Descripción**	**Vinculación**
1	Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los	No aplica para el proyecto debido a que no se pretende realizar ninguna de las actividades mencionadas.

	requerimientos de protección del territorio.	
2	Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.	El Proyecto tiene como beneficio la disminución del grado de marginación de la población rural, suministro de energía eléctrica producida mediante tecnología "limpia", misma que será de gran utilidad para abastecer de energía a la localidad de Tizimín y localidades cercanas a la misma. El proyecto generará diferentes condiciones socioeconómicas a las comunidades locales con la generación de empleos durante la preparación del sitio y construcción del proyecto.
5	No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos.	El proyecto cuenta con un programa de residuos, donde se contempla el manejo de residuos industriales como son Lubricantes / fluidos hidráulicos usados, Envases impregnados de aceite, Restos de pinturas / solventes, Restos de material eléctrico, baterías, etc.; que se contemplan en la etapa de construcción y operación del proyecto. Se cumplirá con la NOM-052-SEMARNAT-2005 y la NOM-055-SEMARNAT-2003, así como con la LGPGIR y su reglamento. Se cuenta con un proveedor o gestor autorizado para la disposición final de los residuos peligrosos.
6	No se permite la construcción a menos de 20 m de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente.	Es importante mencionar que en el territorio yucateco hay una ausencia total de corrientes superficiales, sin embargo específicamente el sitio del proyecto presenta cuerpos de agua superficiales aislados, los cuales son utilizados como zonas de bebederos por el ganado, por lo que es importante destacar que la implementación del proyecto no afectará este tipo de cuerpos de agua. El proyecto cuenta con zonas específicas para el depósito de material y no cercanos a cuerpos de agua para evitar su contaminación.
9	No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	No se hará uso de ningún tipo de herbicida, producto químico o fuego para la actividad de desmonte o despalme.

12	Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	No se verá afectada la conectividad de la vegetación entre los predios, permitiendo la movilidad de la fauna silvestre. Cabe mencionar que el proyecto por ser una línea de transmisión eléctrica contempla la construcción de estructuras de acero y cables para la transmisión de la energía eléctrica. El proyecto solo afecta a la vegetación de forma permanente en las áreas de maniobra y armado de estructuras y a lo largo de la brecha de mantenimiento, pero no en todo el derecho de vía de la misma.
13	No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.	No se verá afectada la conectividad de la vegetación entre los predios, permitiendo la movilidad de la fauna silvestre. Cabe mencionar que el proyecto por ser una línea de transmisión eléctrica contempla la construcción de estructuras de acero y cables para la transmisión de la energía eléctrica. El proyecto solo afecta a la vegetación de forma permanente en las áreas de maniobra y armado de estructuras y a lo largo de la brecha de mantenimiento, pero no en todo el derecho de vía de la misma.
14	Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.	Actualmente el sitio del proyecto está integrado principalmente por grandes extensiones de pastizal, vegetación primaria y vegetación secundaria, por lo que se implementarán las medidas necesarias para conservar éstas zonas. El proyecto por ser una línea de transmisión eléctrica contempla la construcción de estructuras de acero y cables para la transmisión de la energía eléctrica, por lo cual la vegetación que se pueda ver afectada será de manera temporal, ya que el proyecto solo afecta de forma permanente la vegetación en las áreas de maniobra y armado de estructuras y la brecha de mantenimiento y no en todo el derecho de vía de la misma, esto ayudará a que con ayuda de las medidas de mitigación y compensación propuestas se recuperen dichos sitios con vegetación primaria y secundaria.
16	No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	El pastoreo únicamente se lleva a cabo en las zonas de pastizal inducido que se distribuyen y ocupan un porcentaje muy alto del sitio del proyecto. No aplica al proyecto debido a que no se realizará esta actividad.

CONSERVACIÓN		
Número	**Descripción**	**Vinculación**
1	Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	En el sitio del proyecto, dominan zonas abiertas cubiertas de pastizales, así como vegetación forestal, mismas que se contempla evitar en la medida de lo posible su afección por las diversas actividades del proyecto. Dentro de las medidas contempladas para el proyecto, se establecen acciones de restauración, donde se contempla la ejecución de actividades de conservación de suelos, cuya finalidad será la de recuperar parte de la cubierta vegetal distribuida en el sitio y afectada por la implementación de las actividades del proyecto. Dichas acciones favorecerán el incremento de la capacidad de captación de agua, y aumentarán las áreas para protección, alimentación y nidación de las diferentes especies de fauna silvestre que habitan en el lugar.
2	Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.	Se tiene contemplado realizar actividades para evitar la erosión del suelo. Dentro de las medidas contempladas para el proyecto, se establecen acciones de restauración, donde se contempla la ejecución de actividades de conservación de suelos, cuya finalidad será la de recuperar parte de la cubierta vegetal distribuida en el sitio y afectada por la implementación de las actividades del proyecto. Dichas acciones favorecerán el incremento de la capacidad de captación de agua, y aumentarán las áreas para protección, alimentación y nidación de las diferentes especies de fauna silvestre que habitan en el lugar.
3	Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.	Se cuenta con un programa de rescate de fauna silvestre a implementar con la autorización del proyecto y no se contempla la introducción de especies exóticas.
4	En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras	Las áreas de vegetación que se ubican y distribuyen dentro del sitio del proyecto presentan vegetación secundaria en su mayoría, sin embargo el Proyecto cumplirá

	entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	con toda la normatividad y legislación aplicable con respecto al cambio de uso de suelo elaborando la Manifestación de Impacto Ambiental, así como el Estudio Técnico Justificativo, y demás tramites aplicables.
5	No se permite la instalación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras.	No aplica para este proyecto debido a que no será necesario la instalación de bancos de materiales, además que en el área del proyecto no se encuentran localizadas ANP's
6	Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	No aplica para el proyecto.
7	Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	No aplica para el proyecto debido a que no es destinado para ecoturismo, sin embargo, se realizará el manejo correcto a todos los residuos generados derivado de las actividades del proyecto.
8	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.	Los materiales excedentes de la excavación u otras actividades, serán trasladados a sitios de acopio para reúso previamente identificados, tales como: acero, madera y concreto, etc., y posteriormente según sea el caso para disposición final por una empresa autorizada, en sitios autorizados por la autoridad competente.
9	Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	El proyecto no contempla la construcción de vías de comunicación, se utilizarán caminos ya existentes y solamente de ser necesario se rehabilitarán caminos de acceso preexistentes.
10	El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	El proyecto no contempla la construcción de vías de comunicación, se utilizarán caminos ya existentes, y solamente de ser necesario se rehabilitarán caminos de acceso preexistentes.
13	Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	El proyecto no forma parte de ninguna ANP, sin embargo, con respecto a las regiones prioritarias para la conservación o de importancia biológica, se encuentra dentro de la RHP 102 "Anillo de Cenotes" y de la RMP 62 "Dzilam-Contoy". Ninguno de ellos cuenta con un plan de manejo, por lo que se cumplirá lo que establece la LGEEPA y las demás leyes y reglamentos correspondientes.

RESTAURACIÓN		
Número	**Descripción**	**Vinculación**
1	Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	Se implementarán actividades de restauración, cuyo objetivo será el restablecer los sitios afectados por la construcción del proyecto, favoreciendo la revegetación natural.
5	Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	En el sitio del proyecto, dominan zonas abiertas cubiertas de pastizales, así como áreas de vegetación forestal, mismas que se contempla no afectar en la medida de lo posible por las diversas actividades del proyecto. Dentro de las medidas contempladas para el proyecto, se establecen acciones de restauración, donde se contempla la ejecución de actividades de conservación de suelos, cuya finalidad será la de recuperar parte de la cubierta vegetal distribuida en el sitio y afectada por la implementación de las actividades del proyecto. Dichas acciones favorecerán el incremento de la capacidad de captación de agua, así como aumentar las áreas para protección, alimentación y nidación de las diferentes especies de fauna silvestre que habitan en el lugar.
6	Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	Se pretende realizar programas de rescate de flora y fauna silvestre, así como implementar medidas de mitigación para el sitio del proyecto.
8	Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	No aplica para el proyecto.
9	Restablecer y proteger los flujos naturales de agua.	Es importante mencionar que en el territorio yucateco hay una ausencia total de corrientes superficiales de agua. En el sitio del proyecto existen cuerpos de agua superficiales aislados, mismos que serán respetados por la implementación del proyecto. En cuanto al potencial de contaminación derivado del proyecto; es decir, durante la operación de la LAT, se establece un riesgo potencial nulo de contaminación ya que no se tendrán desechos sólidos ni líquidos que pudieran llegar al medio acuífero y las prácticas de extracción de agua dulce y de descarga de aguas residuales serán mínimas y/o inexistentes. En las fases constructivas del proyecto, de presentarse un eventual accidente que propicie el vertido de fluidos contaminantes, estos serían en mínima

		cantidad, además de puntuales y de tipo difuso y, dada la gran capacidad de dilución del acuífero por los procesos de dispersión y advección, inherentes a este tipo de materiales kársticos, los efectos de contaminación se verían rápidamente mitigados.
11	Restaurar superficies dañadas con especies nativas.	En el sitio del proyecto, dominan zonas abiertas cubiertas de pastizales, así como áreas de vegetación forestal, mismas que se contempla no afectar en lo posible por las diversas actividades del proyecto. Dentro de las medidas contempladas para el proyecto, se establecen acciones de restauración, donde se contempla la ejecución de actividades de conservación de suelos, cuya finalidad será la de recuperar parte de la cubierta vegetal distribuida en el sitio y afectada por la implementación de las actividades del proyecto. Dichas acciones favorecerán el incremento de la capacidad de captación de agua, así como aumentar las áreas para protección, alimentación y nidación de las diferentes especies de fauna silvestre que habitan en el lugar.
12	Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del acuífero.	No aplica para el proyecto, dado que no se llevará a cabo extracción de agua de los acuíferos de la zona.
13	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación debe llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por ha.	No aplica para el proyecto.
14	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se debe asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.	No aplica para el proyecto.
15	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación debe incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación en caso de desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos.	No aplica para el proyecto.
16	Establecer programas de monitoreo ambiental.	Se plantea realizar un programa de monitoreo ambiental, que permitirá evaluar sistemáticamente variables ambientales

		con la finalidad de determinar los cambios que se puedan generar durante la construcción y operación de la LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín.
17	En áreas de restauración se debe restituir al suelo del sitio la capa vegetal que se retiró, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos.	En el sitio del proyecto, dominan zonas abiertas cubiertas de pastizales, así como áreas de vegetación forestal, mismas que se contempla no afectar en lo posible por las diversas actividades del proyecto. Dentro de las medidas contempladas para el proyecto, se establecen acciones de restauración, donde se contempla la ejecución de actividades de conservación de suelos, cuya finalidad será la de recuperar parte de la cubierta vegetal distribuida en el sitio y afectada por la implementación de las actividades del proyecto. Dichas acciones favorecerán el incremento de la capacidad de captación de agua, así como aumentar las áreas para protección, alimentación y nidación de las diferentes especies de fauna silvestre que habitan en el lugar.
18	En la fase de restauración del área de extracción de materiales pétreos, el piso del banco debe estar cubierto en su totalidad por una capa de suelo fértil de un espesor igual al que originalmente tenía.	No aplica para el proyecto.
19	Los troncos, tocones, copas, ramas, raíces y matorrales deben ser triturados e incorporados al suelo fértil que será apilado en una zona específica dentro del polígono del banco en proceso de explotación, para ser utilizado en los programas de restauración del área.	No aplica para el proyecto.
20	En el banco de extracción el suelo fértil debe retirarse en su totalidad, evitando que se mezcle con otro tipo de material. La tierra vegetal o capa edáfica producto del despalme debe almacenarse en la parte más alta del terreno para su posterior utilización en las terrazas conformadas del banco y ser usada en la etapa de reforestación.	No aplica para el proyecto.
21	Una vez que se dé por finalizada la explotación del banco de materiales y se concluya la restauración del mismo,	No aplica para el proyecto.

	se debe proceder a su reforestación total de acuerdo a lo propuesto en el programa de recuperación y restauración del área impactada utilizando como base la vegetación de la región o según indique la autoridad competente.	
APROVECHAMIENTO		
Número	**Descripción**	**Vinculación**
1	Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.	Como medida de restauración se plantea la ejecución de actividades de conservación dentro del sitio del proyecto, con lo cual se favorecerá la fertilidad de los suelos y el crecimiento de vegetación, por ningún motivo se hará uso de algún tipo de agroquímicos, que afecte a la vegetación aledaña, así como al suelo.
2	Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	El proyecto cuenta con un manual de procedimientos de respuesta en caso de emergencias, seguridad y salud.
3	Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.	No se utilizará ningún tipo de agroquímico.
4	Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.	No aplica para el proyecto.
5	Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial.	En el sitio del proyecto, dominan zonas abiertas cubiertas de pastizales, así como áreas de vegetación forestal, mismas que se contempla no afectar en lo posible por las diversas actividades del proyecto. Dentro de las medidas contempladas para el proyecto, se establecen acciones de restauración, donde se contempla la ejecución de actividades de conservación de suelos, cuya finalidad será la de recuperar parte de la cubierta vegetal distribuida en el sitio y afectada por la implementación de las actividades del proyecto. Dichas acciones favorecerán el incremento de la capacidad de captación de agua, así como aumentar las áreas para protección, alimentación y nidación de las diferentes especies de fauna silvestre que habitan en el lugar. No se contempla la introducción de especies exóticas.
6	Regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.	No aplica para el proyecto.

7	Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.	No aplica para el proyecto. No se llevará a cabo ninguna actividad ecoturística.
8	En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.	No aplica para el proyecto.
9	El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.	No aplica para el proyecto.
11	Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.	No aplica para el proyecto.
12	Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	No aplica para el proyecto.
13	En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.	No aplica para el proyecto.
14	En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.	No aplica para el proyecto.
16	Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.	No aplica para el proyecto.
21	Promover las actividades cinegéticas en las zonas de pastizales inducidos.	No aplica para el proyecto. Las actividades cinegéticas no forman parte del proyecto.
22	En la superficie destinada a la actividad ganadera debe establecerse vegetación forrajera en una densidad mayor a los pastos introducidos.	No aplica para el proyecto.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del estado de Yucatán (POETCY)

El 14 de octubre del 2015 fue publicado en el diario oficial del estado el Decreto 308/2015 por el que se modifica el Decreto 160/2014 por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán. El POETCY integra las cuatro fases del ordenamiento: la caracterización, el diagnóstico, el pronóstico y la propuesta. Se dividió en 6 capítulos principales. El primero comprende una introducción, y describe el marco jurídico federal y estatal en el que se fundamenta el programa de ordenamiento territorial costero, así como una descripción general de los métodos empleados para la compilación y análisis de la información. El segundo

capítulo aborda la caracterización de las principales dimensiones que orientan el presente ordenamiento: natural, social y económico. El tercer capítulo se refiere al diagnóstico de los ecosistemas y sus componentes, de los sectores económicos, de las leyes y sus reglamentos y el diagnóstico integral. El cuarto capítulo se conforma de las proyecciones y los escenarios futuros para las diferentes regiones de la costa. El quinto capítulo reporta los resultados de la propuesta a través de un mapa de unidades de gestión, y sus criterios.

a. Regionalización Ecológica

A continuación, se presenta el mapa del sitio del proyecto con sus divisiones de Unidades de Gestión Ambiental (UGA), los criterios de uso en una matriz que relaciona la clave de la UGA con las claves de los criterios y la lista de los criterios de uso ordenadas.

El proyecto forma parte de una UGA en el municipio de Tizimín, tal como se puede apreciar en la Figura III.6, tal UGA es la TIZ 14.

En la Tabla III.4, se presenta la descripción y los criterios de regulación ecológica de la UGA TIZ 14 y su vinculación con el Proyecto.

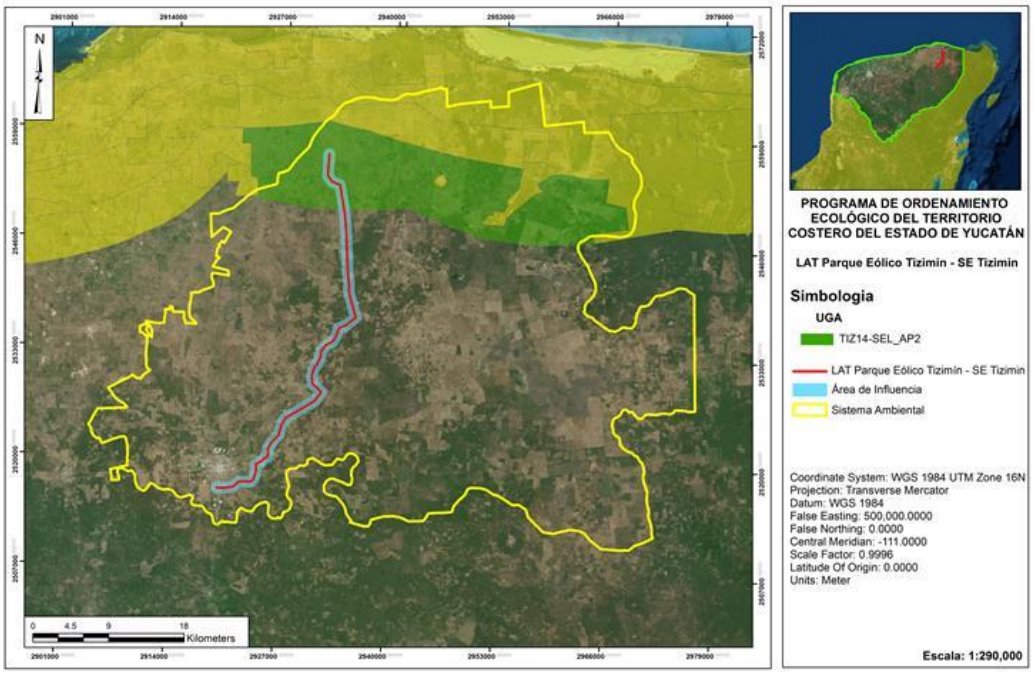


Figura III.6. Localización del proyecto en las Unidades de Gestión Ambiental del POETCY

Tabla III.4. Descripción de la UGA TIZ 14

Clave: TIZ14-SEL_AP2		
Política	**AP2**	**Aprovechamiento sustentable de intensidad media.** Esta política permite todo tipo de actividades siempre y cuando sean sustentables en términos de intensidad y sistemas tecnológicos empleados.
Actividades y Uso de Suelo: *Actual*		
Número	**Descripción**	
2	Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.	
3	Apicultura.	
8	Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.	
9	Agricultura de plantaciones perennes (Henequén, Coco, frutales)	
11	Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.	
16	Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.	
25	Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.	
Actividades y Uso de Suelo: *Compatibles*		
Número	**Descripción**	
1	Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.	
2	Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.	
3	Apicultura.	
4	Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.	
6	Acuacultura artesanal o extensiva.	
7	Acuacultura industrial o intensiva.	
8	Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo.	
9	Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).	
10	Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).	
11	Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros.	
12	Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).	
16	Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.	
17	Extracción industrial de piedra o sascab.	
18	Industrial ligera no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.	
19	Industria semipesada y pesada.	
20	Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva -en mar o ría- observación de aves, fotografía, acampado).	
21	Turismo alternativo (hoteles, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente compatibles).	
22	Vivienda Unifamiliar.	
23	Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).	
24	Campos de golf	
25	Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.	

26	Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos
28	Aprovechamiento forestal maderable y no maderable.
29	Industria eoloeléctrica.
Actividades y Uso de Suelo: *NO Compatibles*	
Número	**Descripción**
5	Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva.
13	Extracción artesanal de sal o artemia.
14	Extracción industrial de sal.
15	Extracción de arena.
27	Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados.

Criterios de Regulación Ecológica		
Número	**Descripción**	**Vinculación**
7	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 16 l/s con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 20 l/s si se demuestra con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.	El proyecto requiere de suministro de agua para la etapa de construcción, la cual será abastecida mediante camiones cisterna. No se llevará a cabo extracción de agua del acuífero presente en el sitio del proyecto.
10	Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar	El municipio de Tizimín no cuenta con un Programa de Desarrollo Urbano. No aplica para el proyecto, ya que no tiene como objetivo el promover la expansión de los asentamientos humanos.

	invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento. Asimismo se promoverá la coordinación de los municipios conurbados en los términos de lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán.	
11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.	Entre las actividades del proyecto no se determina la instalación de ningún tipo de cercado en el sitio del proyecto adicional al existente, por lo que se permitirá el libre paso a la fauna silvestre.
13	El uso recreativo de cavernas, cenotes y manantiales requerirá para su funcionamiento de una manifestación de impacto ambiental.	El uso recreativo de cavernas, cenotes y manantiales no forma parte de las actividades del proyecto.
25	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos.	El desarrollo urbano y turístico no forma parte del proyecto.
28	Dada la baja aptitud de los suelos para actividades agropecuarias, se deben incorporar prácticas agroecológicas, silvopastoriles o agroforestales que permitan evitar la erosión de los suelos y mantener su fertilidad, fomentar el uso de composta o mejoradores orgánicos de suelo,	Las actividades agropecuarias no forman parte del proyecto. En el sitio del proyecto, dominan zonas abiertas cubiertas de pastizales, así como áreas de vegetación forestal, mismas que se contempla no afectar en lo posible por las diversas actividades del proyecto. Dentro de las medidas contempladas para el proyecto, se establecen acciones de restauración, donde se contempla la ejecución de actividades de

	racionalizar el uso de agua y la aplicación de agroquímicos. Se privilegian aquellas actividades que favorezcan la producción orgánica. Se recomienda la adopción de prácticas de roza, tumba y reincorpora que promueve la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. La actividad porcícola no está permitida dada la vulnerabilidad del territorio a la contaminación y a la falta de suelos adecuados para tal fin. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos). Toda actividad forestal deberá someterse a evaluación de impacto ambiental y contar con programa de manejo autorizado.	conservación de suelos, cuya finalidad será la de recuperar parte de la cubierta vegetal distribuida en el sitio y afectada por la implementación de las actividades del proyecto. El proyecto contempla la realización de obras y actividades que tendrán impactos ambientales. Por lo anterior, se está presentando la MIA requerida para la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental, de acuerdo con la LGEEPA y su reglamento. Asimismo, el Proyecto cumplirá con toda la normatividad y legislación aplicable con respecto al cambio de uso de suelo elaborando el Estudio Técnico Justificativo, así como otros tramites aplicables.
29	Esta zona se considera apta para el desarrollo de actividades recreativas, tales como prácticas de campismo, ciclismo, rutas interpretativas, observación de fauna y paseos fotográficos, lo cual puede implicar la necesidad de instalación de infraestructura de apoyo tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores y torres para observación de aves.	No se llevarán a cabo actividades recreativas en el sitio del proyecto.
35	De acuerdo con el artículo 122, fracción VI, de la Ley General de Vida Silvestre, se considera una infracción el manejar ejemplares de especies exóticas fuera de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de confinamiento controlado. Solo en casos justificados o de ornato se permitirá el uso de palma de coco (enano malayo) en la duna costera.	El manejo de ejemplares de especies exóticas no forma parte de las actividades del proyecto.

39	La construcción de nuevos caminos así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares. A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/ó puentes en los cauces principales de agua.	El proyecto no contempla la construcción de vías de comunicación. Se abrirá la brecha necesaria a lo largo de la traza de la LAT para permitir las actividades de construcción y el acceso de trabajadores, material y equipos. Durante la vida útil de la LAT se conservará una brecha tal que permita el control y mantenimiento de la infraestructura, permitiendo el desarrollo de la vegetación en el resto del derecho de vía. Es importante destacar que para el acceso hasta la traza de la LAT se emplearán caminos ya existentes, solo se abrirán caminos de acceso a los apoyos en aquellos casos estrictamente necesarios. El proyecto contempla la realización de obras y actividades que tendrán impactos ambientales. Por lo anterior, se está presentando la MIA requerida para la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental, de acuerdo con la LGEEPA y su reglamento. Asimismo, el Proyecto cumplirá con toda la normatividad y legislación aplicable con respecto al cambio de uso de suelo elaborando el Estudio Técnico Justificativo, así como otros tramites aplicables.
40	El uso del fuego deberá considerar las regulaciones que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley de Prevención y Combate de Incendios Agropecuarios y Forestales del Estado de Yucatán.	No se usará fuego para la etapa de preparación del sitio, específicamente para las actividades de desmonte y despalme de la vegetación. Dichas actividades se llevarán a cabo de forma mecánica.
41	Se considera que el aprovechamiento de especies silvestres será compatible con la protección de este ecosistema siempre y cuando sea en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, cuyo programa de manejo sea autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	El aprovechamiento de especies silvestres no forma parte del proyecto.
43	Esta zona se considera apta para el pastoreo abierto de bovinos y ovinos sobre la	Las actividades ganaderas, turísticas y de extracción artesanal de piedra superficial, no forman parte del proyecto.

	vegetación natural; actividades turísticas de bajo impacto y la extracción artesanal de piedra superficial, sin introducir maquinaría de perforación para evitar afectación al acuitardo (capa impermeable que confina y somete a presión al acuífero). Se restringen la ganadería extensiva en potreros con pastizales inducidos, la agricultura y la acuacultura. En el caso de las áreas naturales protegidas, este criterio se aplicará de acuerdo con lo establecido en los programas de manejo. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos).	
45	En los casos que a la fecha de la expedición de este ordenamiento existieran ranchos con ganadería bovina extensiva, y dado que estos terrenos no son aptos para esta actividad, se recomienda que se realice en parcelas rotativas con desmontes temporales y manteniendo franjas de vegetación nativa, o mediante el establecimiento de sistemas agroforestales con especies forrajeras. Asimismo, se recomienda la adopción de prácticas de ganadería diversificada. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos).	Las actividades ganaderas no forman parte del proyecto.
46	Esta zona es apta para la extracción artesanal de piedra sin uso de maquinaria de excavación ni explosivos. No se permite la extracción industrial de material pétreo excepto en los casos en que a la expedición de este ordenamiento estén	No se llevará a cabo ningún tipo de extracción artesanal de piedra, ni la extracción industrial de material pétreo, esta actividad no forma parte de este proyecto.

	funcionando y que serán sometidos a confinamiento en términos de la superficie proyectada de aprovechamiento y deberán presentar estudios geohidrológicos detallados y modelaciones matemáticas que permitan evaluar y monitorear su impacto en el acuífero y acuitardo por el tiempo proyectado de aprovechamiento. En el caso de bancos de préstamo para el mantenimiento de carreteras las obras proyectadas serán sometidas a evaluación de impacto ambiental.	
52	El aprovechamiento cinegético estará supeditado a las autorizaciones y permisos de la autoridad competente, respetando los calendarios, las vedas y las unidades de manejo ambientales definidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Se deberán respetar las áreas de restricción establecidas en las localidades de Uaymitún, Telchac Puerto y San Crisanto según el programa vigente de aprovechamiento cinegético de aves acuáticas.	No se llevará acabo ningún tipo de aprovechamiento cinegético como parte del proyecto.
54	En la práctica de actividades acuáticas en los manantiales o cenotes, solo podrán usarse bloqueadores, bronceadores y repelentes de origen natural.	No aplica para el proyecto.
55	No se permiten las descargas de aguas residuales de ningún tipo, según lo dispuesto en el artículo 121 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	Los efluentes líquidos que se podrán generar durante las diferentes actividades del proyecto, serán manejados y dispuestos de manera final por una empresa especializada.

57	Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos y, en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales previendo la separación de aguas grises de las negras.	No se llevará a cabo proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos y urbanos como parte del proyecto.
58	Se restringe el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes pesticidas y se deberá fomentar el uso de productos ambientalmente compatibles para el control integral de plagas, enfermedades o control biológico.	No se usará ningún tipo de fertilizante químico, herbicida y desfoliante pesticida en ninguna etapa del proyecto.
60	Se recomienda que las autoridades correspondientes antes de otorgar las autorizaciones para la construcción de rellenos sanitarios y estaciones de transferencia sometan a minuciosa valoración los resultados de estudios hidrológicos, de mecánica de suelos y geofísicos.	Los rellenos sanitarios y estaciones de transferencia no forman parte de ninguna actividad del proyecto.
62	No se permite el establecimiento de sitios de disposición final de residuos sólidos o líquidos en entradas de cuevas o grutas o en la ribera de cenotes, ni en las inmediaciones de estas, a distancias menores de 100 m.	No se colocarán residuos sólidos en ningún tipo de cueva o cenote. Se clasificarán todos los residuos siguiendo las instrucciones correspondientes, la legislación y los requerimientos locales. La clasificación deberá incluir al menos las siguientes fracciones: residuos domésticos, escombros, madera, chatarra, neumáticos, papel-plástico-cartón (PPC) y residuos peligrosos. En todos los casos se buscará su reducción, reúso, reciclado y/o disposición final, en ese orden, siempre buscando su revalorización. La recolección de residuos domésticos, se realizará en forma diaria y serán dispuestos de

		manera temporal en sitios previamente acondicionados. Dichos residuos posteriormente serán llevados al relleno sanitario más cercano para su disposición final.
65	Para el desarrollo de la industria eléctrica fotovoltaica y eólica, se deberá presentar un estudio de impacto ambiental, y particularmente el segundo requerirá de estudios detallados del sitio sobre geología, hidrogeología (con modelación matemática incluyendo cuña marina e interfase salina), topografía, geofísica y geotécnia, así como evaluación de cuando menos un año sobre las poblaciones de felinos, quirópteros, aves y rutas migratorias a 50 km a la redonda. De igual forma realizará evaluaciones sobre ruido e impacto visual. Este tipo de actividad se realizará preferentemente en terrenos agropecuarios. Todo cambio de uso de suelo forestal deberá justificarse plenamente.	El proyecto en mención es una obra asociada a la producción de energía eólica, misma que servirá para la transmisión de energía eléctrica generada por los aerogeneradores del Parque Eólico Tizimín a la SE Tizimín. Las áreas de vegetación que se ubican y distribuyen dentro del sitio del proyecto presentan vegetación secundaria en su mayoría, sin embargo, el Proyecto cumplirá con toda la normatividad y legislación aplicable con respecto al cambio de uso de suelo elaborando la Manifestación de Impacto Ambiental, así como el Estudio Técnico Justificativo, y demás tramites aplicables.

III.3 Programas de Desarrollo Urbano Municipales (PDUM)

Los Programa de Desarrollo Urbano Municipales (PDUM) son instrumentos técnicos y normativos que se redactan para ordenar el uso del suelo y regular las condiciones para su transformación o, en su caso, conservación. Comprende un conjunto de prácticas de carácter esencialmente proyectivo con las que se establece un modelo de ordenación para un ámbito espacial, que generalmente se refiere a un municipio, a un área urbana o a una zona con escala de barrio.

Los PDU municipales generalmente incluyen la zonificación primaria del territorio municipal y la determinación de los aprovechamientos o utilización del suelo de acuerdo con su clasificación de áreas urbanas (habitacional, comercial y de servicios, industrial, centros y corredores urbanos, estructura vial, centros turísticos y preservación ecológica entre otros), áreas de expansión urbana (reservas de territorio para

crecimiento futuro de la población) y áreas de protección y conservación ecológica. La delimitación espacial de los PDU incluye las áreas urbanas y las áreas previstas para expansión urbana.

De acuerdo a una revisión bibliográfica sobre el municipio de Tizimín se informa que dicho municipio no cuenta con este instrumento, sin embargo el desarrollo del proyecto "LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín" cumplirá con lo establecido en la legislación ambiental municipal vigente.

III.4 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas

En el estado de Yucatán se han decretado 9 Áreas Naturales Protegidas (ANP), cuatro de ellas son de competencia federal (Bala'an K'aax, Dzibilchantún, Ría Celestún y Ría Lagartos) y cinco estatales (Reserva El Palmar, Lagunas de Yalahau, San Juan Bautista Tabi y Anexa Zac Nicte, Kabah y Reserva de Dzilam).

Como se puede constatar en las figuras III.7 y III.8, el ANP Federal más cercana al proyecto es Ría Lagartos, mientras que el ANP Estatal más cercana es la Reserva de Dzilam. Dichas Áreas Naturales Protegidas no se verán afectadas por el desarrollo del proyecto "LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín.

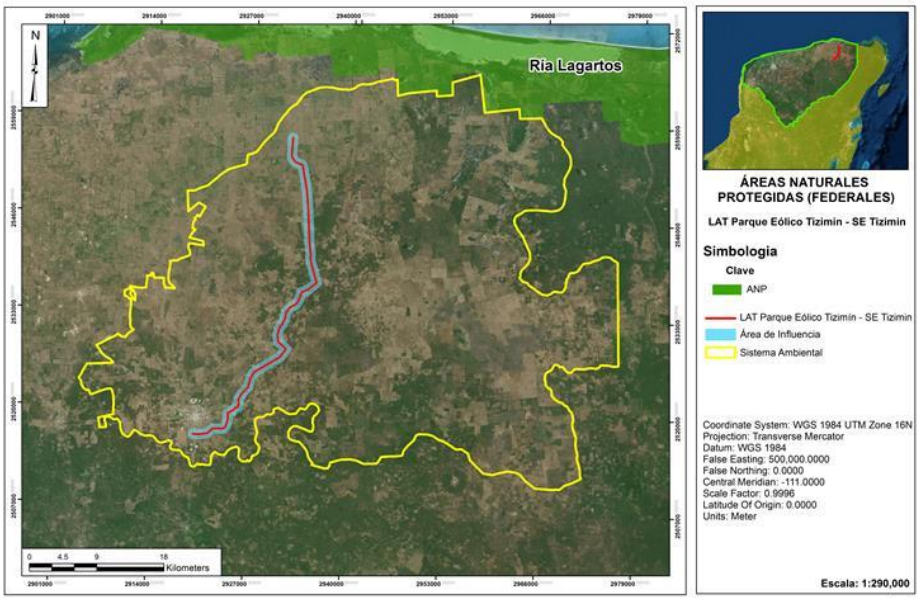


Figura III.7. Áreas Naturales Protegidas (Federales) y la ubicación del proyecto "LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín".

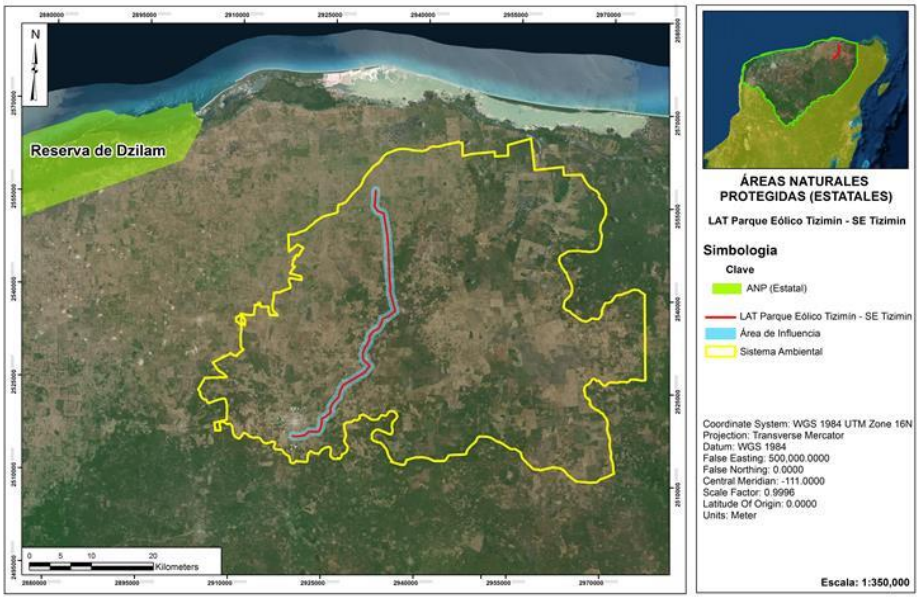


Figura III.8. Áreas Naturales Protegidas (Estatales) y la ubicación del proyecto "LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín".

III.5 Leyes, Reglamentos y Normativa Oficial Mexicana

III.5.1 Leyes Federales aplicables al proyecto

III.5.1.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

FUNDAMENTO JURÍDICO:

TITULO Primero Disposiciones Generales CAPITULO I Normas Preliminares ARTÍCULO 1 FRACCIONES I, V, VI, CAPITULO IV Instrumentos de la Política Ambiental SECCIÓN V Evaluación del Impacto Ambiental ARTÍCULO 28 FRACCION VII.

Conforme lo establece esta Ley, la evaluación del impacto ambiental (EIA) es un instrumento preventivo con un marco jurídico federal que establece la regulación de las actividades u obras que pudieran provocar un desequilibrio ecológico en las áreas de su realización. Destaca así mismo, las obras o actividades que mediante la presentación de un estudio de impacto ambiental (EIA) se deben someter al procedimiento de evaluación para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, ya sea en su modalidad particular o regional; por lo tanto, cualquier persona física o moral que quiera o pretenda llevar a cabo alguna obra o actividad que pueda

causar un desequilibrio ecológico, de acuerdo con lo anterior, deberán someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental para determinar el posible daño que pudiera generarse al ambiente. Tal y como se indica este informe se realiza en cumplimiento a lo anterior y se presentará el estudio de impacto ambiental del proyecto "LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín".

III.5.1.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

FUNDAMENTO JURÍDICO:

Titulo Primero Disposiciones Generales Capitulo I. Objeto y aplicación de la ley. Artículo 1, Capitulo II De la Terminología empleada en esta Ley Artículo 7 Fracciones V, XLII, XLIII, Titulo Cuarto Manejo Y Aprovechamiento Sustentable De Los Recursos Forestales Capitulo I. Autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos forestales. Artículo 58 Fracción I, Titulo Quinto Medidas De Conservación Forestal Capítulo I Cambio de Uso de Suelo en los Terrenos Forestales. Artículo 117

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios; establece que es facultad de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales siempre y cuando, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en estudios técnicos justificativos se demuestre que no se compromete la biodiversidad, ni se provoque la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Asimismo, y en observancia al Art 117 y al Párrafo reformado DOF 20-05-2013 del antes mencionado, se atenderá lo dispuesto por los programas de ordenamiento ecológicos correspondientes expuestos en este capítulo.

El Proyecto cumplirá con toda la normatividad y legislación aplicable con respecto al cambio de uso de suelo elaborando el Estudio Técnico Justificativo, así como otros tramites aplicables. Además se tiene contemplado el realizar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, enfocado a aquellos individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés biológico que pudieran ser afectados por la implementación del proyecto.

III.5.1.3 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

FUNDAMENTO JURÍDICO:

Título I Disposiciones Preliminares, Artículo 1; Título II Política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, Artículo 5; Título V Disposiciones comunes para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, Capítulo I Disposiciones Preliminares, Artículo 19.

La LGVS es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del Artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del Artículo 73 constitucionales; su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción; asimismo, señala que el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo; establece que el objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país; asimismo, estipula que las autoridades en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observaran las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

III.5.2 Reglamentos de las Leyes Federales aplicables al proyecto

III.5.2.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

FUNDAMENTO JURÍDICO:

Capítulo I Disposiciones Generales Artículo 1, 3 Fracción I Ter, Capitulo II De Las Obras O Actividades Que Requieren Autorización En Materia De Impacto Ambiental Y De Las Excepciones, Artículo 5 Inciso K) Fracción III, O) Fracción I, Capitulo III Del

Procedimiento Para La Evaluación Del Impacto Ambiental Artículo 9, 10 Fracción II, Artículo 12 Fracción I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII.

El reglamento por su parte especifica que es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar a la LGEEPA, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal; enlista las obras y/o actividades que pueden llevarse a cabo previa autorización de la SEMARNAT mediante la presentación de un estudio de impacto ambiental, ya sea en su modalidad regional o particular y que requisitos deben contener éstas; establece la definición para el término Cambio de Uso de Suelo.

De acuerdo a lo anterior, el proyecto se vincula directamente con estos preceptos ya que establecen la necesidad de la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental debido a que las obras y/o actividades que se pretenden requieren someterse al procedimiento de evaluación ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA); y posteriormente se procederá a ingresar un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para su revisión y posterior aprobación para obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) ante la Dirección General de Gestión Forestal y Suelos (DGGFS).

III.5.2.2 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

FUNDAMENTO JURÍDICO:

Titulo Primero Disposiciones Generales Capitulo Único Artículo 1, Titulo Cuarto Medidas de conservación forestal Capitulo Segundo Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales Artículos 120, 121 y 123 BIS

Por su parte el Reglamento establece que tiene por objeto reglamentar la LGDFS 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; especifica que para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo, el interesado deberá requerirlo mediante el formato que expida la Secretaría (SEMARNAT), el cual contendrá los requisitos para la solicitud de autorización; dicha solicitud deberá acompañarse de un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que informe acerca de los usos que se pretendan dar en la zona donde se pretenda ejecutar remoción de vegetación, así como, los volúmenes /o superficies que sufrirán la alteración de su entorno natural. El ETJ contendrá los requisitos que especifica este precepto y deberá ser autorizado por la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos (DGGFS) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Para efectos de lo dispuesto en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de

autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización; La Secretaría deberá de integrar el programa, con base en la información sobre las medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, referidos en la fracción VIII del artículo 121 de este Reglamento .

Con base en la información proporcionada por el interesado en el estudio técnico justificativo, el programa deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.

Por lo antes expuesto, posterior a esta Manifestación de Impacto Ambiental se procederá a ingresar la propuesta de Estudio Técnico Justificativo, mismo que es directamente vinculable con estos preceptos, por tratarse de obras y/o actividades de la construcción de una obra: LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín.

III.5.2.3 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

FUNDAMENTO JURÍDICO:

Título Primero Disposiciones Generales, Capítulo Único, Artículo 1; Titulo Tercero Disposiciones comunes para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, Capítulo Primero Procedimiento en general, Artículo 12; Titulo Cuarto Conservación de la vida silvestre, Capítulo Cuarto Ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, Artículo 78 fracciones III y VI

Esta disposición por su parte, tiene por objeto reglamentar a la Ley General de Vida Silvestre. Establece que las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría.

Asimismo, señala que las medidas de manejo, control y remediación de ejemplares o poblaciones perjudiciales podrán consistir, entre otras, de las siguientes: la reubicación de ejemplares, en cuyo caso se deberá evaluar el hábitat de destino y las condiciones de los ejemplares, en los términos señalados en la Ley y en el presente Reglamento

para la liberación y las acciones o dispositivos para ahuyentar, dispersar, dificultar el acceso de los ejemplares o disminuir el daño que ocasionan, cuando así se justifique.

La observancia de la presente ley y su reglamento es aplicable desde el momento de proyectar las primeras acciones para obtener información de la zona pretendida y planear la elaboración de la presente manifestación de impacto ambiental, considerando de antemano, que el factor flora y el factor fauna son los elementos que constituyen al medio biótico del lugar y en la medida que se analiza el lugar es indispensable conocer las especies que pudieran verse afectadas de acuerdo con lo que establecen los presentes preceptos.

No obstante, aun cuando no se pretenden actividades de aprovechamiento sustentable de vida silvestre, se presenta la observancia de estas disposiciones legales por ser de importancia para la conservación de la vida silvestre que pudieran hallarse y/o encontrarse en la zona de estudio, las cuales se respetaran en la medida de lo posible durante toda la ejecución de la obra. De igual modo, se deberán considerar los requisitos que establecen estos preceptos para la realización de cualquier actividad relacionada con hábitats, especies, partes o derivados de vida silvestre.

III.5.3 Normas Oficiales Mexicanas

Conforme lo establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señala su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación (Artículo 37 TER). Para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas, la SEMARNAT emitirá normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, las cuales, podemos clasificar en: agua, ruido, atmósfera (por industria o vehículos automotores), recursos naturales, residuos peligrosos, materia fitosanitaria, materia zoosanitaria, salud ambiental, pesca, ordenamiento ecológico e impacto ambiental, normas de emergencia o emergentes, entre otras.

III.5.3.1 NOM-001-SEMARNAT-1996. Publicada DOF 30/12/2010

Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales (DOF, 6 de enero de 1997).

En acatamiento a esta norma, durante la ejecución de los trabajos planteados, la empresa constructora contratará la instalación de servicios sanitarios portátiles para cubrir las necesidades fisiológicas de las personas que laboren en la obra en sus diferentes etapas. Estos efluentes serán manejados y dispuestos de manera final por una empresa especializada. De autorizarse la descarga de estos sanitarios portátiles al

sistema de drenaje de las comunidades cercanas que cuenten con ello o en aguas o bienes nacionales cercanos al área del proyecto; el agua residual deberá de cumplir con los límites máximos permisibles en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

III.5.3.2 NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada en el DOF 30/12/2010

Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.

En vinculación a esta norma oficial mexicana se tiene contemplado el desarrollo de un programa de rescate y reubicación de flora y fauna, el cual su principal objetivo es proteger, primeramente, las especies con alguna categoría dentro de esta norma y especies de importancia biológica que no se encuentren en el listado de esta norma.

III.5.3.3 NOM-062-SEMARNAT-1994. Publicada en el DOF 13/05/1994

Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y agropecuarios.

Para la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, fue necesario la identificación de especies de flora y fauna; por ello, se realizó una revisión de las especies registradas en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo, con las especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, con la finalidad de poder comprobar, identificar o excluir a las especies ubicadas en la zona de estudio donde se pretende ejecutar el cambio de uso de suelo forestal.

III.5.3.4 NOM-080-SEMARNAT-1994

Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido, proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

III.5.3.5 NOM-041-SEMARNAT-2006

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

Para la ejecución del proyecto, los vehículos que circulen durante las etapas de preparación y construcción del sitio, cumplirán con un programa de mantenimiento vehicular, para lo cual se deberá realizar el mantenimiento vehicular (afinación menor y mayor, cambio de aceite y filtros), es decir se deberá revisar el sistema de escape el

cual deberá encontrarse en perfecto estado, además este no deberá tener fugas y deberá contar con un silenciador.

III.5.3.6 NOM-045-SEMARNAT-2006

Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

Para la ejecución del proyecto, los vehículos que circulen durante las etapas de preparación y construcción del sitio, cumplirán con un programa de mantenimiento vehicular, para lo cual se deberá realizar el mantenimiento vehicular (afinación menor y mayor, cambio de aceite y filtros), es decir se deberá revisar el sistema de escape el cual deberá encontrarse en perfecto estado, además este no deberá tener fugas y deberá contar con un silenciador.

III.5.3.7 NOM-052-SEMARNAT-2005

Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Se evitará el derrame de residuos líquidos como grasas, aceites, sustancias tóxicas, solventes entre otras, que pudieran generase durante las diferentes etapas del proyecto, los residuos líquidos deberán colectarse, etiquetarse y estos deberán ser transportados por la empresa contratada (que se encuentre autorizado por la SEMARNAT), para que maneje dichos residuos, o bien estos residuos se podrán depositar en un almacén temporal de residuos peligrosos, el cual deberá contar y cumplir con todo lo especificado en la normatividad aplicable.

III.5.4 Leyes estatales aplicables al proyecto

III.5.4.1 Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Yucatán

La presente, encuentra sustento normativo en lo dispuesto en los artículos 30 fracción V y 35 fracción II de la Constitución Política del Estado de Yucatán, en donde se establece la atribución del Congreso para dar, interpretar y derogar leyes y decretos y la facultad que posee la titular del Poder Ejecutivo del Estado de iniciar leyes o decretos. La vinculación se establece en la tabla III.6.

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Yucatán.

Disposiciones de Ley	Vinculación con el proyecto
Artículo 13. En la formulación y conducción de la política ambiental para la defensa, preservación y restauración del equilibrio ecológico en la entidad; el Estado y los Municipios, en la esfera de sus respectivas competencias, observarán y aplicarán los siguientes principios: **III.-** Quienes realicen obras o actividades que afecten o puedan afectar el equilibrio ecológico o el ambiente, estarán obligados a prevenir, minimizar o reparar los daños que causen, así como asumir los costos que dicha afectación implique; **V.-** Para evitar los desequilibrios ecológicos el medio más eficaz es la prevención de las causas que los generan.	El promovente se da por enterado y manifiesta que, durante la ejecución de cada una de las etapas y actividades por la implementación del proyecto, se llevará a cabo la ejecución de una serie de medidas cuyo objetivo será prevenir, reducir, mitigar y en su caso compensar aquellos impactos adversos que pudieran generarse por la implementación del proyecto.
Artículo 31. El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades que no sean de competencia Federal, será evaluado por la Secretaría, con la participación de los Municipios respectivos, en los términos de esta Ley y su Reglamento, cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos sobre el medio ambiente.	El promovente se da por enterado y manifiesta que, durante la ejecución de cada una de las etapas y actividades por la implementación del proyecto, se llevará a cabo la ejecución de una serie de medidas cuyo objetivo será prevenir, reducir, mitigar y en su caso compensar aquellos impactos adversos que pudieran generarse por la implementación del proyecto.
Artículo 105. Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio de la entidad tendrán la obligación de someter a verificación sus vehículos con el propósito de controlar las emisiones contaminantes, con la periodicidad y con las condiciones que el Ejecutivo del Estado establezca.	Se contará con todos los certificados de verificación de las maquinarias y vehículos que estarán en movimiento según el estado establezca, además de contar con un programa de mantenimiento para minimizar los impactos generados por emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, así como también para minimizar las emisiones de ruido, tal y como lo marca la presente Ley.
Artículo 111. La generación de aguas residuales en cualquier actividad susceptible de producir contaminación, conlleva la responsabilidad de su tratamiento previo a su uso, reúso o descarga, de manera que la calidad del agua cumpla con la normatividad aplicable.	Para el caso de las aguas residuales que se pudieran generar durante el proyecto se tiene contemplado la contratación de una empresa para la renta de letrinas móviles, mismas que se les darán mantenimientos necesarios y dicha empresa deberá contar con los permisos necesarios para el manejo de dichos residuos.

Artículo 107. Queda prohibida la quema a cielo abierto de cualquier tipo de residuos.	Se prohibirá y vigilará que no se realice quema alguna de residuos dentro o fuera del área del proyecto.

III.5.4.2 Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán

Esta ley es de orden público e interés social, tiene por objeto regular la generación y la gestión integral de los residuos sólidos y peligrosos de competencia estatal y de manejo especial, propiciando el desarrollo sustentable en el Estado de Yucatán. La vinculación se establece en la tabla III.7

Tabla III.7. Vinculación del proyecto con la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán.

Disposiciones de Ley	Vinculación con el proyecto
Artículo 26. Los residuos sólidos y de manejo especial que sean generados en el Estado, deberán ser gestionados conforme a lo dispuesto en esta Ley, su Reglamento y demás disposiciones que resulten aplicables.	Durante la implementación del proyecto se clasificarán todos los residuos siguiendo las instrucciones correspondientes, la legislación y los requerimientos locales. La clasificación incluirá al menos las siguientes fracciones: residuos domésticos, escombros, madera, chatarra, neumáticos, papel-plástico-cartón (PPC) y residuos peligrosos. En todos los casos se buscará su reducción, reúso, reciclado y/o disposición final, en ese orden, siempre buscando su revalorización.
Artículo 27. Son obligaciones de los Generadores de residuos sólidos y de manejo especial: **I.-** Separar y almacenar los residuos de acuerdo a la normatividad aplicable; **II.-** Adoptar la cultura de la reutilización, reducción y reciclaje de los residuos; **III.-** Aplicar las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas para el manejo integral de los residuos sólidos y de manejo especial; **IV.-** Denunciar ante las autoridades competentes las infracciones contra la normatividad en materia residuos; **V.-** Observar los planes y programas de manejo que se establezcan, y **VI.-** Las demás que establezcan las normas oficiales mexicanas y las normas técnicas ambientales aplicables.	El Proyecto contará con un plan de manejo de residuos, el cual cumplirá con la normatividad aplicable. Durante la implementación del proyecto se dispondrán en lugares estratégicos, contenedores de residuos sólidos y peligrosos, los cuales estarán rotulados y con tapa acorde a su contenido.

Artículo 28. Los generadores de residuos de manejo especial, además de las obligaciones señaladas en el artículo anterior, deberán: **I.-** Obtener autorización de la Secretaría; **II.-** Diseñar los planes de manejo de los residuos que generen y someterlos a la autorización de la Secretaría; **III.-** Llevar bitácoras en la que registren el volumen y tipo de residuos generados y la forma de manejo al que fueron sometidos; **IV.-** Llevar a cabo el manejo integral de sus residuos, de conformidad con las disposiciones de esta Ley; **V.-** Prevenir la contaminación de los suelos con los residuos que generen y, al cierre de operaciones, dejar libre de contaminación dichos suelos; **VI.-** Contratar a las empresas de servicio de manejo la realización de esta etapa, y **VII.-** Las demás que establezca la Secretaría, conforme a lo establecido en esta Ley y su Reglamento.	Durante la implementación del proyecto se clasificarán todos los residuos siguiendo las instrucciones correspondientes, la legislación y los requerimientos locales. La clasificación incluirá al menos las siguientes fracciones: residuos domésticos, escombros, madera, chatarra, neumáticos, papel-plástico-cartón (PPC) y residuos peligrosos. En todos los casos se buscará su reducción, reúso, reciclado y/o disposición final, en ese orden, siempre buscando su revalorización. El plan de manejo de residuos contará con una bitácora donde se registrará el volumen y tipo de residuos generados, así como la disposición final de los mismos.
Artículo 31. Se prohíbe: **I.-** Desechar residuos de cualquier especie en sitios no autorizados; **II.-** Arrojar en recipientes de uso público o privado, animales muertos o parte de ellos o residuos que contengan sustancias tóxicas o peligrosas para la salud pública o aquellos que despidan olores desagradables; **III.-** Quemar a cielo abierto cualquier tipo de residuos; **IV.-** Establecer depósitos de residuos sólidos o de manejo especial, en lugares no autorizados o aprobados por las autoridades competentes; **VI.-** Fomentar la creación, depósito o confinamiento de residuos en basureros no autorizados.	Se clasificarán todos los residuos de acuerdo al plan de manejo de residuos y efluentes, tomando en consideración la legislación y los requerimientos locales. La clasificación deberá incluir al menos las siguientes fracciones: residuos domésticos, escombros, madera, chatarra, neumáticos, papel-plástico-cartón (PPC) y residuos peligrosos. En todos los casos se buscará su reducción, reúso, reciclado y/o disposición final, en ese orden, siempre buscando su revalorización. Se dispondrá de un área delimitada en el obrador para el acopio de los residuos sólidos y de manejo especial. La misma estará delimitada en tres de sus cuatro lados con mallas o tablones de modo que el material acopiado no se segregue en el terreno o se utilizaran volquetes asegurando que las mismas queden tapadas. Siempre que sea posible, la tarea de recolección será realizada directamente de los distintos sitios de trabajo dentro de la obra. El destino final de estos residuos será en relleno de terrenos, mejora de caminería

	o al sitio de disposición final correspondiente.

III.5.4.3 Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán

Esta ley tiene como objetivo establecer las bases normativas para la concurrencia entre el Estado y los municipios para el respeto, la protección, atención, preservación y el desarrollo natural de la fauna, evitar el deterioro del hábitat de la fauna del Estado de Yucatán, garantizar el aprovechamiento y uso racional y sustentable de la fauna, fomentar la participación entre los diversos sectores de la sociedad basada en una cultura ecológica que incluya el respeto, atención, cuidado y trato humanitario hacia la fauna, instrumentar los lineamientos para la implementación de una política en materia de protección de la fauna, y establecer mecanismos de seguridad, protección, vigilancia, y sanción en contra del maltrato y los actos de crueldad a los animales, en los términos que establezca esta Ley y demás disposiciones legales aplicables. La vinculación se establece en la tabla III.8

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con la Ley para la Protección de la Fauna del Estado de Yucatán.

Disposiciones de Ley	Vinculación con el proyecto
Artículo 11. Las personas físicas y morales coadyuvarán con las autoridades para llevar a cabo las acciones de protección, crianza, reproducción, comercialización, entrenamiento, exhibición, y en general, de todas las actividades relacionadas con la conservación y aprovechamiento sustentable de la Fauna.	El proyecto desarrollará una serie de impactos ambientales sobre el hábitat de algunos grupos de fauna, por lo que se establecerán diversas medidas de mitigación para los diferentes grupos. El proyecto establece también un Rescate de Fauna para todos los grupos de vertebrados, haciendo énfasis principalmente a aquellos que presentan poca agilidad como el grupo de anfibios y reptiles, así como algunos mamíferos. El proyecto contará con los registros de los diferentes grupos faunísticos, donde se especificarán nombres científicos, categorías de riesgo, abundancias, etc. Como parte de las medidas de mitigación se realizarán divulgación a los trabajadores sobre la importancia de la fauna presente en el sitio.
Artículo 21. Se considera de interés público: **I.-** Conservar, restaurar y fomentar el hábitat natural de la Fauna Silvestre que habita en el Estado; **II.-** Realizar un catálogo completo de las especies que integran la Fauna Silvestre, con la ubicación de su hábitat y sus particularidades; **III.-** Procurar las mejores condiciones para la vida, desarrollo y reproducción de la Fauna Silvestre en el Estado; **IV.-** Fomentar la educación ambiental, el respeto, cuidado y protección de la Fauna Silvestre; **V.-** Proteger a la Fauna Silvestre y a sus refugios naturales de las acciones destructoras del ser humano y la naturaleza; **VI.-** Proteger la Fauna Silvestre de los actos u omisiones que provoquen crueldad o maltrato;	

VII.- Establecer políticas públicas, en cuanto a la protección de la Fauna Silvestre, y **VIII.-** Preservar la sobrevivencia de la especie con medios adecuados, para la conservación de fauna silvestre que se encuentren en peligro de extinción.	

III.5.5 Reglamentos de las leyes estatales aplicables al proyecto

III.5.5.1 Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Yucatán

Este Reglamento es de observancia general en el territorio del estado y tiene por objeto regular la aplicación de las disposiciones de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán. La vinculación se establece en la tabla III.9

Tabla III.9. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Yucatán.

Disposiciones de Ley	Vinculación con el proyecto
Artículo 93. Las emisiones de cualquier tipo de contaminante a la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permisibles, por tipo de contaminante o por fuentes de contaminación que establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas.	Todos los vehículos automotores que serán empleados en las actividades de las distintas etapas del proyecto, deberán ser sometidos a un mantenimiento periódico preventivo y correctivo en su caso, con la finalidad de cumplir con la normatividad ambiental de emisiones contaminantes a la atmósfera. Se contará con todos los certificados de verificación de las maquinarias y vehículos que estarán en movimiento según el estado establezca, además de contar con un programa de mantenimiento para minimizar los impactos generados por emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, así como también para minimizar las emisiones de ruido, tal y como lo marca la presente Ley.
Artículo 106. Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, monóxido de carbono e hidrocarburos, emitidos por el escape de los vehículos en circulación que utilizan gasolina, diésel o gas L.P. como combustible, así como de los niveles de capacidad del humo proveniente de la combustión de los vehículos automotores a diésel, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisiones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible de contaminantes para el ser humano.	
Artículo 109. Todos los vehículos automotores que circulan en el estado y que por tanto estén registrados en él, serán sometidos obligatoriamente a verificación en las fechas que se fijen en los programas que al efecto se	

publiquen, no haciéndose válida su verificación en otras entidades federativas.	
Artículo 110. Todos los vehículos que circulen en el estado con placas de otras entidades federativas, serán sujetos obligatoriamente a verificación, debiendo contar con la documentación otorgada por el centro de verificación establecido, de que aprobó la verificación para poder circular en el territorio estatal, a menos que cuenten con verificación del lugar de donde provienen, debiendo exhibir el certificado de aprobación y el holograma o calcomanía correspondiente.	
Artículo 151. Todas las descargas de aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a fosas sépticas o algún sistema de recolección, que cuente con el tratamiento que garantice la reducción de contaminantes del agua residual.	Por la naturaleza del proyecto, no será necesario contar con una planta de tratamiento de aguas residuales, ya que las instalaciones sanitarias (sanitarios portátiles) serán suficientes para recibir, disponer y retirar de manera periódica las descargas sanitarias. El mantenimiento de los sanitarios y la retirada de las descargas serán realizados por empresas autorizadas para este fin. El agua tratada para uso sanitario se suministrará a través de un proveedor local. Esta se almacenará en tanques destinados exclusivamente para este fin, por lo que no se hará uso de los recursos acuíferos en la zona.
Artículo 152. Las aguas residuales domésticas tratadas mediante fosas sépticas, deberán ser vertidas a campos de absorción o irrigación o a pozos de absorción cuya profundidad esté entre tres y cuatro metros sobre el manto freático del lugar. Cuando esto no sea posible, las aguas deberán ser sometidas a algún otro método de tratamiento con eficiencia similar a los sistemas descritos o ser dispuestas en pozos con la profundidad adecuada.	

III.5.5.2 Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el estado de Yucatán

Este Reglamento es de interés público y de observancia general en el territorio del Estado de Yucatán y tiene por objeto establecer la regulación que permita el cumplimiento de las disposiciones contenidas en la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán. La vinculación se establece en la tabla III.10

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el estado de Yucatán.

Disposiciones de Ley	Vinculación con el proyecto
Artículo 42. Las personas físicas y morales generadoras de residuos deberán clasificar los mismos de acuerdo a los planes y programas que emitan las autoridades municipales, estatales y federales.	Durante la implementación del proyecto se clasificarán todos los residuos de acuerdo con lo establecido en el plan de manejo de residuos. La clasificación incluirá al menos las siguientes fracciones: residuos domésticos, escombros, madera, chatarra, neumáticos, papel-plástico-cartón (PPC) y residuos peligrosos. En todos los casos se buscará su reducción, reúso, reciclado y/o disposición final, en ese orden, siempre buscando su revalorización.

III.6 Conclusiones

A manera de conclusión y como última observancia al proyecto **LAT Parque Eólico Tizimín – SE Tizimín**, se concluye en base al análisis de compatibilidad territorial y jurídica descrito para el presente proyecto, que no existen incongruencias ni incompatibilidades para el desarrollo del mismo en todas y cada una de las partes y niveles jerárquicos normativos que en el inciden; por lo contrario, se observa un proceso armonioso de observancia jurídica aplicable con el que se cumple, por lo cual, se puede afirmar que los trabajos propuestos a realizarse para el desarrollo de este proyecto son viables jurídicamente al cumplir con todos estos elementos de forma y fondo.


CAPITULO IV.- Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto

Contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO..... 1

IV.1 Delimitación del área de estudio del proyecto o Sistema Ambiental (SA)..... 1

IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental..... 7

IV.2.1 Aspectos físicos..... 7

IV.2.1.1 Clima..... 7

IV.2.1.2 Frecuencia de heladas, nevadas, nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos climáticos extremos. 25

IV.2.1.3 Suelo.....28

IV.2.1.3 Geología y Geomorfología 32

IV.2.1.4 Descripción del tipo de formación geológica, presente en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y sobre la trayectoria de la Línea de Transmisión. 33

IV.2.1.5 Agua.....41

IV.2.1.5.1 Hidrología superficial.....41

IV.2.1.5.2. Hidrología subterránea.....46

IV.2.2 Aspectos bióticos..... 50

IV.2.2.1 Vegetación.....50

IV.2.2.2 Fauna terrestre y/o acuática.....97

IV.2.2.3. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas de Importancia Ecológica (ANP, RTP, RHP, AICA´S) 126

IV.6 Referencias..... 196

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

IV.1 Delimitación del área de estudio del proyecto o Sistema Ambiental (SA)

Para la delimitación del SA o área de estudio se consideraron algunos aspectos que se establecen en la fase de caracterización del Manual de Proceso de Ordenamiento Ecológico del Territorio (SEMARNAT, 2006).

El Ordenamiento ecológico es utilizado en general como un mecanismo para resolver un problema en particular o impulsar un proceso productivo específico, cuyo primer paso es considerar cuál es el objetivo específico que se persigue con dicho ordenamiento ecológico, así como los alcances que éste tiene como instrumento de planeación. Con base en lo anterior, se incorporan otros criterios que, en la mayoría de los casos corresponden a criterios de homogeneidad, ya se física o funcional, de tal forma que el área a ordenar se define a partir de un criterio o de la combinación de varios como:

- ✓ **Cuencas. -** hidrológicas, subcuencas e incluso microcuencas o una combinación de estos criterios.
- ✓ **Ecosistemas. -** este criterio puede ser aplicable homologando ecosistemas y formación vegetal.
- ✓ **Límites político-administrativos. -** resulta un buen criterio de delimitación cuando es consensuada entre las autoridades correspondientes estableciendo los límites en que los estados o municipios contiguos no entren en controversia por sus fronteras comunes.
- ✓ **Áreas prioritarias. -** definidas en los programas de desarrollo vigentes, por ejemplo, las microregiones delimitadas en los programas del gobierno federal.
- ✓ **Actividades sectoriales. -** la actividad sectorial es un criterio auxiliar que permite definir límites claros en el territorio.
- ✓ **Regionalización ecológica. -** que permite la definición del área a ordenar con las siguientes ventajas: a) puede hacerse a diferentes niveles jerárquicos; b) las

unidades naturales en que se divide y que proveen condiciones homogéneas de acuerdo al criterio que haya considerado y c) las unidades están definidas por características que delimitan niveles regionales y escalas de trabajo convenientes.

✓ **Criterios ad hoc. -** que permiten una delimitación más precisa del área a ordenar como por ejemplo los de programas de desarrollo urbano, declaratorias de áreas naturales protegidas, entre otras.

✓ **Infraestructura de Comunicación. -** constituyen un elemento antropogénico a través del cual existe una fragmentación del hábitat y cambio de uso de suelo permanente.

Es conveniente aclarar que para el caso particular del proyecto no se trata de un ordenamiento ecológico; sin embargo, para la delimitación del área de estudio se aplicaron algunos criterios anteriormente mencionados, básicamente los relativos a las cuencas hidrográficas, regionalización ecológica e infraestructura de comunicación.

Para el caso de los criterios relativos a la regionalización ecológica se consideraron esencialmente algunos aspectos del modelo holístico de Salas y Batalla (1996). Este modelo se basa en cierta forma en el comportamiento de los sistemas naturales, considerando las relaciones entre los diferentes factores del ambiente como relieve, geología, edafología, clima, hidrología y vegetación. De dichos factores los que se consideran prioritarios para la delimitación del actual SA son los siguientes:

✓ **Fisiografía.** Es uno de los elementos primarios a considerar en la regionalización y delimitación de áreas homogéneas ya que representa uno de los factores ambientales de menor cambio (estable) en el tiempo.

✓ **Patrón hidrológico.** Representan la dinámica y distribución de la hidrología superficial en las subcuencas hidrológicas que, en combinación con el suelo y el clima, mantienen procesos bióticos, los cuales podrían verse incididos por las actividades del proyecto.

El procedimiento seguido para la delimitación del área de estudio o SA se describe a continuación:

❖ Se partió de la existencia de los mapas topográficos 1:50000 y de hidrología superficial 1:250000.
❖ Se realizó una sobreposición de capas de los elementos ya mencionados anteriormente como fisiografía, hidrología superficial, infraestructura de comunicación y red hidráulica.
❖ Con tal sobreposición, y para delimitar el SA, se consideró en primer término las unidades fisiográficas, seguido por la hidrología superficial y por último la infraestructura antropogénica de los caminos de acceso tanto de carpeta asfáltica como de terracerías.

Una vez que del análisis de los anteriores factores no ayudaba en mucho para delimitar el Sistema Ambiental porque:

1) La Cuenca y subcuenta hidrográfica son muy extensas y derivado a que no existen corrientes superficiales no se puede delimitar a nivel microcuenca;
2) La topografía de la región presenta topoformas suaves que no permiten la formación de parteaguas que pudieran ser considerados para la delimitación del SA
3) La infraestructura antropogénica (red hidráulica y caminos de acceso) no permite hacer una adecuada delimitación del SA.

Por lo tanto, se procedió a analizar los criterios Límites político-administrativos y criterios ad hoc.

Una vez analizado los factores anteriores, a continuación, se hace la delimitación del Sistema Ambiental:

- **Los Límites político-administrativos. -** Se basó en los límites del Municipio de Tizimin con los Municipios de Panabá y Sucilá.

- **Criterios ad hoc. -** Se analizó el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Yucatán, definiendo el límite de la UGA 1.2M "Planicie de Tizimín.

Cabe mencionar que para establecer el límite máximo de dicho SA se tomó en cuenta los potenciales efectos que se causarían por el desarrollo del proyecto, tomando como base las dimensiones del proyecto, ubicación y su influencia con los principales centros de población como lo es la Ciudad de Tizimin, su influencia con las diferencias usos del suelo o actividades productivas como lo son la agricultura y ganadería, características de las obras y actividades a desarrollar.

Como resultado de lo anterior, se determinó que el Sistema Ambiental cuenta con una superficie de 222,085.08 has.

En la tabla IV.1 se presenta un resumen de los elementos que se consideraron como primarios para la delimitación del SA y en la figura IV.1 se presenta la representación gráfica.

Tabla IV.1 Criterios considerados en la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto LTA Parque Eolico Tizimín – SE. Tizimín

Criterio	Dirección	Descripción
Político – Administrativo (Jurídico – Territorial)	1-2	Límite del municipio de Tizimín con los municipios de Panabá y Sucilá.
POETEY	2-1	Límite de la UGA 1.2M "Planicie Tizimín" del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Yucatán.

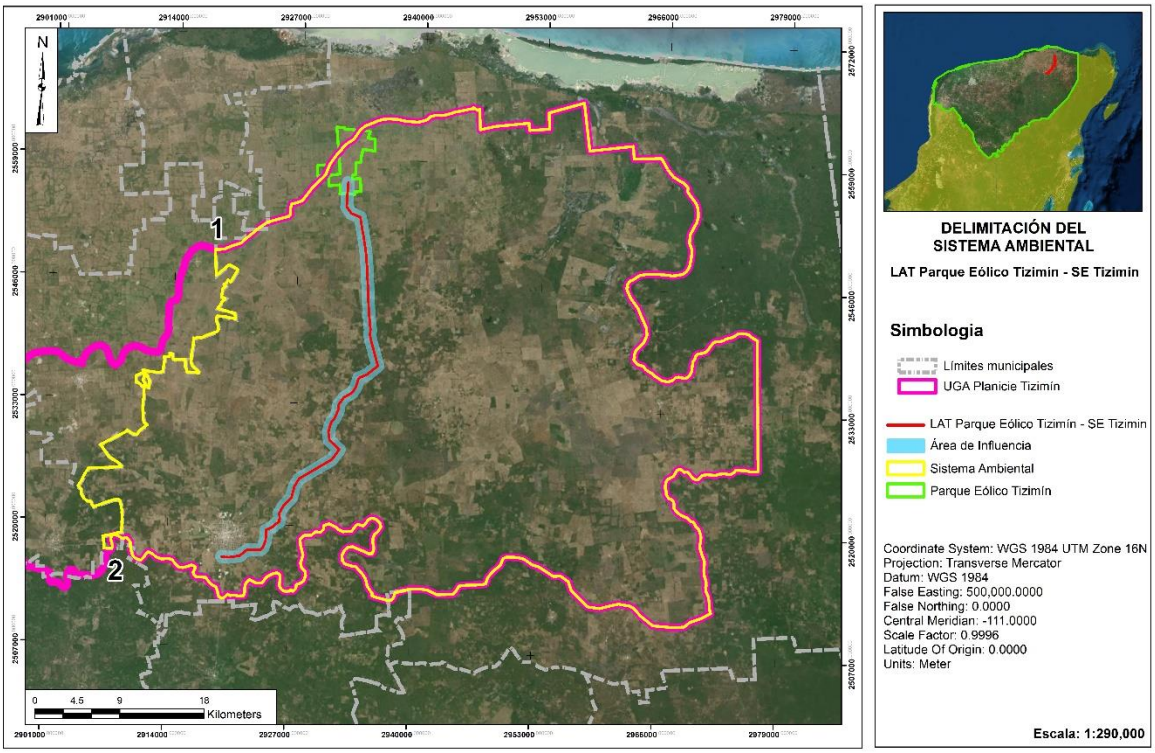


Figura IV.1. Delimitación del Sistema Ambiental.

Para la delimitación del Área de influencia del proyecto se tomaron los siguientes criterios:

- ✓ La localización espacial de las obras que componen el proyecto.

- ✓ La extensión, temporalidad y magnitud de los impactos ambientales que se presentarían por el desarrollo de las actividades en las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento).

- ✓ Condición y homogeneidad espacial de los factores ambientales que se podrían ver afectadas por las actividades en las diferentes etapas del proyecto, tal es el caso de las comunidades de Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia y vegetación secundaria arbustiva de bosque tropical subcaducifolio.

- ✓ Identificación de actividades productivas e infraestructura recurrente con las actividades propias del proyecto; es decir, actividades productivas e infraestructura ya existente y que pueda causar efectos acumulativos o sinérgicos con el desarrollo de las actividades del proyecto.

Una vez analizado los factores anteriores, la delimitación del área de influencia del proyecto se consideró formar un buffer de 2 kilómetros de ancho, es decir de 1 kilómetro a partir del eje de la línea de transmisión, derivado a que presenta una topografía suave, es de fácil acceso y es donde se presentarán los impactos indirectos del proyecto.

Como resultado del análisis anterior se determinó que la delimitación del Área de Influencia cuenta con superficie de 4,807.08 hectáreas, representando un 2.16 % del Sistema Ambiental (figura IV.2).

Para el Área del Proyecto se consideran las dimensiones del derecho de vía de la **LTA. Parque Eolico Tizimín – SE. Tizimín**, que es de **22 metros de ancho, con una longitud de la Línea de –Transmisión de 46.97 kilómetros en su tramo aéreo y de 0.51 en su tramo subterráneo y una superficie total de 103.4 hectáreas (103.33 hectáreas en su tramo aéreo y de 0.08 en su tramo subterráneo), representando un 0.05 % con respecto al Sistema Ambiental** (figura IV.2).

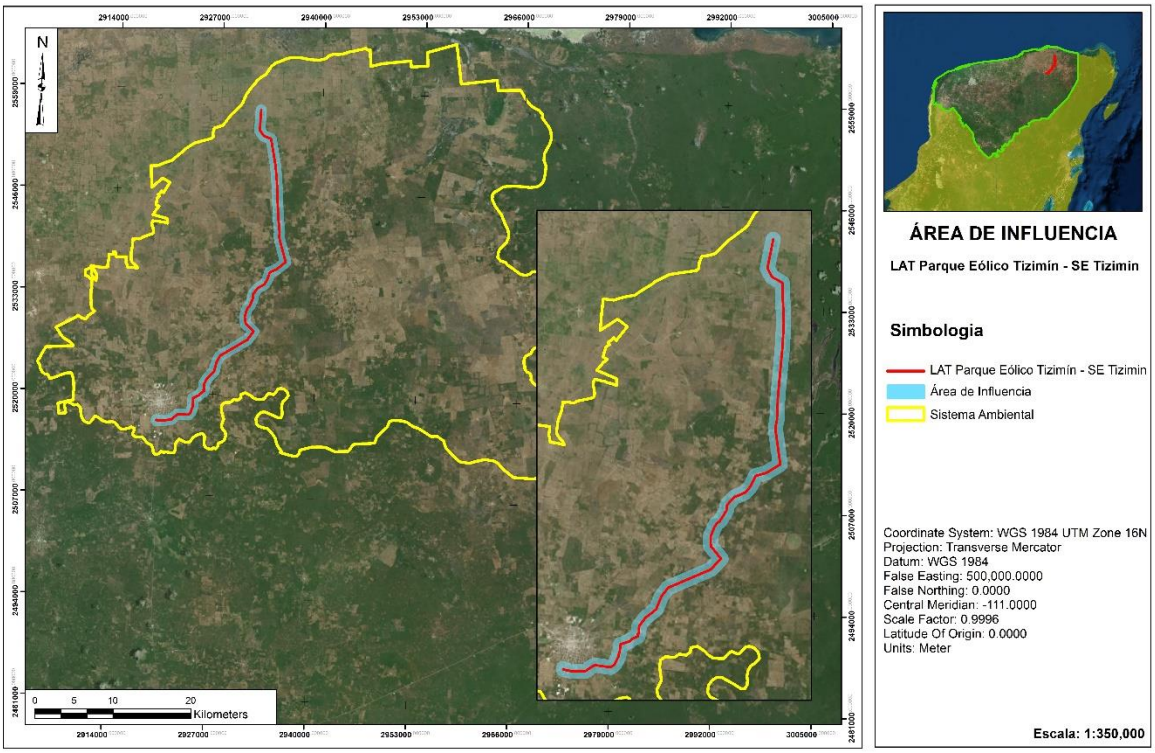


Figura IV.2. Delimitación del Área de Influencia y del Área del Proyecto.

IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

En la caracterización y análisis del sistema ambiental se tomó en consideración los diferentes factores del medio biótico y abiótico, haciendo una comparativa con el área de influencia del proyecto, derivado a que es en esta poligonal es donde se encuentra influenciada por los aspectos ambientales como producto de las actividades propias de la ejecución del proyecto de la Línea de Transmisión (LT) Parque Eólico Tizimín - SE Tizimin.

IV.2.1 Aspectos físicos

IV.2.1.1 Clima

Tipo de clima

De acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García, el tipo de clima que se registran en el área de estudio o Sistema Ambiental del proyecto corresponde al grupo del clima cálido subhúmedo (figura IV.3):

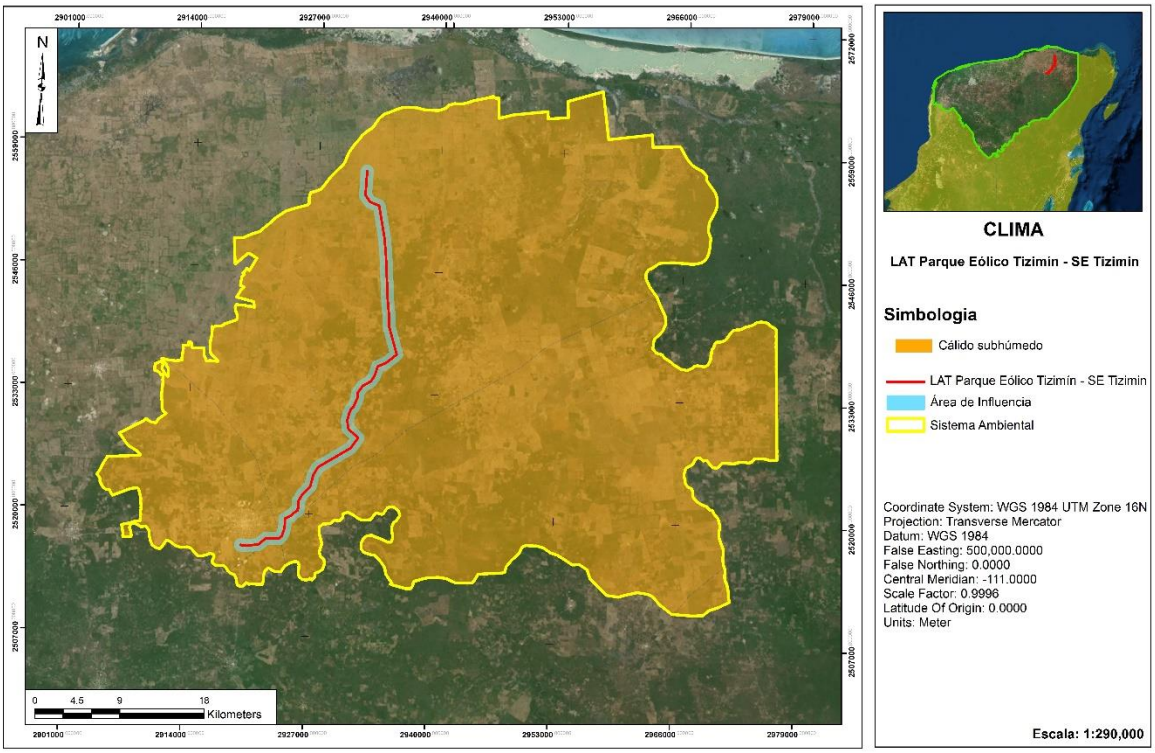


Figura IV.3 Distribución de los tipos de clima en el SA, AI y AP

A continuación, se hace una descripción del tipo climático identificado en Sistema Ambiental (Tabla IV.2).

Clima Aw_0.- Es el único clima representado en el sistema ambiental con el 100 % de la superficie y una extensión territorial de 222,085.08 hectáreas; en este clima se localiza el proyecto LAT Parque Eólico – SE. Tizimín, el cual corresponde al grupo de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco.

Tabla IV.2 Porcentaje del tipo de clima en SA, AI y proyecto.

No.	Nombre	SA (Ha)	%	AI (Ha)	%	AP	%
1	**Aw0(x').-** Cálido subhumedo	222,085.08	100.00	4,807.08	100.00	103.59	100.00

Análisis de las condiciones climáticas en el Sistema Ambiental

Para detallar la caracterización de las condiciones climatológicas en el área de estudio se utilizó la información meteorológica obtenida de los registros que la Comisión Nacional del Agua tiene disponibles en su página web www.cna.gob.mx,

analizándose los datos de la estación climatológica denominada "DZONOT AKE" por ser la más representativa, cercana al proyecto y lo más importante que cuenta con datos suficientes para realizar un análisis de forma objetiva de las condiciones meteorológicas del área en estudio.

Las características de la Estación climatológica "DZONOT AKE" se muestran en la tabla IV.3 y la información climatológica en la tabla IV.4.

Tabla IV.3 Información de la Estación climatológica del proyecto.

Estación climatológica	Coordenadas geográficas	Altura	Período de datos
00031089 **DZONOT AKE**	21°14'12" N 087°56'13" W	ALTURA: 16 msnm	1951-2010

Fuente: http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Normales5110/NORMAL27039.TXT. 23 de noviembre de 2016.

El análisis de la información arroja que el clima que se presenta en el SA, registra promedios de precipitación y temperatura a lo largo del año muy variadas, el promedio mínimo de la temperatura se registra en los meses de diciembre, enero y febrero con 24, 23.3 y 23.6°C respectivamente y la más alta es en los meses de julio y agosto con 27.4 y 27.3 °C respectivamente. De acuerdo a los reportes meteorológicos, la incidencia de lluvia más baja es en los meses de marzo, diciembre, enero, febrero, marzo y abril con 42.2, 44.9, 39.8, 32.4 y 43 mm respectivamente, mientras que la incidencia de lluvia más alta se presenta en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, registrando promedios de hasta 124.3, 141.5, 109.5, 114 y 116.3 mm respectivamente.

De acuerdo a los reportes de la estación climatológica referida, en el Sistema Ambiental, no se presentan fenómenos de niebla, granizo o tormentas eléctricas.
En la tabla siguiente se presentan los datos de las medias mensuales de precipitación y temperatura que se han registrado en la estación climatológica más cercana con el proyecto.

Tabla IV.4 Temperatura y precipitación media mensual de la estación climatológica DZONOT AKE

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima													
Normal	29.9	30.3	31.5	33	33.1	33.1	34	33.9	32.4	32.6	32.1	30.6	32.2
Máxima mensual	32.7	33.6	35	35.7	37.3	36.4	40	40.2	39.5	38.5	37.6	34.7	
Año de máxima	1985	2000	1991	1991	1988	1989	1996	1991	1996	1996	1991	1995	
Máxima diaria	40	38	39.1	40	45	45	45	45	41	42	40	40	
Fecha máximo diaria	ene-93	feb-93	20/1986	21/1999	feb-91	oct-91	mar-91	ene-91	feb-96	20/1998	ene-95	ene-95	
Años con datos	24	25	25	26	24	24	26	23	23	23	23	22	
Temperatura media													
Normal	23.3	23.6	24.7	26	26.7	26.8	27.4	27.3	26.4	26.3	25.4	24	25.7
Años con datos	24	25	25	26	24	24	26	23	23	23	23	22	
Temperatura mínima													
Normal	16.6	16.8	17.8	19.1	20.2	20.5	20.9	20.8	20.4	20	18.7	17.5	19.1
Mínima mensual	12.4	12.9	14.9	15	16.5	16.7	17.2	17.8	17.3	17.1	15.1	13.9	
Año de mínima	2003	2000	2000	2000	2000	1991	2000	2000	1999	1984	1995	2002	
Mínima diaria	6	6.5	5	9	12	10	10	12	14	10	10	7	
Fecha mínima diaria	jun-01	24/1986	feb-86	jun-00	28/1991	23/1991	may-99	feb-05	21/2001	28/1999	sep-95	20/2000	
Años con datos	24	25	25	26	24	24	26	23	23	23	23	22	
Precipitación													
Normal	44.9	39.8	32.4	43	65	124.3	141.5	109.5	114	116.3	53.1	42.2	926
Máxima mensual	134	144.2	149.8	260	268.3	369.3	375	230.7	239.6	432.7	149.9	120.5	
Año de máximo	1993	1986	2006	1989	1984	1988	1989	2000	1990	2005	2006	2006	
Máxima diaria	49.3	49	77.3	124	65.4	80	120	90.7	80.1	296	70.5	80.1	
Fecha máximo diaria	31/2000	16/1997	23/2006	17/1989	22/1990	oct-91	29/1989	29/2000	27/1990	22/2005	14/2006	mar-90	
Años con datos	24	25	25	26	25	25	26	22	22	23	23	22	
Número de días con													
Lluvia	3.8	4.3	2.7	2.8	4.9	7.8	9.7	7.8	8.7	7.5	4.3	3.2	67.5
Años con datos	24	25	25	26	25	25	26	22	22	23	23	22	

En relación a la variación de las temperaturas y tomando en consideración los registros de la estación climatológica mencionada, la región donde se ubica el proyecto registran las temperaturas más bajas en los meses de diciembre, enero y febrero, y empiezan a ascender en el mes de abril hasta alcanzar las mayores cifras de temperatura en los meses de Julio, agosto y Septiembre; a partir de ahí comienzan a descender las temperaturas hasta alcanzar nuevamente las

temperaturas anuales más bajas en enero. En las figuras IV.4 y IV.5 se presentan las gráficas donde se observan los comportamientos de temperaturas y precipitaciones en la estación climatológica de referencia.

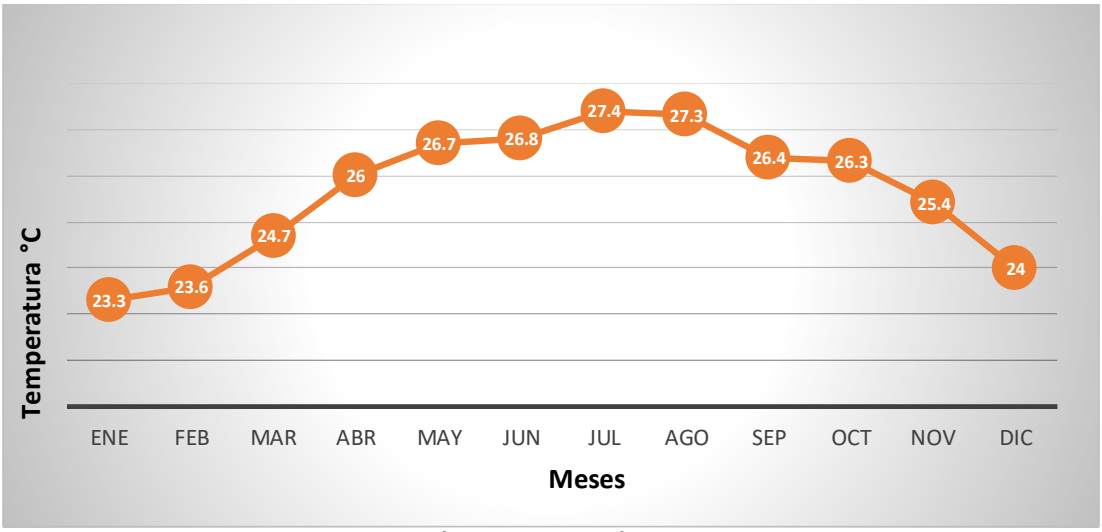


Figura IV.4 Gráfica de variación de temperaturas

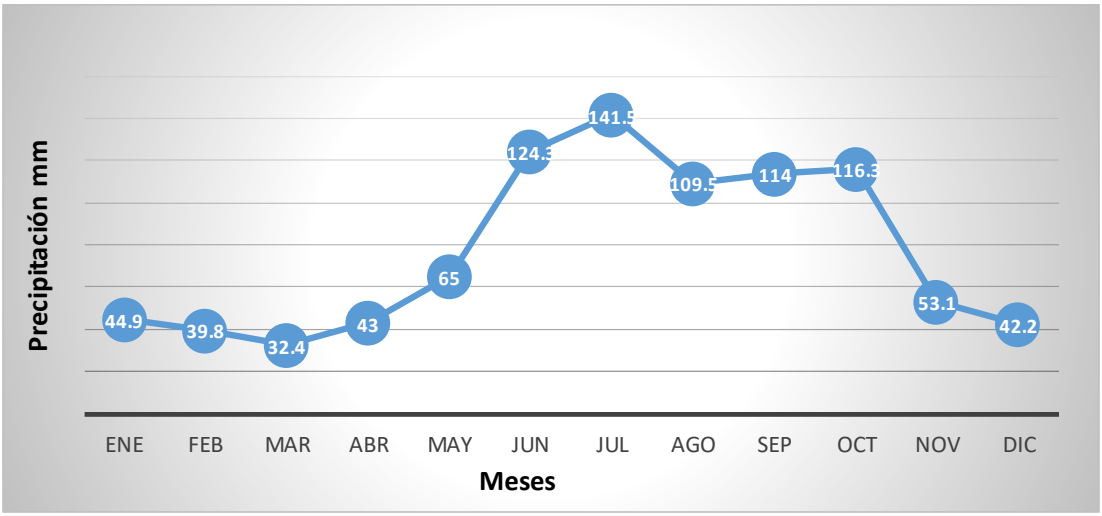


Figura IV.5 Gráfica de precipitación

De acuerdo a la información, los datos señalan que se han presentado lluvias superiores a las normales mensuales con valores hasta 432.7 mm presentado en el año 2005, mientras que las temperaturas máximas se han presentado en los meses de junio, julio y octubre en los años 1988, 1989 y 2005 respectivamente (figura IV.6).

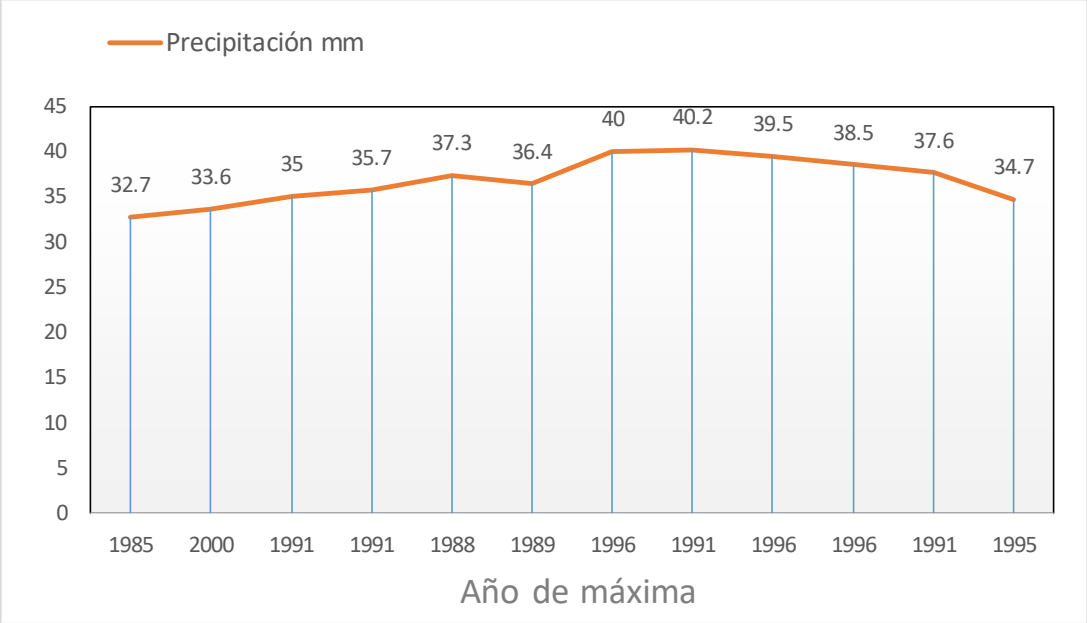


Figura IV.6 Gráfica de años con mayor lluvia en el SA

La estación climatológica reporta valores altos de temperatura, obtenidos de una media con datos de 41 a 46 años. En la figura siguiente se aprecia la gráfica que los valores altos de temperatura que se reportan en los meses de julio, agosto y septiembre corresponden a los años de 1996,1991 y 1996 respectivamente (figura IV.7).

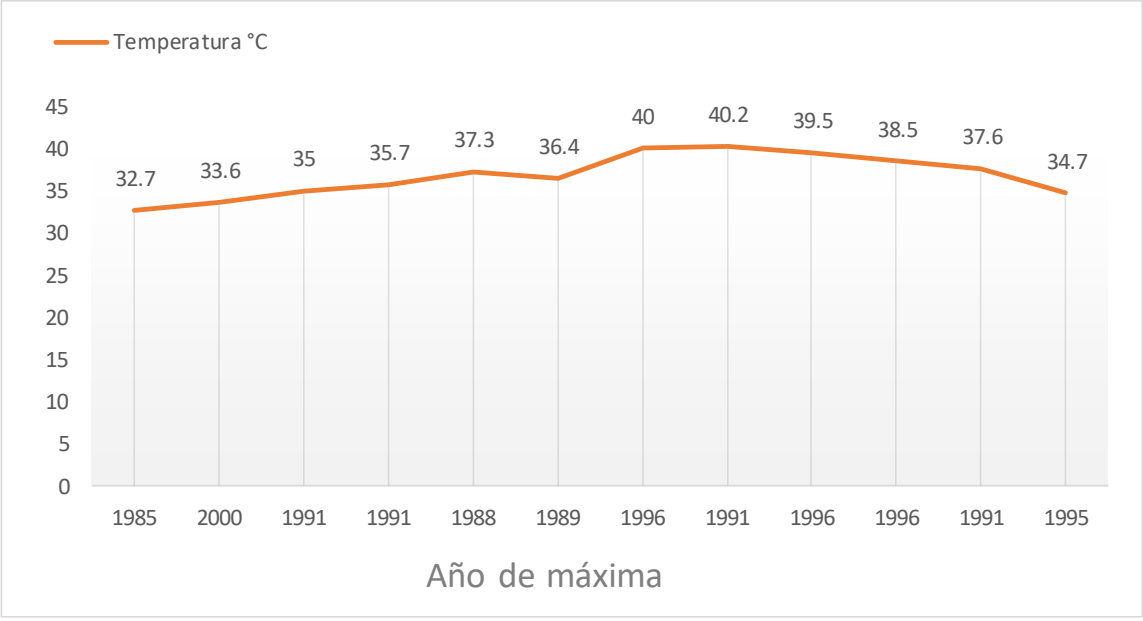


Figura IV.7 Gráfica de años con mayor temperatura en el SA

En la figura IV.8 se puede observar el comportamiento de los valores normales, máximos y mínimos de la temperatura, a partir de los datos registrados en la normal climatológica, en donde, por ejemplo, sobresalen registros medios de temperaturas máximas de 40.2ºC en el mes de agosto.

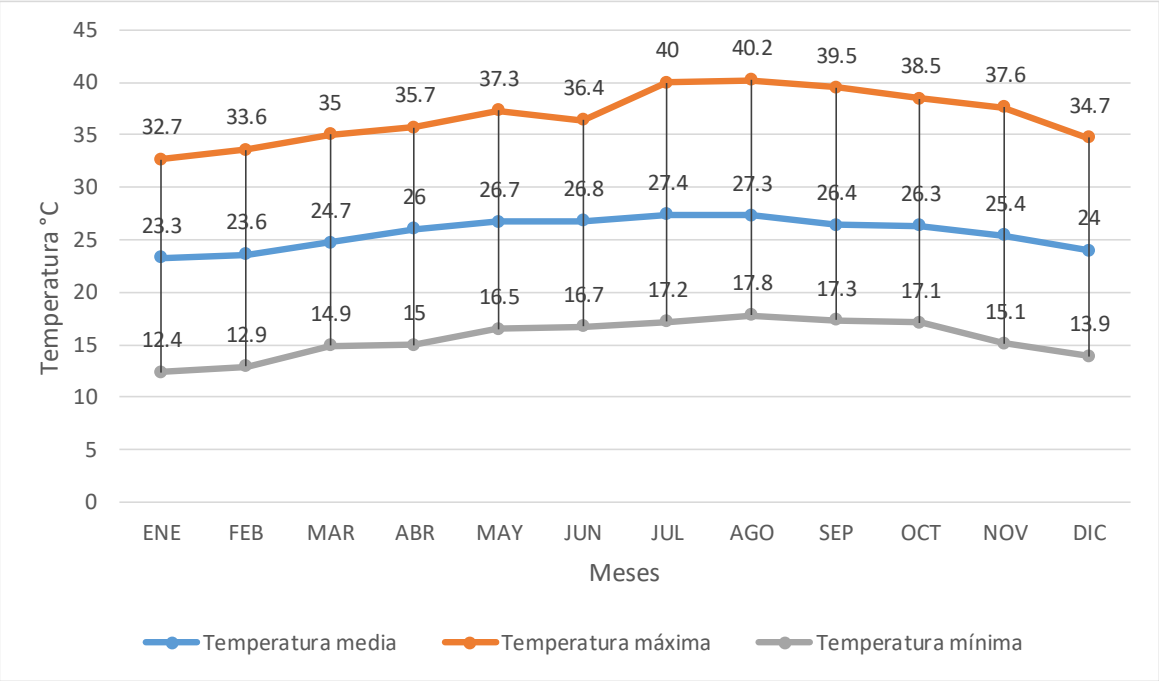


Figura IV.8 Gráfica de normales, maximas y minimas de temperatura en el SA

Balance hídrico

El balance hídrico para el SA se estimó de acuerdo al segundo método de Thornthwaite (1948), a partir de los datos de temperatura y precipitación de cada estación climatológica, utilizándose los siguientes modelos matemáticos para la estimación de los índices e indicadores:

Índice de calor:

$$ICM = \left(\frac{TE}{5}\right)^{1.514}$$

Donde:

ICM = Índice Calor Mensual

TE = Temperatura media mensual.

Evapotranspiración potencial mensual sin corregir (EV):

Está definida por la ecuación:

$$EV = 1.6 * \left(\frac{10 * TN}{ICA}\right)^{(0.000000675*ICA^3 - 0.0000771*ICA^2 + 0.01792*ICA + 0.49239)}$$

Donde:

EV = Evapotranspiración mensual sin corregir en cm.

TE = Temperatura media mensual en °C.

ICA =Índice de Calor Anual.

Evapotranspiración potencial mensual corregida en cm (EP):

Se obtiene multiplicando el valor de la evapotranspiración potencial sin corregir (EV), por el factor de corrección por latitud (FC).

Movimiento de humedad en el suelo en cm (MH):

Se refiere a la cantidad de agua que pasa a formar parte o se obtiene de la humedad almacenada en el suelo.

El cálculo debe iniciarse en el mes que la precipitación (PR) supere a la evapotranspiración (EP), pudiéndose presentar los siguientes casos:

1. HA = 0 y PR < EP, entonces: MH=0
2. HA = 0, HA<10 y PR >EP, entonces: MH = PR – EP (hasta un máximo de 10 cm)
3. HA > 0 y PR < EP, entonces: MH = EP-PR (hasta agotar toda la reserva del agua en el suelo). A este proceso se le conoce como aprovechamiento de la humedad del suelo.

Humedad almacenada en el suelo en cm (HA):

Es el valor del contenido de humedad en el suelo, al final de cada mes.

Es igual al valor de la humedad almacenada (HA) en el mes anterior, más la suma algebraica del movimiento de humedad en el suelo (MH) del mes que se trate.

Demasía de agua en cm (DA):

Es la diferencia positiva que existe entre la precipitación (PR) y la evapotranspiración (EP), restándole la cantidad de agua que pasa a formar parte de la reserva de agua en el suelo, o sea el **valor absoluto** del movimiento de humedad, en este caso tiene signo positivo. La suma de los valores mensuales da la demasía de agua anual (DAA).

Evapotranspiración real en cm (ER):

Es la evapotranspiración que se presenta en un área determinada, en función del agua disponible total.

La evapotranspiración real puede presentar los siguientes casos:

1. Cuando la precipitación (PR) es igual o mayor que la evapotranspiración potencial (EP).

   Cuando esto sucede, no hay limitante de agua y por lo tanto se evapotranspira todo lo que señala la evapotranspiración potencial.
2. Cuando la precipitación (PR) es menor que la evapotranspiración potencial mensual corregida (EP).

   En este caso se evapotranspira sólo lo que aporta la precipitación más el movimiento de humedad en el suelo.

Si PR < EP, ER = PR + MH.

Deficiencia de agua en cm (DE):

Es función directa de la evapotranspiración potencial (EP) y la evapotranspiración real (ER). La diferencia da por resultado el valor de la deficiencia y la suma de los valores mensuales, da la deficiencia anual (DEA).

Para su cálculo sólo se resta la evapotranspiración real a la evapotranspiración potencial.

Escurrimiento en cm (E):

Para el análisis de escurrimiento se hacen las siguientes consideraciones:

- En forma general, las cuencas permiten escurrir sólo el 50% de las demasías habidas en ese mes.
- Del 50% restante, la mitad escurrirá en el mes siguiente y la otra mitad se infiltra o se evapora.

El valor mínimo práctico de escurrimiento a tomar en cuenta es de 1 cm. El escurrimiento se calcula de la siguiente fórmula:

$$ES = \frac{DAN}{4} + \frac{DAC}{2}$$

Donde:

DAC = Demasía de agua del mes en curso

DAN = Demasía del mes anterior.

Relación pluvial:

Se calcula con base en la siguiente fórmula:

$$RP = \frac{PR - EP}{EP}$$

Donde:

PR = Precipitación mensual en cm

EP = Evapotranspiración mensual en cm.

La utilidad de estos valores radica en facilitar el análisis directo de la relación entre los valores de la precipitación y la evapotranspiración. A continuación se explica esta relación:

CUANDO :	**INDICA**
RP = 0	PR = EP
RP > 0	PR > EP
RP < 0	PR < EP

Índice de humedad en % (IH):

Se obtiene a partir de la fórmula:

$$IH = \frac{100\ x\ DAA}{EPA}$$

Donde:

DAA = Demasía anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

Índice de aridez en % (IA):

Para obtener este valor se emplea la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{100\ x\ DEA}{EPA}$$

Donde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

Índice pluvial en % (IP):

Es una función de la demasía, la deficiencia de agua y la evapotranspiración anual.

$$IP = \frac{100\ DEA - 60\ DAA}{EPA}$$

Donde:

DEA = Deficiencia anual de agua en cm.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

DAA = Demasía anual de agua en cm.

Concentración térmica en el verano en % (CT):

Para calcularlo, se aplica la siguiente fórmula:

$$CT = \frac{100\ x\ \sum EPN}{EPA}$$

Donde:

EPN = Suma de las EP de los tres meses consecutivos con temperatura media más alta.

EPA = Evapotranspiración potencial anual corregida en cm.

La información, resultante de la aplicación de los modelos antes referidos, se presenta en la **tabla IV.5** y **figura IV.6.**

Tabla IV. Balance hídrico de la estación climatológica Dzonot Ake

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL		
Temperatura media normal	23.30	23.60	24.70	26.00	26.70	26.80	27.40	27.30	26.40	26.30	25.40	24.00	25.66	Temperatura media anual	TEA
Precipitación normal	44.90	39.80	32.40	43.00	65.00	124.30	141.50	109.50	114	116.30	53.10	42.20	926.00		
Precipitación normal en cm	4.49	3.98	3.24	4.30	6.50	12.43	14.15	10.95	11.40	11.63	5.31	4.22	92.60	Precipitación media total anual (Cm)	PARA
Índice de calor mensual (ICM)	10.28	10.48	11.23	12.13	12.63	12.70	13.14	13.07	12.42	12.35	11.71	10.75	142.89	índice de calor anual (promedio)	ICA
Evapotranspiración mensual sin corregir	8.64	9.03	10.56	12.60	13.81	13.99	15.10	14.91	13.29	13.11	11.63	9.56			
Factor de corrección 21 grados	0.94	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.15	1.11	1.02	1.00	0.92	0.94			
Evapotranspiración corregida (Tabla del documento)	8.12	8.12	10.88	13.23	15.61	15.53	17.37	16.55	13.55	13.11	10.70	8.99	151.77	Evapotranspiración potencial anual	EPA
Movimiento de Humedad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Humedad Almacenada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Demasía de Agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Demasia de agua anual	DAA
Evapotranspiración Real	4.49	3.98	3.24	4.30	6.50	12.43	14.15	10.95	11.40	11.63	5.31	4.22	92.60	Evaporación real anual	
Deficiencia de Humedad	3.63	4.14	7.64	8.93	9.11	3.10	3.22	5.60	2.15	1.48	5.39	4.77	59.17	Deficiencia de agua anual	DEA
Escurrimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Relación pluvial	-0.447	-0.510	-0.702	-0.675	-0.583	-0.19	-0.185	-0.338	-0.159	-0.113	-0.504	-0.530			

índices para el cálculo del clima						
	Índice de humedad	0.00	Ligeramente húmedo	Evapotranspiración potencial anual (EPA)	151.7	Cálido
	Índice de Aridez	38.99	Gran deficiencia de agua estival e invernal	Concentración térmica en el verano	52.38	Con baja concentración en el verano.

Índice Pluvial	-38.99	Árido

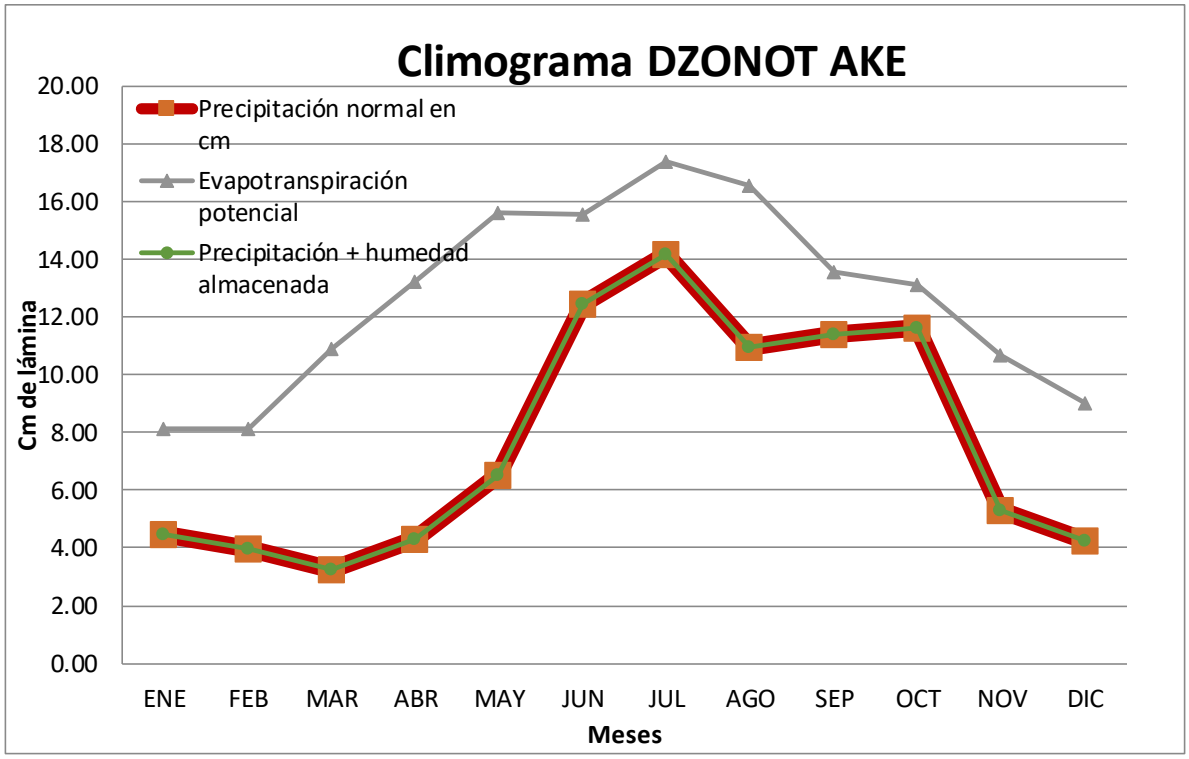


Figura IV.n Climograma de la estación Meteorológica **DZONOT AKE**

Análisis de resultados

Al analizar los resultados de las tablas y los climogramas de la estación climatológica, se puede hacer las siguientes inferencias:

- La Evapotranspiración supera a la precipitación; significa que toda el agua que se precipita se evapotranspira en los procesos naturales; por lo tanto el movimiento de agua es superficial, es decir, la cantidad de agua precipitada no es capaz de originar ecorrentías en temporada de lluvias; por lo tanto el agua de tipo torrencial que acarrean los arroyos y ríos intermitentes se originan en las partes altas de las cuencas o sobre los cenotes distribuidos en la peninsula de Yucatán, los cuales se encuentran comunicados a entre ellos.

- Con relación a la humedad y considerando el resultado de sus índices, se tiene que se clasifica como ligeramente húmedo, en tanto que el índice de

aridez es muy alto, al presentarse gran deficiencia de agua todo el año (tanto estival como invernal).

- La concentración térmica en verano es baja, esto debido a que los resultados están por debajo de las temperaturas promedios mensual de la estación climatológica.

Para contextualizar adecuadamente los resultados del análisis realizado, no debemos olvidar que la realidad geohidrológica del SA constituye un subsistema que se engloba dentro de la geohidrología existente en la península del Yucatán. La compleja red cavernosa de naturaleza kárstica que existe bajo la península del Yucatán conforma un único acuífero regional, constituido por un solo manto freático (ver "Estudio Hidrológico del Estado de Yucatán", INEGI); el SA abarca una superficie muy reducida en comparación con la totalidad de la cuenca, y si bien el resultado del presente análisis es que la evapotranspiración supera a la precipitación, y por lo tanto no se produciría aportación al acuífero en el entorno del SA, la recarga de agua que se produce en el acuífero regional tendría lugar en otras áreas de dicha cuenca, tanto por la infiltración del agua de lluvia desde la superficie como mediante aportes subterráneos de las zonas adyacentes.

Vientos dominantes

Los vientos tienen gran importancia geográfica porque aparte de modelar el relieve del planeta, transportan masas de aire polar desde las zonas frías a las cálidas y viceversa, originando variaciones en la temperatura y humedad desde los océanos y mares a los continentes, provocando también zonas de abundante nubosidad y precipitación.

Este movimiento incesante de la masa de aire dentro de la atmósfera terrestre provoca manifestaciones extremas que se conocen como ciclones tropicales (el nombre del fenómeno varía, dependiendo del nivel de velocidades de viento que se generen y de la región geográfica sobre el globo terráqueo). En el caso de estas manifestaciones extremas, generadoras de vientos de altas velocidades, el

problema más común en las edificaciones en zonas de pobreza y marginación, es la pérdida de los techos en las viviendas y con ello gran parte de las pertenencias personales, debido a la succión que se genera, ocasionando con ello el lanzamiento de proyectiles y problemas asociados al riesgo por impacto directo.

De acuerdo al Atlas de Riesgos de Peligros por Fenómenos Naturales del estado de Yucatán, la Temporada de Ciclones los flujos de Norte al Este son más intensos en la costa y existe en el borde al Este del estado de Yucatán donde se une el Golfo de México con el Mar Caribe una serie de direcciones que indican flujos turbulentos ligados a la corriente de lazo y la inyección de calor del propio Golfo. Los flujos predominantes (alisios) siguen siendo los que provienen del Atlántico Central y Mar Caribe, directamente de las direcciones ligadas al Este (figura IV.9).

La ilustración de las flechas está regida por el área de acción de los vientos que se mueven dentro del radio de acción (sensibilidad) de la estación climatológica y por lo tanto indican de donde sopla el viento y por donde se podría conectar con otros flujos en corredores de vientos que podrían en determinado escenario transportar o alimentar algún fenómeno natural.

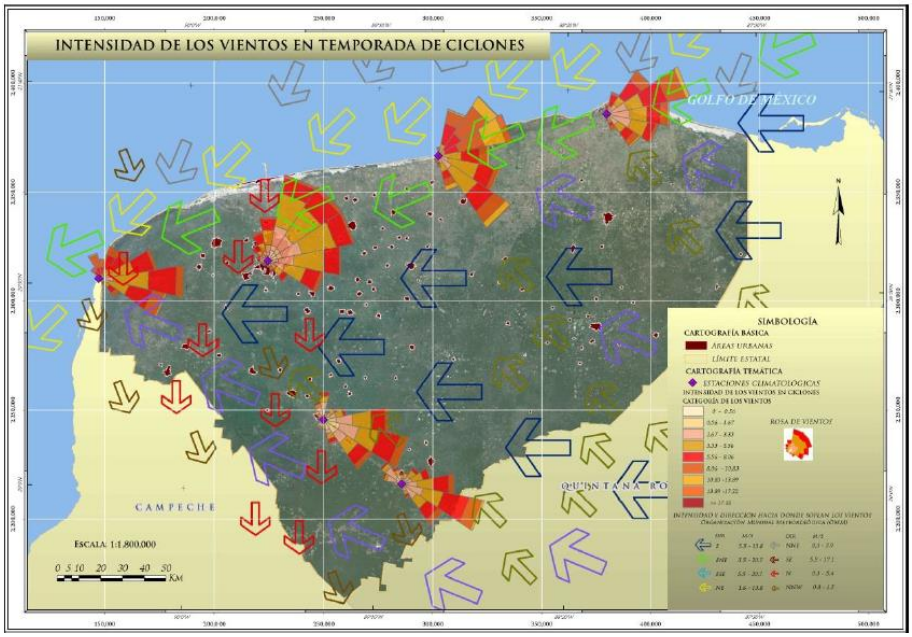


Figura IV.9 Intensidad y dirección de los vientos en temporada de ciclones

Con respecto a la Temporada de Nortes, es más complicada en términos de que los vientos se comportan menos agrupados, existe más variación en los rumbos de donde soplan y su comportamiento en el continente.

Los vientos comprendidos para los meses de enero a abril y de noviembre a diciembre están sometidos a la acción de lo que se denomina "Nortes" o "Frentes Fríos Polares", que tienden a crear amplios frentes de aire frío originando movimientos de anticiclón y con ello una mayor dispersión de los vientos al tocar el Golfo de México y encontrarse con las corrientes calientes del Mar Caribe.

En la temporada de Nortes, se pierde un poco el efecto de la predominancia de los vientos alisios del este franco y también disminuye la fuerza con la que entran en tierra firme desde el litoral de Quintana Roo, en su lugar vientos provenientes del Noreste que atraviesan Yucatán dan un ligero giro hacia la costa de Campeche y Tabasco. Como se ha mencionado, la velocidad dada en máximo y mínimos son de las rachas registradas a lo largo de todos diez años de observación. Se observa también que a diferencia de la temporada de ciclones que los porcentajes están mejor distribuidos casi en forma equitativa dentro de los seis primeros rumbos.

Igualmente se observa y para ser congruente a la temporada de Nortes que la apertura de 90 grados comenzando desde el NW y en sentido de las manecillas del reloj hasta el NE muestra la influencia de los frentes fríos en el litoral (figura IV.10). A su vez, para fines de protección civil el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) generó un mapa (figura IV.11) que presenta regiones con valores similares de intensidad máxima de viento, en el que se divide al país en cuatro zonas que representan bandas de velocidad máxima de viento que ocurren en promedio una vez cada 50 años. Cabe señalar que la velocidad del viento fluctúa en forma continua y puede alcanzar picos muy superiores al promedio, debido a los efectos de ráfaga. En esta regionalización se puede apreciar que el Sistema Ambiental se encuentra en un área con vientos promedios que van de los 160 a los

190 m, lo que representa un peligro por este tipo de fenómenos considerado como MEDIO.

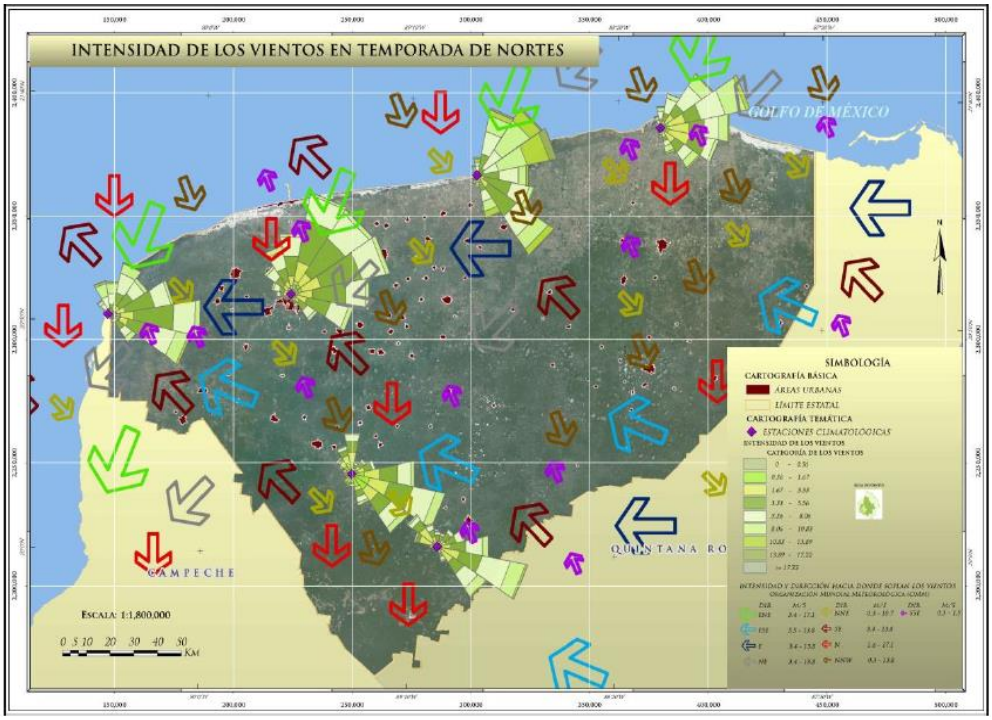
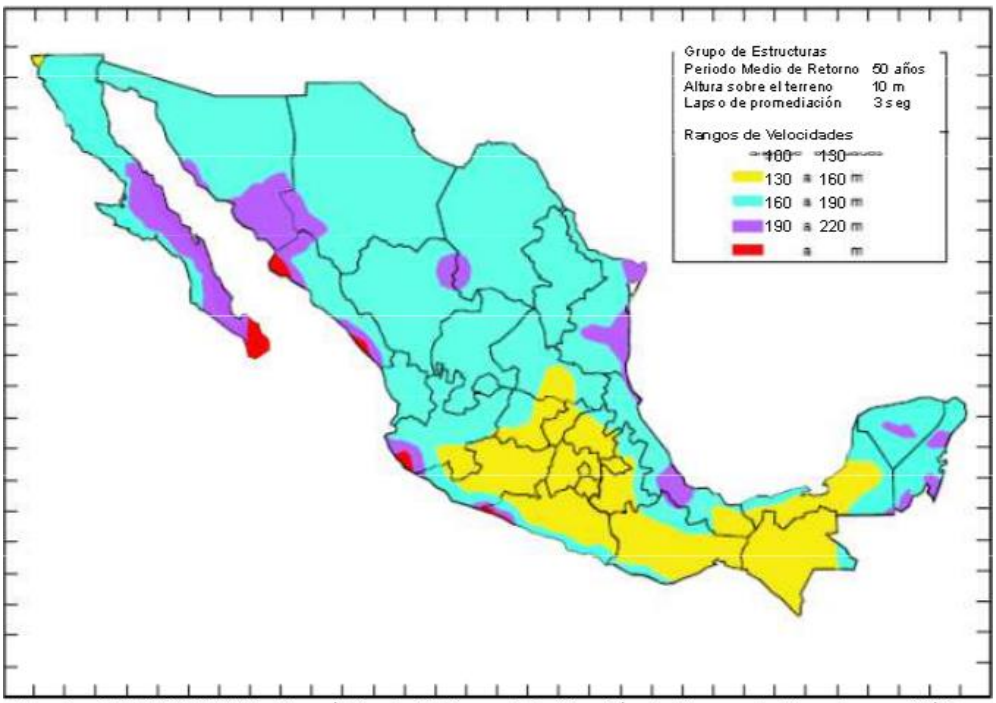


Figura IV.10 Intensidad y dirección de los vientos en temporada de nortes



Fuente: CENAPRED 2001, Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México

Figura IV. 11 Zonificación de velocidades máximas de viento en la República Mexicana.

Calidad del aire

El aire es un recurso indispensable, con el aumento de la población y el descuido se presenta en él materias o formas de energía que implican riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, también pueden atacar distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

De acuerdo al diagnóstico realizado en el Sistema Ambiental, las fuentes móviles están limitadas a operar sobre redes de transporte (por ejemplo, los vehículos en redes carreteras pavimentadas y de terracerías específicas). Estas fuentes, son las que presentan mayor conflicto para la calidad del aire, con la emisión de monóxido de carbono perceptible en los nodos viales más conflictivos en la parte sur del Sistema Ambiental, y la elevación de diversas partículas durante las horas pico.

Asimismo, existen otros elementos que pueden contribuir a incrementar las emisiones vehiculares como son: el uso de combustibles inapropiados, la cantidad de vehículos en circulación, el deficiente mantenimiento de los vehículos, la mutilación del sistema de control de emisiones y una red de tráfico y transporte público ineficiente e insuficiente, entre otros. Además, la circulación de vehículos por calles no pavimentadas aumenta la contaminación por polvos.

IV.2.1.2 Frecuencia de heladas, nevadas, nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos climáticos extremos.

Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico

Los fenómenos hidrometeorológicos, son procesos o fenómenos naturales de tipo atmosférico, hidrológico u oceanográfico que pueden causar lesiones o la pérdida de vidas, daños a la propiedad, la interrupción social y económica o la degradación ambiental, tales como inundaciones, avalanchas de lodo y escombros, ciclones tropicales, marejadas, tormentas y granizo, fuertes lluvias y vientos, fuertes nevadas y otras tormentas severas, sequías, desertificación, incendios forestales, temperaturas extremas, tormentas de arena o polvo, heladas y avalanchas.

- ***Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)***

Un ciclón tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es, en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur. Como su nombre lo indica, el ciclón tropical se origina en las regiones tropicales de nuestro planeta. Los efectos de los Huracanes -como se les llama en México- son los que provocan mayor destrucción en nuestro país, son capaces de causar graves daños a poblaciones costeras y ocasionar pérdidas humanas y económicas difíciles de superar. La energía de los ciclones tropicales proviene esencialmente del calor y la humedad que transfiere el océano al aire en los niveles bajos de la atmósfera.

Sus principales efectos se deben a:

Lluvia. - Las lluvias intensas asociadas a los huracanes pueden extenderse a grandes distancias de su región central. En huracanes muy simétricos, la lluvia suele concentrarse cerca de su centro y en todas direcciones, cabe señalar, que mientras más tiempo se mantengan el huracán en tierra desprenderá mayores niveles de lluvia.

Viento. - Los vientos provocados por los huracanes son severos, alcanzan en la categoría de tormenta tropical una velocidad de 63 km/h, cuando los huracanes llegan a niveles más fuertes se presentan vientos con una velocidad mayor a los 118 km/h, en estos casos los vientos pueden dañar construcciones y techumbres débiles, voltear objetos pesados como autobuses y dañar líneas eléctricas y de comunicación.

Marea de tormenta. - La disminución de la presión atmosférica del centro del ciclón tropical y los vientos de este fenómeno sobre la superficie del mar originan un ascenso del nivel medio del mar que es conocido como marea de tormenta. Ella puede provocar inundaciones en las zonas bajas continentales cercanas al mar y que las olas impacten sobre estructuras costeras.

En el estado de Yucatán, de acuerdo al análisis estadístico realizado en el Atlas de Riesgo a Peligros por Fenómenos Naturales, se determinó que en el área se han

presentado 107 eventos en 158 años partiendo del año 1852 al 2010. Donde de los 107 eventos los de mayor recurrencia en ese intervalo de tiempo han sido las tormentas tropicales con 47 eventos, depresiones tropicales con 20 eventos, huracán categoría 2 con 18 eventos, huracán categoría 1 con 12 eventos y con 2, 5 y 3 eventos los huracanes con categoría 3, 4 y 5 respectivamente. La formación de los ciclones tropicales se ha originado principalmente en 67 ocasiones en el Mar del Caribe y 24 en la parte central de Océano Atlántico Norte, el resto se ha distribuido en las cercanías del Estado, concluyendo que en el estado de Yucatán es propenso a sufrir embates constantes de ciclones tropicales, debido a la ubicación geográfica en la que se encuentra y por contar con ciertas condiciones de formación en el Océano Atlántico, mismas que dependen de al menos tres características:

Un disturbio atmosférico preexistente (Onda Tropical) con tormentas embebidas en el mismo; temperaturas oceánicas cálidas de al menos 26 °C, desde la superficie del mar hasta 15 metros por debajo de ésta; y vientos débiles en los niveles altos de la atmósfera que no cambian mucho en dirección y velocidad.

- **Tormentas eléctricas**

Una tormenta eléctrica es una descarga de rayos producida por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre. Es un fenómeno meteorológico en el que se presentan rayos que caen a la superficie, generalmente en zonas boscosas y en zonas urbanas. De acuerdo con la información obtenida durante 40 años para el estado de Yucatán, en total se registraron 1,555 tormentas de lluvia, al año se reportaron en promedio 39 tormentas, 8 por mes, con un periodo de ocurrencia de junio a octubre.

- **Sequías**

La sequía se considera como una condición del clima que ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, pero variando sus características significativamente de una región a otra. Se define de manera general como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un

periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico. Existen estudios importantes dirigidos a determinar el índice de severidad en el país, que identifican en México tres áreas con índice de severidad Fuerte, Muy Fuerte y Severa, para el Sistema Ambiental se Presenta Sequias Muy Fuerte.

- **Inundaciones**

En el Sistema Ambiental se presentan inundaciones a pesar de tener características físicas particulares como: suelo cárstico (muy permeable) y topografía plana, que en consecuencia le es atribuible la ausencia de ríos, no por ende la entidad ha sido afectada por inundaciones provocadas por ciclones tropicales tales como Hilda, Janet, Beulah, Gilbert e Isidore entre otros.

IV.2.1.3 Suelo

El suelo constituye la capa de sustrato fértil que por su origen geológico e inorgánico ofrece la base para el desarrollo de plantas y animales. Los componentes inorgánicos son fundamentales para la productividad del suelo además de generar la identidad de cada espacio geográfico. El segundo componente es la materia orgánica, resultado de la descomposición por micro organismos favoreciendo el ciclo de materiales, la incorporación de nutrientes que en consecuencia permite que la vegetación pueda desarrollarse. La constitución geológica, aunada a las condiciones topográficas y climáticas, son principalmente los elementos claves en la conformación de los suelos de Yucatán. Los suelos someros se encuentran distribuidos ampliamente en el mundo. En México ocupan el 23.96% de la superficie del país, y en la Península de Yucatán, más del 80% (Bautista et al., 2010).

La clasificación utilizada por la FAO-UNESCO (1970), modificada por CETENAL (INEGI), sigue una metodología que permite clasificar al suelo en unidades y subunidades, dependiendo de los tipos de horizontes que presente.Tomando como base la información contenida en la Carta Edafológica de INEGI, la cual utiliza la clasificación hecha por la FAO-UNESCO (1970) modificada por la Dirección General

de Geografía, en la zona del proyecto se identificaron dos unidades de suelos predominantes (ver figura IV.12).

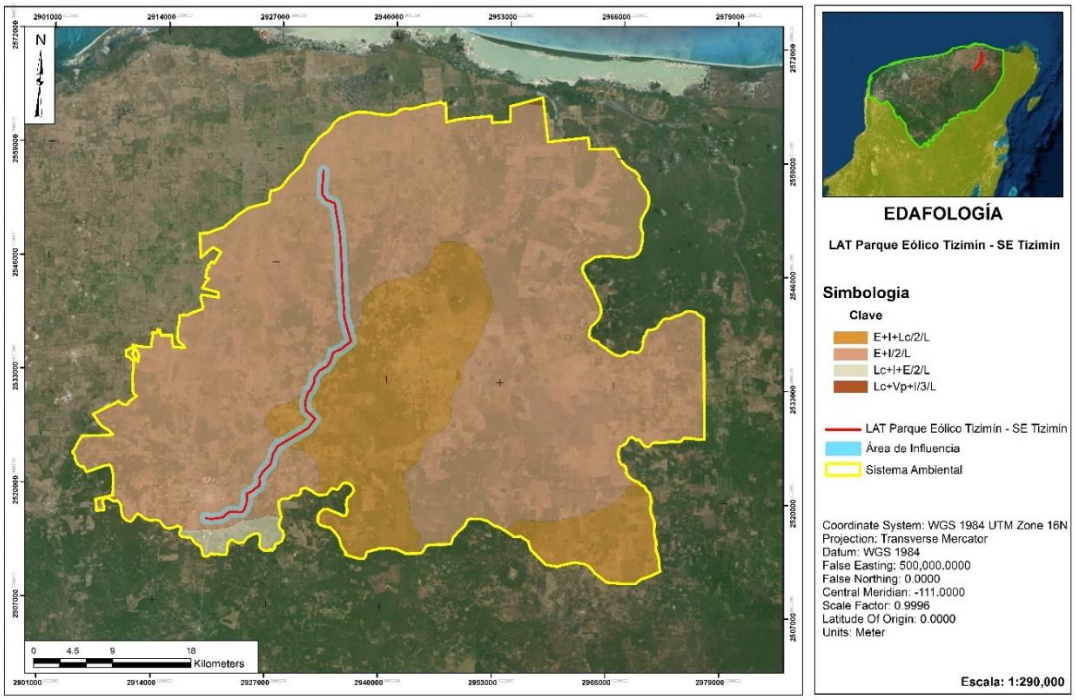


Figura IV.12 Unidades edafológicas que se presentan en el área de estudio del proyecto.

En el Sistema Ambiental se localizan las unidades de suelos primarios Rendzina y Litosol; mientras que en el área de influencia y área del proyecto se presenta la unidad Rendzina. Las unidades de suelo primarios se encuentran asociados a otras unidades edáficas, las cuales se listan con sus superficies y porcentajes correspondientes en la tabla IV.5.

Tabla VI.5 Unidades edáficas que se presentan en el Sistema Ambiental.

No.	Fórmula	Descripción	SA (Ha)	%	AI (Ha)	%	AP (Ha)	%
1	E+I/2/L	Rendzina + Litosol + Media	170720.69	76.87	3665.02	76.24	79.27	76.52
2	Lc+Vp+I/3/L	Luvisol crómico + Vertisol pélico + Litosol + Fina	94.46	0.04	---	---	---	---
3	E+I+Lc/2/L	Rendzina + Litosol + Luvisol crómico + Media	48835.44	21.99	1142.06	23.76	24.32	23.48
4	Lc+I+E/2/L	Luvisol crómico + Litosol + Rendzina + Media	2434.49	1.1	---	---	---	---

A continuación, se describen las unidades edafológicas primarias y secundarias presentes en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.

Rendzina

Del polaco rzedzic: ruido; connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Son suelos con menos de 50 cm de espesor que están encima de rocas duras ricas en cal. La capa superficial es algo gruesa, oscura y rica en materia orgánica, y nutrientes. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm) pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados, pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión y no tienen subunidades.

Luvisol

Del latin luvi, luo: lavar; literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos con mucha arcilla acumulada en el subsuelo. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser obscuros. Se diferencian de los Acrisoles en que son más fértiles en general. Para el caso de la cuenca se identificó la subunidad Luvisol crómico (símbolo: Lc), del griego kromos: color. Suelos de color pardo (o rojizo, en algunas ocasiones amarillento. Son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas; cuando está húmedo es de color pardo oscuro a rojo poco intenso (rojizo).

Litosol

Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lamerías y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o

caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado yen algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades.

Degradación de los suelos en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto

Información disponible en los acervos del INEGI, para el Sistema ambiental se reporta degradación del suelo de grado ligero de tipo física por compactación derivado por actividades de sobrepastoreo en un 63.02% y del tipo quimica por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica derivado por actividades agricolas en un 20.43%, el restante 16.55% no presenta degradación. Para el Área de Influencia y Area de Proyecto los suelos presentan Degradación física por compactación con un grado ligero por actividades de sobrepastoreo en un 20.43% y 2.11% respectivamente en relación a su superficie total, el restante porcentaje para ambos no presenta degradación. (Tabla IV.6 y Figura IV.13).

Tabla IV.6 Degradación de los suelos en el AP, AI y AP.

TIPO	GRADO	CAUSA	SA (Ha)	AI (Ha)	AP
Degradación física por compactación	Ligero	Sobrepastoreo	139,965.10	2,414.70	48.83
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Moderado	Actividades agrícolas	45,367.54	116.45	2.14
Total			***185,332.64***	***2,531.15***	***50.97***

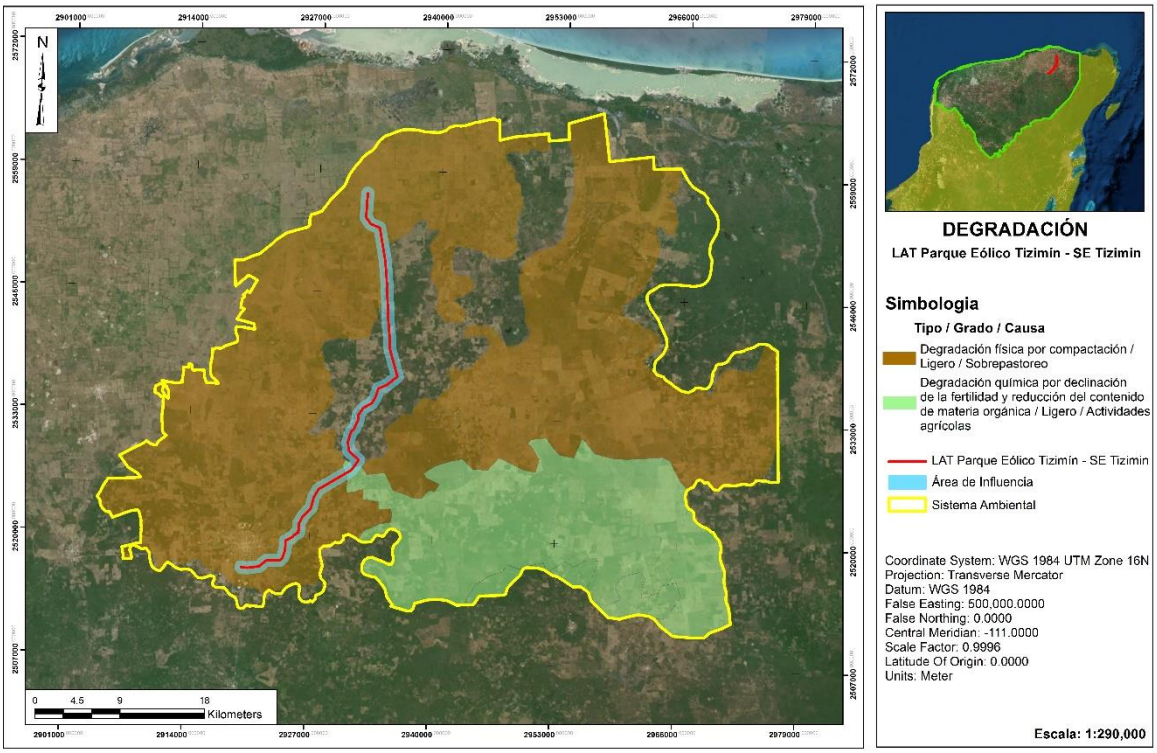


Figura IV.13 Degradación de los suelos en el SA y AI.

IV.2.1.3 Geología y Geomorfología

- **Características litológicas del área**

Tomando como base la información contenida en la cartografía de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) de INEGI, la cual modifica la clasificación hecha por la FAO-UNESCO (1970), dentro de la zona del Sistema Ambiental del proyecto se identificó solo un tipo de formación geológica, Sedimentaria caliza (ver **figura IV.14**). En la siguiente tabla (**tabla IV.7**) se presenta su superficie.

Tabla IV.7 Tipos de Formaciones Geológicas dentro del Sistema Ambiental , Área de Influencia y Área del Proyecto

No.	Clave	Nombre	SA (Ha)	%	AI (Ha)	%	AP (Ha)	%
1	Ts(cz)	Sedimentaria caliza/ Cenozoico / Neógeno	222,085.08	100	4,807.08	100	103.59	100

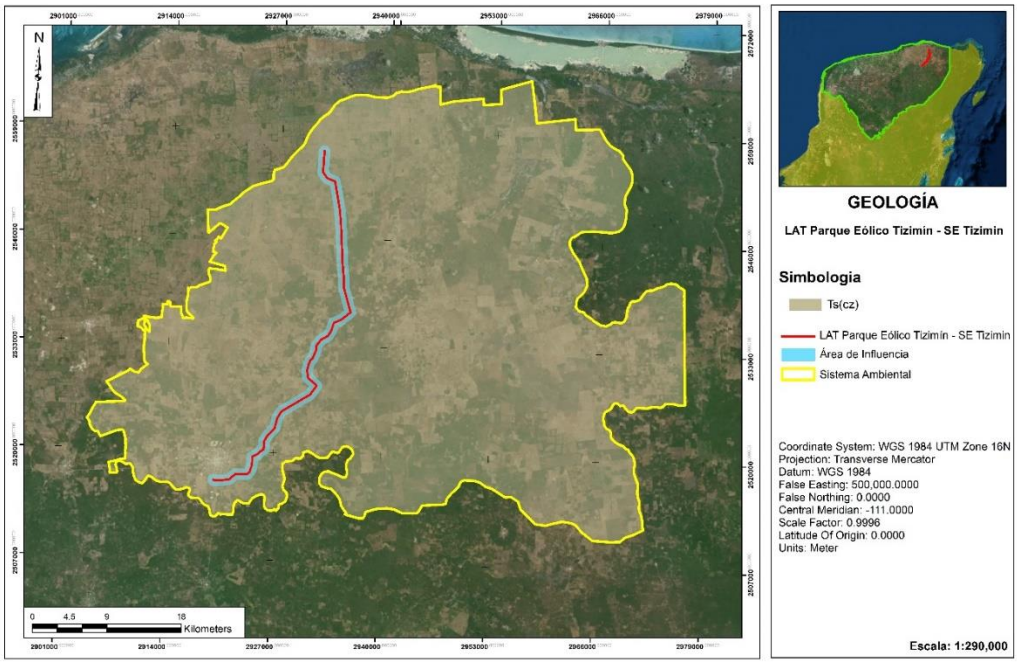


Figura IV.14 Geología del área de estudio

IV.2.1.4 Descripción del tipo de formación geológica, presente en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y sobre la trayectoria de la Línea de Transmisión.

Rocas Sedimentarias. Las rocas sedimentarias (del latín sedimentum, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

Una roca preexistente expuesta en la superficie de la tierra pasa por un Proceso Sedimentario (erosión o intemperismo, transporte, depósito, compactación y diagénesis) con el que llega a convertirse en una roca sedimentaria; a esta transformación se le conoce como litificación. Debido a que las rocas sedimentarias son formadas cerca o en la superficie de la tierra su estudio nos informa sobre el

ambiente en el cual fueron depositadas, el tipo de agente de transporte y, en ocasiones, del origen del que se derivaron los sedimentos.

Para el SA, AI y AP, las rocas sedimentarias presentes son las calizas que se originan a partir de los materiales depositados por medios químicos, donde los cristales son mantenidos juntos por uniones químicas o entrelazadas unos dentro de otros. Los materiales, ya disueltos, son transportados y concentrados formando minerales que se acumulan en agregados y posteriormente son litificados como en las rocas detríticas, para formar una roca. Casi todas estas rocas se originan por precipitación química en extensiones de agua superficial, ya sea por procesos químicos inorgánicos o por la actividad química de los organismos.

En términos geológicos, el subsuelo del estado de Yucatán está constituido por una secuencia de sedimentos calcáreos de origen marino del Cenozoico (Butterlin y Bonet, 1960; Bonet y Butterlin, 1962), y ha estado bajo subsidencia lenta pero continua. El Cuaternario aflora hacia las zonas costeras y corresponde a depósitos calcáreos expuestos después de una ligera emersión de la península. Los sedimentos terciarios se encuentran prácticamente en posición horizontal o con echados muy suaves. Aproximadamente los primeros 120 m corresponden a las calizas masivas recristalizadas, cavernosas de buena permeabilidad, las cuales se encuentran cubriendo margas y calizas prácticamente impermeables, cuyo espesor alcanza centenares de metros hacia la parte noroeste de la península.

La mayor parte del estado se compone principalmente de calizas del Cenozoico. Desde la superficie hasta los 220 m de profundidad se conforma de estratos casi horizontales de calizas masivas, recristalizadas y de buena permeabilidad; después de los 220 m, de capas impermeables de margas y calizas cuyos espesores se extienden varios centenares de metros (Butterlin y Bonet, 1960; Bonet y Butterlin, 1962). En consecuencia, no hay cursos de aguas superficiales; las lluvias saturan el terreno, colman el bajo relieve y se infiltran al subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades como grutas, cavernas o sumideros.

En los recorridos de campo en el sitio del proyecto, se pudo constatar que las porciones superficiales se encuentran, bajo una delgada capa de suelo (a veces inexistente) rocas carbonatadas integradas por una capa muy compacta cuyo espesor varía de 0 a 2 m, localmente se denomina "caliche", bajo este horizonte se tiene una capa de calizas "sahcab" alteradas de textura arenosa medianamente compactas, también de espesor variable aunque puede alcanzar hasta una decena de metros, este horizonte se encuentra a veces inter-estratificado con capas delgadas de caliza; hacia abajo generalmente se tiene las calizas, en donde se tiene una franja muy variable de alteración hasta llegar a la roca madre representada por calizas duras de estratificación mediana. Cabe mencionar, que la secuencia anterior no necesariamente se encuentra siempre ya que lateralmente se tienen variaciones en donde la ausencia de alguna de los horizontes superiores (suelo, caliche y sahcab) es notoria.

- **Características geomorfológicas**

Las características orográficas del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área de Proyecto están representadas por la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán y Subprovincia Carso Yucateco (ver tabla IV.8 y figuras IV.15 y IV.16)

Tabla IV.8 Provincia y Subprovincia fisiográfica en el contexto del SA, AI y AP

Nombre	SA (Ha)	%	AI (Ha)	%	AP	%
Provincia Fisiográfica Península de Yucatán	222,085.08	100.00	4,807.08	100.00	103.59	100.00
Subprovincia Fisiográfica Carso Yucateco						

La Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, se encuentra ubicada en el sureste de México. Se encuentra limitado al norte y al Este por el golfo de México, al sur por Belice y al Oeste por el Golfo de México y la provincia de la Llanura costera del golfo sur. Políticamente abarca la totalidad del estado de Yucatán y Quintana Roo y la mayor parte de Campeche.

El terreno de la provincia Península de Yucatán es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas (que contiene cal) que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul. En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y úvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y en los límites entre Quintana Roo y Belice, el río Hondo.

La unidad de análisis se caracteriza por presentar un paisaje cárstico (carso yucateco) constituido por hoyos, hendiduras, agujeros y cavidades generados por la disolución de la roca calcárea, con muy poco suelo.

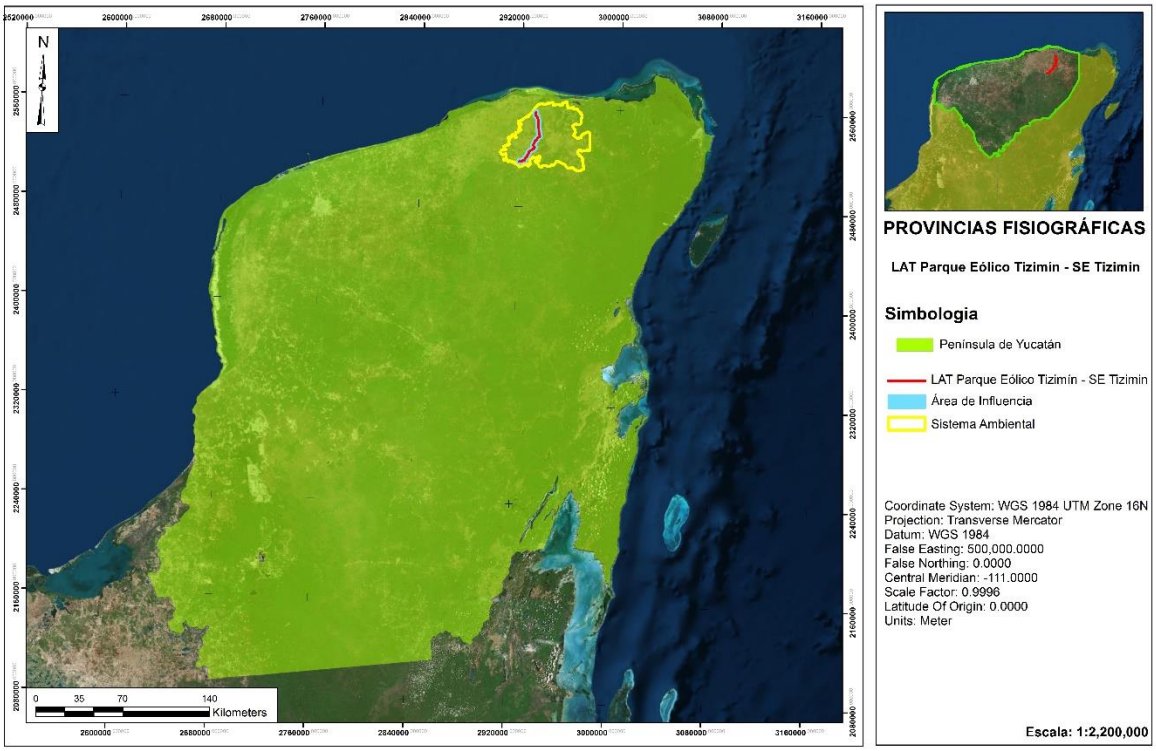


Figura IV.15 Provincia fisiográfica en donde se ubica el proyecto.

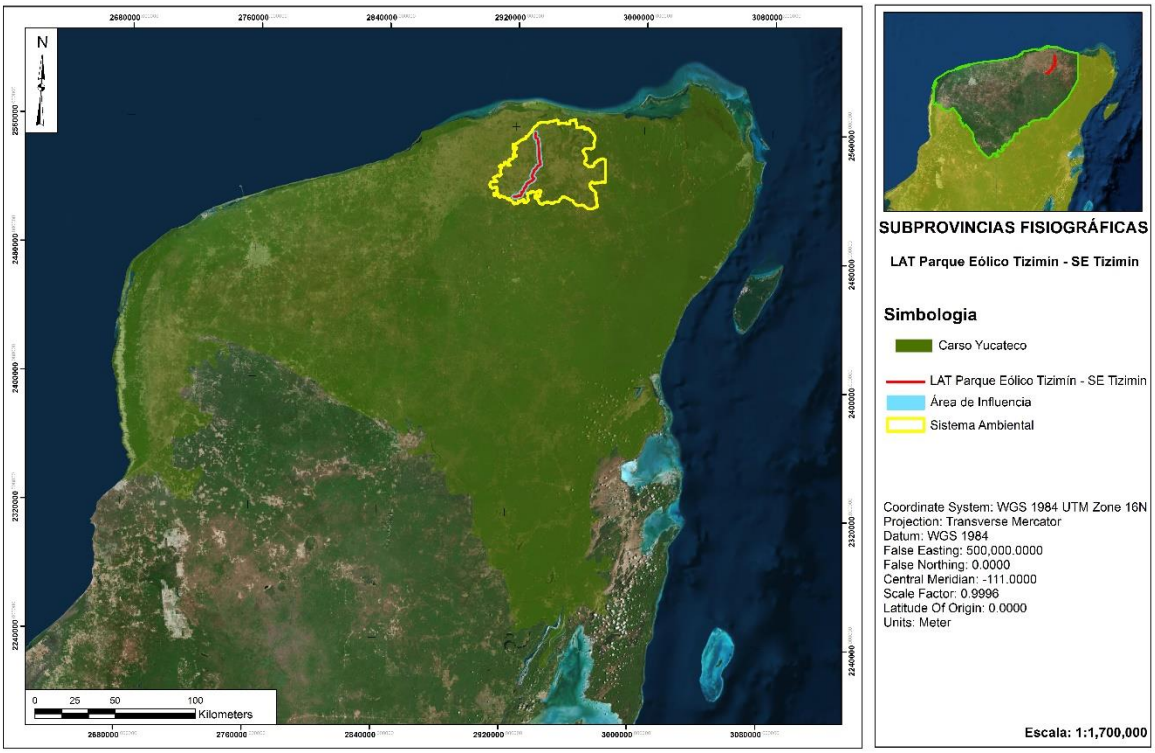


Figura IV.16 Subrovincia fisiográfica en donde se ubica el proyecto.

❖ Topoformas

Partiendo del área delimitada de nuestro sistema ambiental, las unidades de topoformas que integra la geomorfología son del sistema denominado Playa o barra inundable y salina, Llanura rocosa de piso rocoso o cementado, Llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino, Llanura rocosa con hondonadas de piso rocoso o cementado y Llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado; de estas, la de mayor importancia por lo que a su extensión territorial en el Sistema ambiental se refiere es la denominada Llanura rocosa de piso rocoso o cementado que representa el 96.55% y es la única que se presenta tanto el área de influencia como en el área del proyecto, tal como se observa en la tabla IV.9 y en el mapa temático que se muestra a en la figura IV.17.

Tabla IV.9 Topoformas que se presentan en el SA, AI y AP

No.	Nombre	SA (Ha)	%	AI (Ha)	%	AP (Ha)	%
1	Playa o barra inundable y salina	35.55	0.02	---	---	---	---
2	Llanura rocosa de piso rocoso o cementado	214416.21	96.55	4,807.08	100	103.59	100

Tabla IV.9 Topoformas que se presentan en el SA, AI y AP

No.	Nombre	SA (Ha)	%	AI (Ha)	%	AP (Ha)	%
3	Llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino	89.28	0.04	---	---	---	---
4	Llanura rocosa con hondonadas de piso rocoso o cementado	1075.5	0.48	---	---	---	---
5	Llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado	6468.54	2.91	---	---	---	---

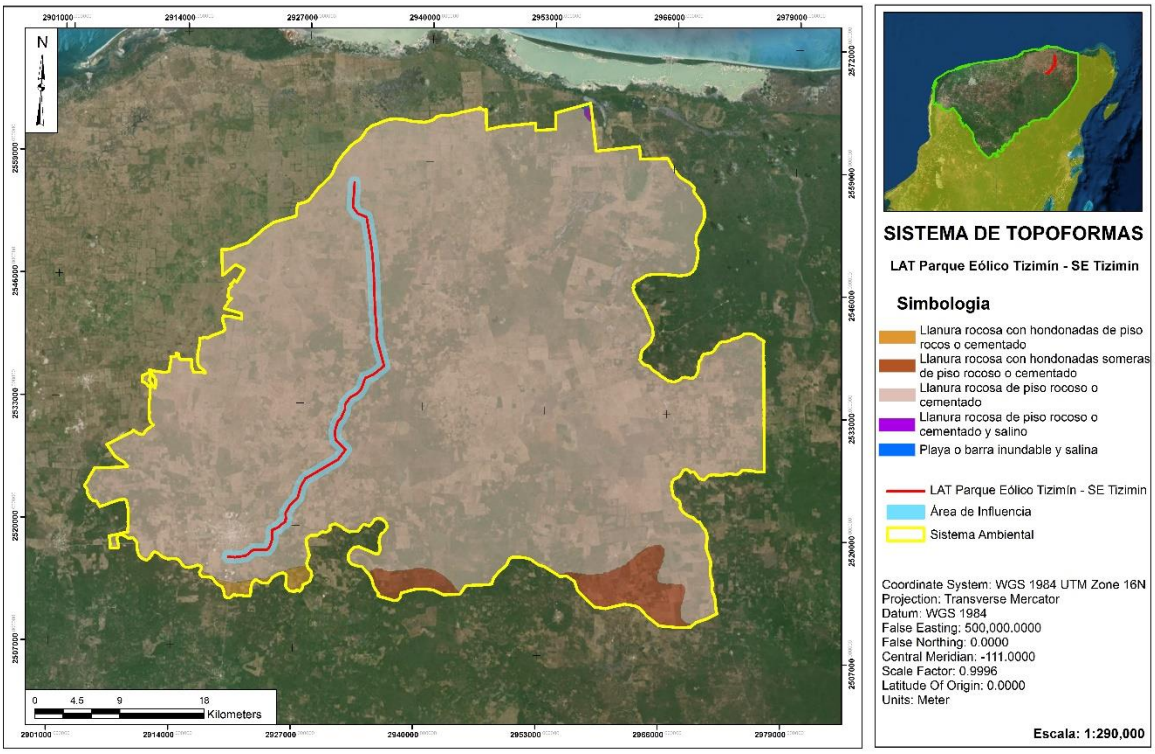


Figura IV.17 Sistema de topoformas presentes en el SA, AI y AP

Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, la clasificación de las Áreas de Riesgos para la República Mexicana en cuanto a sismo, terremotos, erupciones volcánicas, maremotos, movimientos de tierra (alud, derrumbes, hundimientos y desplazamientos), para la zona de estudio no presenta riesgo alguno (Ver figura IV. 18)



Figura IV.18 Localización del área de estudio en la clasificación de las Áreas de Riesgos para la República Mexicana.

Sismicidad

De acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional, el área de estudio se ubica en la región sísmica A, 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. (www.ssn.unam.mx/SSN/Sismos/region_sismica_mx.html). Ver figura IV.19.



Figura IV.19 Regiones sísmicas de la República Mexicana

De acuerdo a la actividad sísmica registrada en el año 2015 por el SMN, la unidad de análisis o sistema ambiental se encuentra libre o fuera del rango de los epicentros: (http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/mapas-de-sismicidad-anual/2015/). Ver figura IV.20.

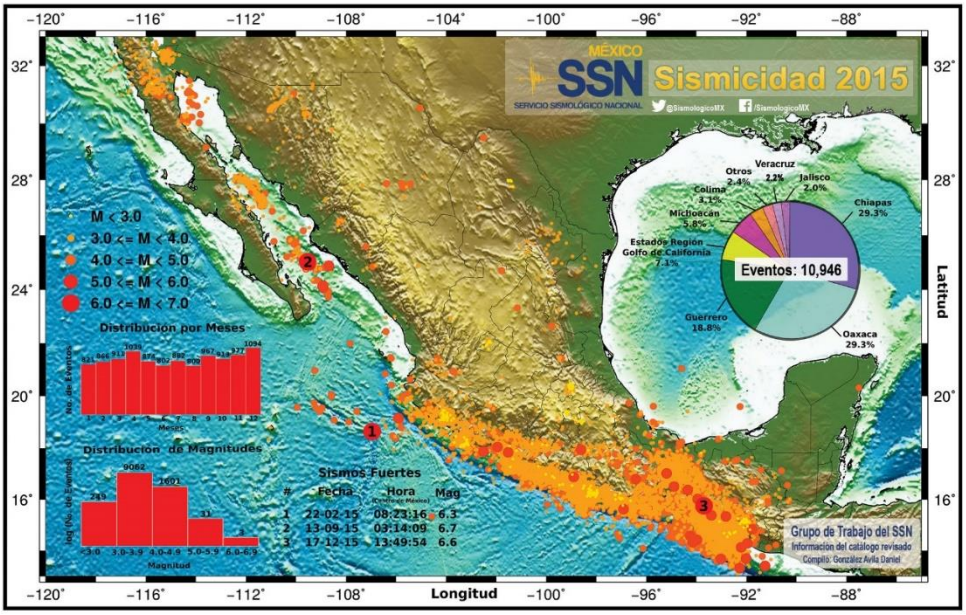


Figura IV.20. Actividad sísmica registrada en 2015 para la Republica Mexicana

Actividad volcánica

En el territorio del estado de Yucatán, no existen indicios de actividad volcánica ni productos volcánicos recientes que hayan afectado o puesto en riesgo a la población o a su infraestructura. Los registros indican que las estructuras volcánicas con actividad en los últimos 10,000 años, corresponden a los volcanes situados en el estado de Chiapas y en la república de Guatemala en los límites con México los cuales corresponden a los volcanes El Chichón y Tacaná localizados aproximadamente a 438 km y 507 km respectivamente (figura IV.21).

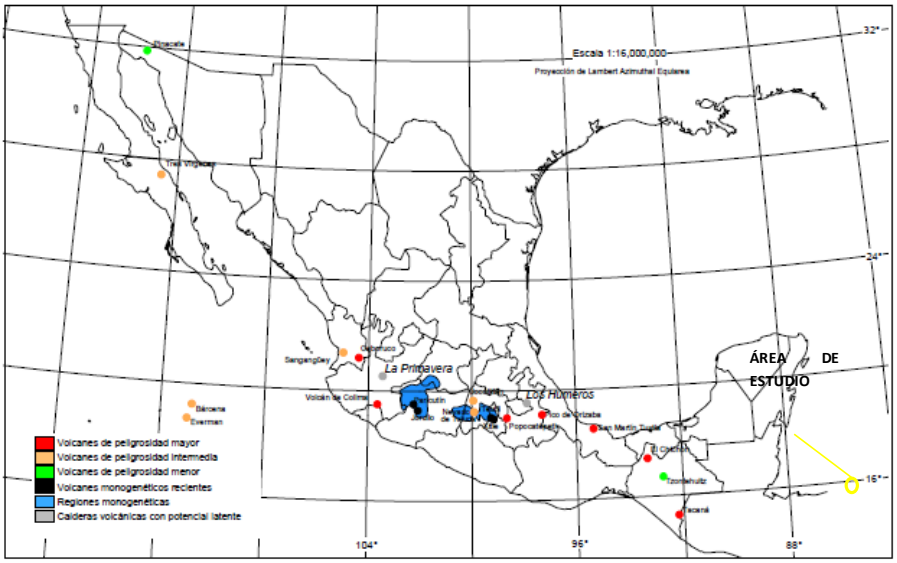


Figura IV.21 Mapa de la República Mexicana de que muestra el área de estudio y localización de las regiones con actividad volcánica

Presencia de fallas y fracturamientos

Dentro del área de estudio no se localizan secuencias volcánicas, la más cercana se encuentra en el estado de Chiapas.

IV.2.1.5 Agua

IV.2.1.5.1 Hidrología superficial

El área de estudio se encuentra localizada según la regionalización de INEGI, en la siguiente Región Hidrológica denominada Yucatán Norte, Cuenca Yucatán y Subcuenca Mérida (Tabla IV.10 y Figuras IV.22, IV.23 y IV.24).

Tabla IV.10 Regiones Cuencas y subcuenca hidrológicas en que se ubica el SA, AI y AP

SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS								
No.	**Nombre**	**Área SA (Ha)**	**%**	**Área AI (Ha)**	**%**	**Área AP (Ha)**		**%**
						Aereo	**Subt**	
1	**A**. *YUCATÁN NORTE* 1. Cuenca Yucatán 1.a. Subcuenca Mérida	222,085.08	100.00	4,807.08	100.00	103.33	0.08	100.00

Las regiones hidrológicas están subdivididas en cuencas hidrológicas que son superficies delimitadas por un parte aguas que fluyen hacia una corriente principal, o cuerpo de agua, de acuerdo con los criterios geográficos para delimitar cuencas hidrográficas, con la restricción de que ningún municipio puede pertenecer a dos o más regiones hidrológicas.

El manejo del agua en México se realiza tomando como base 13 regiones hidrológico-administrativas en que se dividió el país. Las regiones hidrológico-administrativas están formadas por la agrupación de regiones hidrológicas conservando municipios completos. De acuerdo a este principio, la cuenca hidrológico-forestal se encuentra inmersa en la Región Hidrológica-administrativa número **XII Península de Yucatán**, que comprende la totalidad de los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche. Se localiza en la porción sureste de la República Mexicana; colinda al norte y al poniente con el Golfo de México, al sur con la República de Guatemala, al oriente con el Mar Caribe, al suroeste con el estado de Tabasco y al sureste con Belice, país con el que comparte la cuenca del río Hondo. Cuenta con una extensión territorial total de 139,897 km^2 (INEGI, 2010) que representa 7% de la superficie terrestre de la República Mexicana. Administrativamente está integrada por 127 municipios, de los cuales once pertenecen al estado de Campeche, diez a Quintana Roo y 106 a Yucatán.

El ciclo hidrológico ocurre en cuencas, las cuales son unidades mínimas del manejo del agua. Las cuencas del país se encuentran agrupadas en 37 regiones hidrológicas para la realización de estudios hidrológicos y de calidad del agua. Esta regionalización fue definida en los años 60 por la entonces Dirección de Hidrología de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Una región hidrológica es un área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión del recurso hídrico, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados, Distrito Federal y municipios. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico–administrativa.

La Región Hidrologica Administrativa XII, está hidrológicamente conformada por las regiones hidrológicas 31 (Yucatán Oeste), 32 (Yucatán Norte) y 33 (Yucatán Este), en las cuales los parteaguas de sus microcuencas quedan incluidos en los límites políticos de los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche; en la Región hidrológica 33 queda incluida la porción mexicana del río Hondo, cuya cuenca se extiende por la margen izquierda a la subcuenca del arroyo Ucum o río Escondido, donde se ubican las lagunas Chacán-Batán; también queda incluida en la RHA XII una parte de la Región hidrológica 30 (Grijalva-Usumacinta, Cuenca Laguna de Términos) y el municipio de Palizada, Campeche.

La Unidad de Análisis se localiza en la región hidrológica Número 32 denominada "Yucatán Norte", comprende la parte norte de la Península y colinda: al oeste y norte con el Golfo de México, al este con el mar Caribe y al sur con las Regiones 31 y 33 que corresponde aproximadamente al paralelo 20. En ella se incluyen las islas de Cozumel e Isla Mujeres, ambas del Estado de Quintana Roo. Además, abarca gran extensión del Estado de Yucatán y fracciones de los Estados de Quintana Roo y Campeche, con áreas de 39,610.9 Km2 11,351.12 Km2 y 5,932.98 Km2 respectivamente, sin las islas. Queda comprendida entre los 19° 45´a los 21° 40´ de latitud norte, y entre los 86° 50´ y los 90° 30´ de longitud oeste (sin las islas) (CONAGUA,2009).

Esta Región, debido a la conformación del terreno y la precipitación que presenta, que es superior a 1,000 mm sólo genera escurrimientos superficiales efímeros, que son interceptados por los pozos naturales de recarga al acuífero denominados "Xuch", por lo que no se tienen escurrimientos superficiales de ningún tipo.

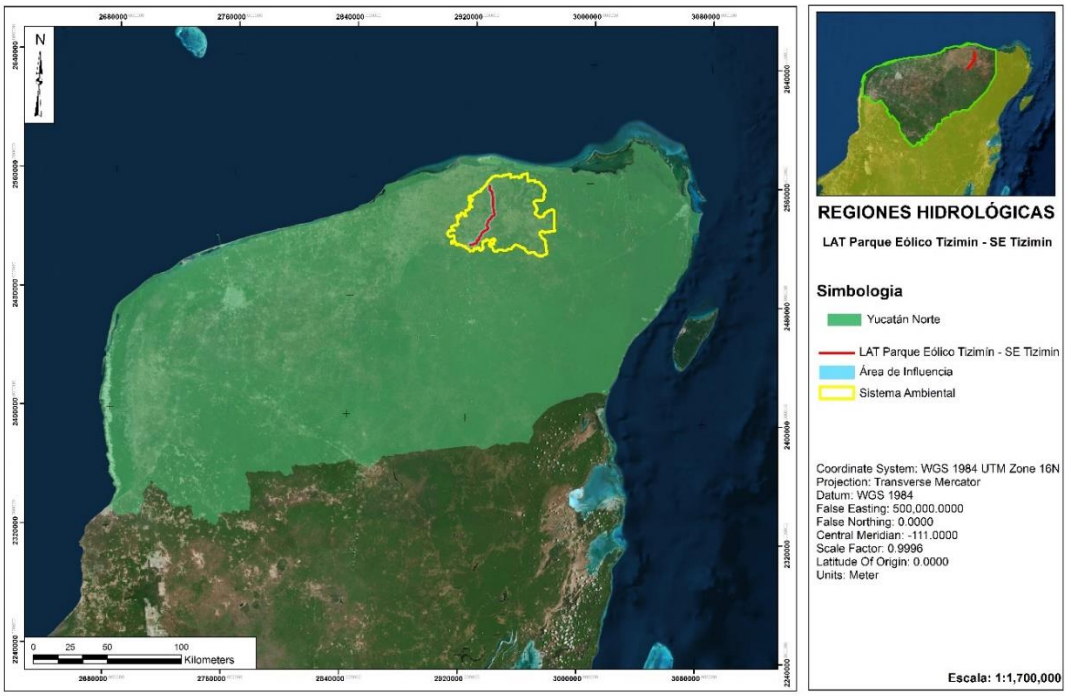


Figura IV.22 Regiones hidrológicas en que se ubica el SA, AI y AP

La Cuenca y Subcuenca Hidrológica se caracterizan por la ausencia de ríos superficiales; la elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorecen la recarga del agua subterránea en toda su superficie y entonces propicia que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido.

Al filtrarse el agua de lluvia provoca que las rocas calizas del subsuelo se disuelvan, provocando hundimientos que dejan al descubierto depósitos subterráneos de agua conocidos como cenotes o dolinas (CONAGUA, 2009), por lo que la única fuente de abastecimiento de agua potable para las distintas actividades de la sociedad es el agua subterránea (Graniel, 2010). Por lo anterior, el SA, AI y AP no se encuentra sobre o cerca de algún tipo de escurrimiento superficial, sin embargo, cabe mencionar que en el área de Tizimín se ubican una cantidad considerable de cenotes o dolinas, y que, dentro de la cuenca se ubican algunos cuerpos de agua de este tipo, los cuales no se verán modificados por las actividades del proyecto.

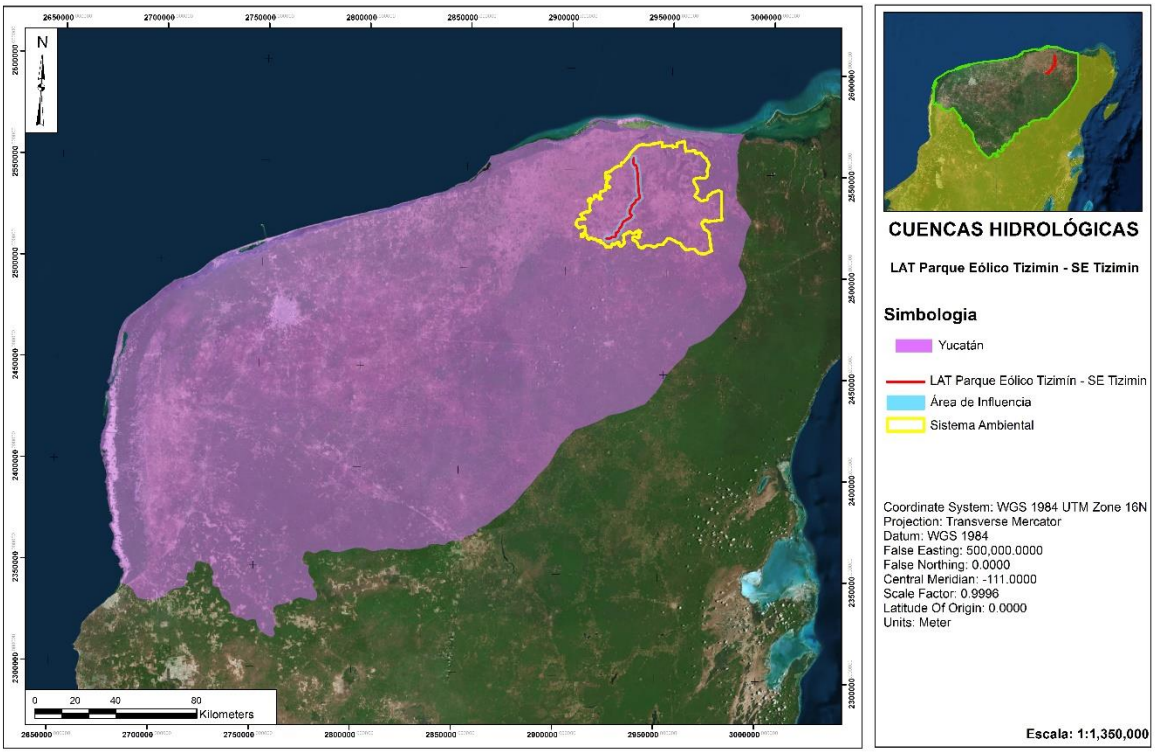


Figura IV.23 Cuencas hidrológica en que se ubica el SA, AI y AP

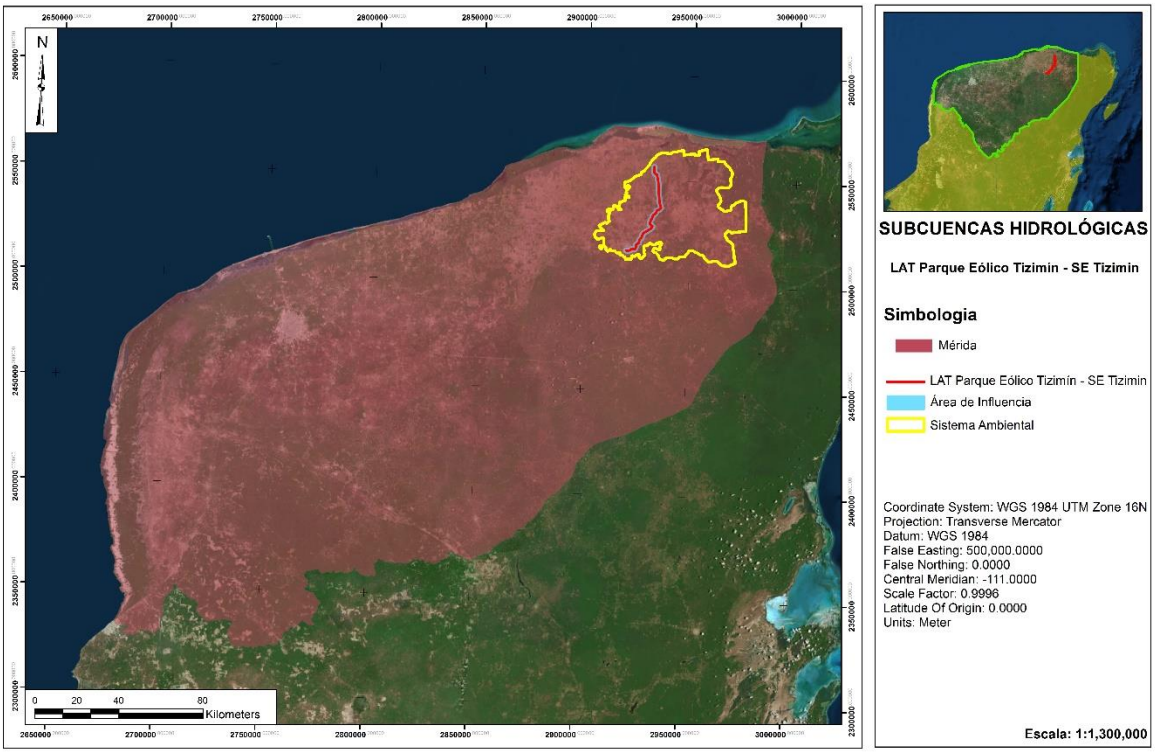


Figura IV.24 Subcuencas hidrológicas en que se ubica el SA, AI y AP

IV.2.1.5.2. Hidrología subterránea

La Península corresponde a una cuenca hidrológica abierta, con un acuífero cárstico de tipo libre, de ahí que al manto de agua se le denomina como freático, donde los niveles de agua varían alrededor de más de 120 m de profundidad en la parte de lomeríos, 30 m en la parte de la planicie, hasta menos de 5m en una franja de 15 km de ancho paralela a la costa. Las rocas acuíferas corresponden al Miembro Pisté del Eoceno Medio y a la formación Carrillo Puerto del Mio-Plioceno, las primeras se ubican en la zona de lomeríos y valles, en tanto que las otras en la planicie interior, en ellas se lleva a cabo la mayor parte de la extracción de agua subterránea en la Península, con pozos que llegan a producir gastos promedio de 80 a 50 lps.

La Península de Yucatán carece de corrientes superficiales, así, gran parte de la precipitación se evapora y el resto se infiltra través de fracturas, oquedades y conductos cársticos en las calizas. Las rocas se caracterizan por tener una alta permeabilidad y transmisividad, poca carga hidráulica, nivel freático estable y direcciones de flujo radiales desde las áreas de recarga, en las porciones internas, hacia las líneas de costa.

El subsuelo se encuentra formado por calizas de diferentes características y depósitos de litoral. La disolución de la roca carbonatada ocurre según el contenido de carbonato de calcio y la acidez del agua de lluvia; fenómeno conocido como karstificación, el cual propicia que el almacenamiento y el movimiento de agua subterránea se presente a través de la red de cavidades interconectadas con fracturas, conductos de disolución, oquedades y cavernas localizadas a diferentes profundidades (Villasuso y Méndez, 2000).

- ✓ **Acuíferos**

En el Sistema Ambiental se presenta un acuífero, el Acuífero Península de Yucatán. Debido a las condiciones geológicas imperantes, el acuífero es considerado como libre, excepto en una franja estrecha paralela a lo largo de la costa. Esta delgada capa (0.5 a 1.40 de espesor) se extiende a lo largo de los 250 Km de costa y en una

franja de 2 a 20 Km de ancho. Este extenso caliche costero es prácticamente impermeable con una porosidad menor a 1%, y actúa como una barrera que impide el movimiento del agua subterránea hacia el mar (Marín et al., 1987).

La unidad de análisis se encuentra inmerso en su totalidad dentro del acuífero "Península de Yucatán" clave 3105. La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la recarga del acuífero. Dicha recarga es más abundante en la llanura, gracias a que la cobertura del suelo es muy delgada y al gran desarrollo kárstico superficial de las rocas calcáreas, factores que permiten la infiltración casi total del agua de lluvia; mientras que la recarga es comparativamente menor en el área de lomeríos, donde la caliza está cubierta por una capa de suelo arcilloso que obstaculiza la infiltración.

La descarga natural del acuífero 3105, está integrada por la transpiración de la vegetación, por la evaporación de agua freática que aflora en los cenotes y por el flujo subterráneo que escapa al mar a lo largo de la costa. Tales condiciones de descarga han persistido casi inalteradas hasta la fecha, debido a que la explotación del acuífero no ha modificado significativamente la posición natural de los niveles del agua subterránea, a pesar de que el acuífero se explota a través de varios miles de alumbramientos. Por ello, en general los ecosistemas vinculados con el agua subterránea no han sido afectados ni modificados (SEGOB, 2013).

En Yucatán, el agua subterránea extraída es de un volumen de 856,436,839 m3 al año (Graniel, 2010). Los casos de intrusión salina observados en el nororiente y en el resto del acuífero, debido a las extracciones excesivas de agua dulce que provocan el ascenso de agua salina subyacente, han obligado a las autoridades a restringir en algunos casos los abastecimientos permisibles en el litoral.

El acuífero de la Península de Yucatán se divide en 6 zonas geohidrológicas (Méndez Ramos, 1991), en base a sus características hidrogeológicas e

hidrogeoquímicas: 1) Región Costera, 2) Semicírculo de Cenotes, 3) Planicie Interior, 4) Cerros y Valles, 5) Cuencas Escalonadas y 6) Xpujil.

La unidad de análisis se localiza en la porción norte de la zona geohidrológica denominada Planicie Interior, colinda al poniente con la zona Semicírculo de Cenotes y al norte con la Región Costera.

Se extiende hacia la porción central del estado y al norte del Cordón Puuc, presenta geoformas que van de oquedades de disolución a dolinas y cenotes, con desarrollo cárstico maduro y juvenil; colinda al norte con el semicírculo de cenotes y la región costera y al sur con la zona de cerros y valles, tiene un área que equivale a 52.30% del total estatal.

La litología del acuífero consiste en rocas calizas de colores blancos y cremas del Eoceno y Terciarlo Superior de texturas microcristalinas o bien son espáticas y están dispuestas en estratos medianos a gruesos con alta permeabilidad en materiales consolidados, debido al fracturamiento y solubilidad de las calizas, manifestado por cenotes y grutas. La expresión morfológica de esta área es de una planicie ondulada, con escarpes de pequeña altura en las porciones sur y suroeste, los suelos dominantes son Litosol y Rendzina con buen drenaje.

Los perfiles litológicos de los pozos de la zona presentan calizas, calizas fósilíferas, lutitas verdosas, calizas arcillosas, calizas arenosas y dolomitas, con horizontes arcillosos; aquí se han atravesado cavernas de hasta más de 30 metros bajo el nivel freático.

Es un acuífero libre con profundidad al nivel estático de 15 a 30 m, con abatimientos anuales de 0.70 m; la recarga anual es de 5,408 Mm^3; la extracción estimada es de 167.62 Mm^3 que se realiza por medio de 1,741 aprovechamientos distribuidos por uso de la siguiente manera: agrícola 86.89 Mm^3, industrial 10.25 Mm^3, público-urbano 69.60 Mm^3, rural 0.17 Mm^3, y otros 0.71 Mm^3; se calcula una disponibilidad

de 5,240.38 Mm^3, por lo que se considera el acuífero en estado de subexplotación, con una vulnerabilidad a la contaminación alta.

La calidad del agua para consumo humano va de dulce a salada con mayor ocurrencia de la intermedia y con familias predominantes: mixta, sulfatada-clorurada, principalmente en el límite con la zona de cerros y valles por ser esa un área de mezcla; mixta-clorurada, bicarbonatada; y mixta-bicarbonatada, clorurada con tendencia cálcica. La calidad del agua para riego es la C3-S1 (aguas altamente salinas y bajas en sodio) y la C2-S1 (salinidad media y baja en sodio).

En la zona funcionan sistemas de tratamiento de aguas residuales; principalmente en las granjas porcícolas con base en lagunas de oxidación en mayor proporción, ubicados en los municipios de Abalá, Kopomá, Mama, Cantamayec y Opichén; el destino final de las aguas tratadas es el acuífero, a través de pozos profundos

Problemática hídrica

En general la principal problemática Hídrica del acuífero de la Península de Yucatán, está asociada con la contaminación del acuífero por causas de origen natural y antropogénico que constituye una problemática compleja y dinámica, donde intervienen diversos actores que demandan su aprovechamiento para la satisfacción tanto de necesidades básicas de las personas, como para el impulso de las actividades productivas y el desarrollo económico.

De acuerdo con el Registro Público de derechos del Agua, REPDA, a diciembre de 2010, en la península de Yucatán se tienen registradas 4,549 descargas de aguas residuales no municipales de 2,554 usuarios, las cuales generan anualmente 433 Hm3 de aguas residuales que se infiltran al acuífero. En cuanto a su origen, predominan las aguas de uso en servicios con el 82%, seguida por los de usos acuícola 10%, industrial 5%, generación de energía 2% y pecuario 1%; donde la distribución espacial de las descargas al acuífero, muestra una mayor concentración en la zona de Mérida, Yucatán, y sus municipios conurbados.

En cuanto a descargas municipales, el volumen total anual de estas aguas residuales asciende a 307 Hm3, que generan las localidades urbanas y rurales, observándose que de los 9,073 lps de aguas residuales que generan las poblaciones de la península de Yucatán, solo se recolectan y se tratan 1,906 lps, lo cual representa el 21 por ciento del total generado, situándose muy por debajo de la media nacional del 34%. Cabe aclarar, que, para el estado de Yucatán, no obstante, las importantes inversiones realizadas en los últimos años, el nivel de tratamiento de las aguas residuales, es apenas del 2.83%.

De acuerdo con las proyecciones de crecimiento del CONAPO, la población de la Península de Yucatán crecerá al 2030 a poco más de 6 millones de habitantes, lo que representa un incremento de 2 millones de habitantes, lo que equivale al 48% de la población actual. En cuanto a la zona metropolitana de Mérida, el crecimiento se estima en un 27%. Lo anterior, plantea un extraordinario desafío para el desarrollo de la infraestructura de agua potable y saneamiento para la disposición adecuada de las aguas residuales en la región.

IV.2.2 Aspectos bióticos

IV.2.2.1 Vegetación

En el estado de Yucatán la diversidad de las plantas con flores es enorme; los estimados del número de especies varían de un autor a otro, pero 250 mil especies es un valor frecuente en la literatura. El volumen de información es cuantioso y nadie es capaz de dominar simultáneamente toda esta riqueza, así que los botánicos dedican comúnmente todos sus esfuerzos al estudio de solo un pequeño grupo (una familia o un género).

Hasta la fecha, se reconocen 2 300 especies distribuidas en 956 géneros y 161 familias como nativas o asilvestradas en la Península de Yucatán Mexicana. A nivel de especie, 203 taxones son endémicos de la Provincia Biótica Península de

Yucatán, mientras que 119 están restringidas a la porción mexicana. Las familias *Euphorbiaceae, Fabaceae* y *Orchidaceae* son las que cuentan con el mayor número de especies con distribución restringida a esta área.

Las familias más ricas son las típicas de todos los ecosistemas terrestres tropicales de tierras bajas: Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Orchidaceae y Euphorbiaceae, entre otras. De la misma manera, los géneros más diversos son *Ipomoea L.* (*Convolvulaceae*), *Croton L., Euphorbia L., (Euphorbiaceae) Cyperus L. y Rhynchospora Vahl (Cyperaceae).*

La ubicación del sistema ambiental se encuentra dentro de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán, claramente definida y descrita por Faustino Miranda en 1978, y J. Rzedowsky en 1978, entre otros. Esta se caracteriza por una combinación de factores geomorfológicos, climáticos, edáficos y una estructura de vegetación asociada a ellos. Su riqueza florística está compuesta por elementos de origen mesoamericano, antillano y numerosos endemismos (Fernández-Concha, et. al., 2010). Para realizar la caracterización de las comunidades vegetales y su distribución en el proyecto, se utilizaron herramientas de consulta como: "Los Tipos de vegetación de México y su clasificación", (Miranda y Hernández X, 1963), Rzedowski (Vegetación de México, 1978), Google Herat y Cartografía de INEGI.

Derivado de lo anterior, en el área de la unidad de análisis de nuestro proyecto actualmente se encuentran 15 tipos de usos de suelo y vegetación de acuerdo a la clasificación de INEGI (serie V). De los cuales se desglosan los mas representativos y se dan los porcentajes del sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto en la siguiente tabla (ver tabla IV.11 y figura IV.25)

Tabla IV.11. Uso de suelo y vegetación

No.	Nombre	Área SA (Ha)	Porcentaje	Área AI (Ha)	Porcentaje	Área AP (Ha)		Porcentaje
						Aereo	Subt	
1	Bosque cultivado	222.27	0.100	---	---	---	---	---

No.	Nombre	Área SA (Ha)	Porcentaje	Área AI (Ha)	Porcentaje	Área AP (Ha)		Porcentaje
						Aereo	Subt	
2	Cuerpo de agua	4.61	0.002	---	---	---	---	---
3	Pastizal cultivado	157009.39	70.698	3190.90	66.38	67.29	---	65.07
4	Agricultura de riego semipermanente	963.75	0.434	---	---	---	---	---
5	Agricultura de temporal anual	392.42	0.177	---	---	---	---	---
6	Agricultura de temporal anual y permanente	420.75	0.189	20.92	0.44	---	---	---
7	Manglar	1.44	0.001	---	---	---	---	---
8	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	143.22	0.064	92.78	1.93	1.93	---	1.87
9	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	201.6	0.091	---	---	---	---	---
10	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	417.59	0.188	---	---	---	---	---
11	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	23508.97	10.586	1228.95	25.56	27.85	---	26.93
12	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	34077.18	15.344	256.37	5.33	6.26	---	6.05
13	Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia	2173.76	0.979	---	---	---	---	---
14	Tular	1447.09	0.652	---	---	---	---	---
15	Zona urbana	1101.04	0.496	17.56	0.37	---	0.08	0.08

INEGI SERIE V

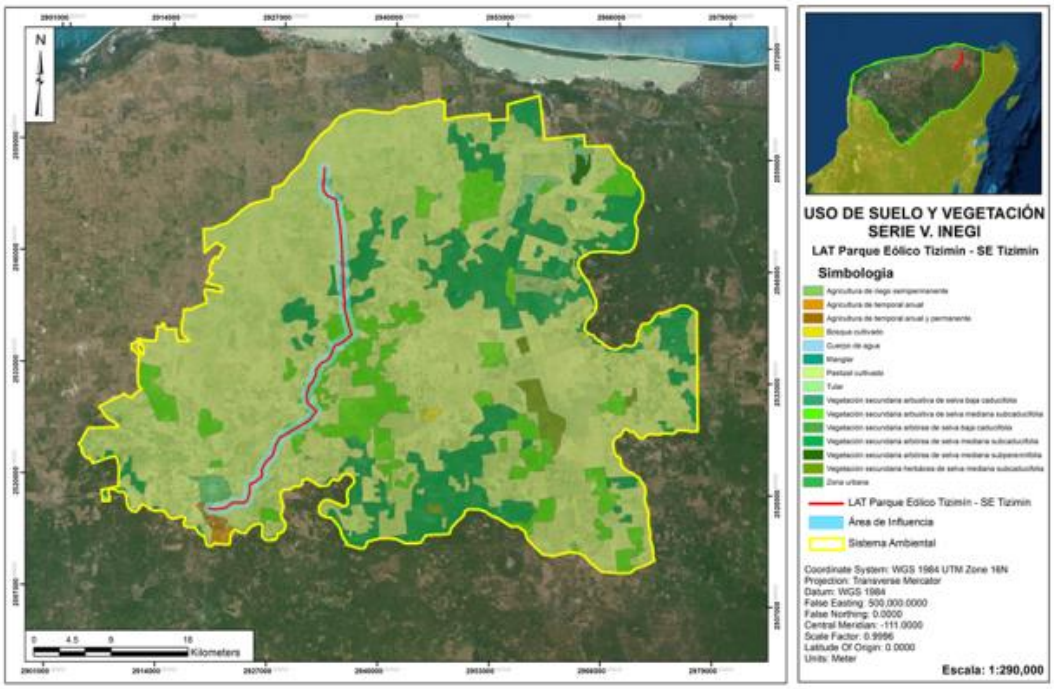


Figura IV.25.- Tipos de vegetación en el sistema ambiental INEGI serie V.

- Pastizal Cultivado (PC)

Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Son pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetumciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

- Agricultura de temporal

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano.

Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia, asi mismo dentro del Sistema Ambiental se encuentra cultivos de maíz sistematizados los cuales ocupan grandes extenciones.

También es común encontrar zonas abandonadas con los cultivos mencionados y en donde las especies naturales han restablecido su sucesión natural al desaparecer la influencia del hombre; en estas condiciones las áreas se clasifican como vegetación natural de acuerdo a su fase sucesional o como vegetación primaria si predominan componentes arbóreos originales. Como ejemplo lo tenemos en condiciones de Selva Alta-Mediana Perennifolia y Subperennifolia Cuerpos de agua.

- Selva Mediana Subcaducifolia (SMS)

Se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre 1 000 y 1 229 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6°C, con una temporada seca muy bien definida y prolongada. Los climas en los que prospera son los Am más secos y preferentemente los Aw. Se localiza entre los 150 y 1 250 m de altitud. El material parental que sustenta a este tipo de vegetación está constituido por rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros, con abundantes rocas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos. Los valores de pH son francamente ácidos o cercanos a la neutralidad, aunque sin llegar a 7. En la Península de Yucatán, sus suelos, aunque pedregosos, tienen una pequeña capa de materia orgánica formada por la gran cantidad de hojas que dejan caer los árboles; poseen afloramiento de rocas calcáreas de colores rojizos y blancos, especialmente en la periferia de la sierra de Ticul y en las hondonadas o rejolladas. Al centro de Veracruz, la selva mediana subcaducifolia se presenta en lomeríos con suelos arenosos o ligeramente arcillosos con buen drenaje. Este tipo de selva presenta en

las zonas de su máximo desarrollo árboles cuya altura máxima oscila entre 25 y 30 m. La densidad de los árboles es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias; sin embargo, a mitad de la temporada de lluvias, en la época de mayor desarrollo de follaje, la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir fuertemente la incidencia de la luz solar en el suelo.

Especies importantes en este tipo de selva son: *Hymenaea courbaril* (guapinol, capomo), Hura p*olyandra* (jabillo, habillo), *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo, ojoche), *Lysiloma bahamensis*, *Enterolobium cyclocarpum* (pich, parota, orejón), *Piscidia piscipula* (habin), *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato), *Agave sp.* (ki), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Ficus* spp. (amate), *Aphananthe monoica*, *Astronium graveolens*, *Bernoullia flammea*, *Sideroxylon cartilagineum*, *Bursera arborea, Calophyllum brasiliense*, *Cordia alliodora*, *C. elaeagnoides*, *Tabebuia donnellsmithii*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus cotinifolia*, F. *Involuta*, *F. mexicana*, *Luehea candida*, *Lysiloma divaricatum*, *Sideroxylon capiri*, *Attalea cohune*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia impetiginosa*, *T. rosea*, *Acacia langlassei, Apoplanesia paniculata, Trichospermum mexicanum, Bursera excelsa, Jacaratia mexicana, Ceiba aesculifolia, Coccoloba barbadensis, Cordia seleriana, Croton draco, Cupania glabra, Esenbeckia berlandieri, Eugenia michoacanensis, Euphorbia fulva, Exothea copalillo, Forchhammeria pallida, Inga laurina, Jatropha peltata, Plumeria rubra, Psidium sartorianum, Swartzia simplex, Licania arborea, Haematoxyon campechianum, Annona purpurea, Lonchocarpus lanceolatus, Diospyros digyna, Pithecellobium dulce, P. lanceolatum, Annona reticulata, Gyrocarpus jatrophifolius, Sideroxylon persimile, Godmania aesculifolia, Manilkara zapota, Vitex mollis, Calycophyllum candidissimum, Pterocarpus acapulcensis, Lafoensi punicaefolia, Andira inermis, Morisonia americana, Homalium trichostemon, Poeppigia procera, Tabebuia impetiginosa, Couepia polyandra, Erythroxylon areolare, Dalbergia* granadillo, *Hauya microcerata* (yoá*); Ficus bemslyana* (amate), *Platymiscium dimorphandrum (*hormiguillo), *Guettarda combsii* (palo de tapón de pumpo), *Wimmeria bartlettii* (hoja menuda de montaña), U*lmus mexicana, Maclura tinctoria y Myroxylon balsamum, Ceiba pentandra, Sideroxylom foetidissimum, Caesalpinia*

gaumeri, Cedrela odorata, Alseis yucatanensis, Spondias mombin, Pseudobombax ellipticum, Astronium graveolens, y *Vitex bemslei*. Las formas de vida epífitas y las plantas trepadoras así como el estrato herbáceo son reducidos en comparación con ambientes mucho más mesófilos. Como epífitas están algunas aráceas como Anthurium tetragonum, bromeliáceas como *Tillandsia brachycaulos* y orquídeas como *Catasetum integerrimum*. Se distribuye principalmente a lo largo de la vertiente sur del Pacífico, aunque se encuentra también en áreas pequeñas del centro de Veracruz y en la parte central y norte de la Península de Yucatán, así como en la Depresión Central de Chiapas.

En México es bien conocido por la utilización de los tallos de *Typha y Scirpus* en la confección artesanal de petates, cestos, juguetes y diversos utensilios. Los carrizales también son de gran importancia para la elaboración estructural de juegos pirotécnicos y muchos objetos artesanales. Algunos sitios se conservan como refugios de aves para la actividad cinegética.

Selva Baja Caducifolia (SBC)

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecoso subsecos. El más común es Aw, aunque tambiénse presenta Bs y Cw. El promedio de temperaturasanuales es superior a 20° C. Las precipitaciones anuales son de 1 200 mm como máximo, teniendo como mínimo a los 600 mm con una temporada seca bien marcada, que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa. Desde el nivel del mar hasta unos 1 700 m, rara vez hasta 1 900 se le encuentra a este tipo de selva, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Esta selva presenta corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10 m, muy eventualmente de hasta 15 m o un poco más). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vida suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave, Opuntia, Stenocereus* y *Cephalocereus*. Este tipo de vegetación tiene su importancia ecológica destacada, la Selva Baja

Caducifolia en la región del Balsas, que es un importante centro de diversidad y endemismo de diferentes especies de Bursera además de que se le considera un importante centro de diversidad de las Fabaceae. En Baja California Sur, son destacables las condiciones de aridez en que estas comunidades se desarrollan.

Las Selvas Bajas Caducifolias son de las que tienen una mayor distribución en México, encontrándose en la Península de Yucatán (occidente, norte y centro), en las llanuras costeras del Golfo, en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental (Veracruz, Tamaulipas y San Luis Potosí), en la Depresión Central de Chiapas, en las estribaciones pacíficas de la Sierra Madre del Sur, en el Istmo de Tehuantepec (Oaxaca), en casi toda la cuenca del Balsas (Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla) y del Tepalcatepec; en la base poniente de la Sierra Madre Occidental, en Jalisco, llegando hasta el sur de Sonora y Chihuahua. También existen comunidades en la parte sur de la Península de Baja California. Selva Baja Caducifolia. Fresnillo de Trujano, Guerrero. Algunas especies que forman parte de estas comunidades son: *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato); *Bursera spp*. (cuajiote, papelillo, copal, chupandia); *Lysiloma spp*. (tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba spp*. (yaaxche', pochote); *Bromelia pinguin* (ch'om); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea spp*. (cazahuate); *Pseudobombax spp*. (amapola, clavellina); *Cordia spp*. (ciricote, cuéramo); *Pithecellobium acatlense* (barbas de chivo); *Amphipteri-gium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena spp*. (waxim, guaje); *Erytrhina sp.* (colorín), *Lysiloma divaricatum*, *Phoebe tampicensis*, *Acacia coulteri, Beaucarnea inermis, Lysiloma acapulcensis, Zuelania guidonia, Pseudophoenix sargentii* (kuká), *Beaucarnea pliabilis, Guaiacum sanctum, Plumeria obtusa, Caesalpinia vesicaria, Ceiba aesculifolia, Diospyros cuneata, Hampea trilobata, Maclura tinctoria, Metopium brownei, Parmentiera aculeata, Pisidicia piscipula, Alvaradoa amorphoides (*camarón o plumajillo*), Heliocarpus reticulatus (namo),Fraxinus purpusii (aciquité o saucillo), Lysiloma demostachys (tepeguaje), Haematoxylon campechianum, Ceiba acuminata (*mosmot o lanita*), Cochlospermum vitifolium, Pistacia mexicana (achín), Bursera bipinnata (copalillo), Sideroxylon celastrinum (*rompezapote*), Gyrocarpus jatrophifolius* (tincui, San

Felipe), *Swietenia humilis* (caoba), *Bucida macrostachya* (cacho de toro), *Euphorbia pseudofulva* (cojambomó de montaña), *Lonchocarpus longipedicellatus*, *Hauya micrócerata* (yoá), *Colubrina ferruginosa* (cascarillo) *Lonchocarpus minimiflorus* (ashicana), *Ficus cookii* (higo), *Heliocarpus reticulatus*, *Cochlospermum vitifolium*, *Gymnopodium antigonoides* (aguana), *Leucaena collinsii* (guaje), *Leucana esculenta (*guaje blanco), L*ysiloma microphylla, Jatropha cinerea, Cyrtocarpa edulis, Bursera laxiflora, Lysiloma candida, Cercidium peninsulare, Leucaena lanceolata, Senna atomaria, Prosopis palmeri, Esenbeckia*flava, Sebastiania bilocularis, Bursera microphylla, *Plumeria rubra, Bursera odorata, Bursera excelsa var. favonialis (*copal*), B. fagaroides var. elongata* y *purpusii, Comocladia engleriana, Cyrtocarpa procera, Lonchocarpus eriocarinalis, Pseudosmodingium perniciosum, Spondias purpurea, Trichilia americana, Bursera longipes, B. morelensis, B. fagaroides, B. lancifolia, B. jorullensis, B. vejarvazquesii, B. submoniliformis, B. bipinnata, B. bicolor, Ceiba parvifolia, Ipomoea murucoides, I. pilosa I. wolcottiana, I. arborescens, Brahea dulcis (*palma de sombrero*), Thevetia ovata, Indigofera platycarpa, Calliandra grandiflora, Celtis iguanaea, Diphysa floribunda, Jacquinia macrocarpa, Malpighia mexicana Pseudo-bombax ellipticum, Crataeva palmeri. C. tapia, Guazuma ulmifolia, Cordia dentata, Cercidium floridum, Acacia farnesiana, Prosopis laevigata, Pereskia lychnidiflora, Licania arborea, Prosopis juliflora, Pithecellobium dulce, Zygia conzattii, Z. flexuosa (*clavelinas*), Achatocarpus nigricans* (limoncillo*), Coccoloba caracasana (papaturro), C. floribundia (*carnero*), Randia armata* (crucecita), *Rauwolfia hirsuta (coralillo), Trichilia hirta, T. trifolia (*mapahuite*); además, de cactáceas como Pachycereus spp. (cardón); Stenocereus spp., Cephalocereus spp, Cephalocereus gaumeri, Lemaireocereus griseus, Acanthocereus pentagonus, Pachycereus pectenaboriginum* y *Pterocereus* gaumeri. Los bejucos son abundantes y las plantas epífitas se reducen principalmente a pequeñas bromeliáceas como Tillandsia spp. En la Península de Yucatán las epífitas son, además, cactáceas y algunas orquídeas.

Vegetación potencial

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica de la vegetación potencial de la región en donde se encuentra nuestro sistema ambiental, en el cual se detectaron 289 especies agrupadas en 70 familias, de las cuales el 50 % se encuentran en solo 8 familias (Fabaceae (46), Orchidaceae (20), Euphorbiaceae (17), Malvaceae (15), Rubiaceae (12), Asteraceae (11), Cactaceae (11) y Bignoniaceae (10), en lo respectivo a la NOM- 059-SEMARNAT-2010 se encontraron doce especies catalogadas en las siguientes categorías: 8 en Amenazadas y cuatro en Protección especial. En la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) se detectaron 27 especies, y en lista roja de la UICN se encontraron 21 especies las cuales se pueden observar en el siguiente listado.

Tabla IV.12 Especies potenciales de vegetación

FAMILIA	ESPECIE	AUTORIDAD	NOM-059	CITES	IUCN
Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	(Vahl) Sm.			
Agavaceae	*Agave angustifolia*	Haw.			
Agavaceae	*Furcraea cahum*	Trel.			
Alismataceae	*Echinodorus sp.*				
Amaranthaceae	*Amaranthus hibrydus*	L.			
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	Jacq.	A		
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Jacq.			
Anacardiaceae	*Spondias radlkoferi*	Donn. Sm.	A		
Annonaceae	*Malmea depressa*	(Baill.) R. E. Fr.			
Annonaceae	*Sapranthus campechianus*	(Kunth) Standl.			
Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	L.			
Apocynaceae	*Gonolobus sp.*	Michx.			
Apocynaceae	*Plumeria obtusa*	L.			
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	L.			
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Kunth.			
Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	(Jacq.) Lodd. Ex Mart.			
Arecaceae	*Pseudophoenix sargentii*	H. Wendl. Ex Sarg.	A		
Arecaceae	*Sabal yapa*	C. Wright ex Becc.			
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Lodd. ex Schult. & Schult.	A		
Asteraceae	*Acmella filipes*	Greenm.			
Asteraceae	*Aster subulatus*	Michx.			
Asteraceae	*Critonia morifolia*	(Mill.)R.M. King & H. Rob.			

Tabla IV.12 Especies potenciales de vegetación

FAMILIA	ESPECIE	AUTORIDAD	NOM-059	CITES	IUCN
Asteraceae	*Critonia aromatisans*	(DC.)R.M. King & H. Rob.			
Asteraceae	*Eupatorium daleoides*	(DC.) Hemsl.			
Asteraceae	*Lasianthaea fruticosa*	(L.) K.M. Becker			
Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	L.			
Asteraceae	*Porophyllum punctatum*	(Mill.) S. F. Blake			
Asteraceae	*Sclerocarpus divaricatus*	(Benth.) Benth & Hook.			
Asteraceae	*Tridax procumbens*	L.			
Asteraceae	*Viguiera dentata*	(Cav.) Spreng.			
Bignoniaceae	*Arrabidaea floribunda*	(Kunth) Loes.			
Bignoniaceae	*Arrabidaea verrugosa*	(Standl.) A.H. Gentry			
Bignoniaceae	*Cydista diversifolia*	(Kunth) Miers.			
Bignoniaceae	*Cydista diversifolia*	(Kunth) Miers.			
Bignoniaceae	*Cydista potosina*	K. Schum. & Loes.			
Bignoniaceae	*Godmania aescutifolia*	(Kunth) Standl.			
Bignoniaceae	*Parmentiera aculeata*	(Kunth) Seem.			
Bignoniaceae	*Parmentiera millspaughiana*	L.O. Williams			
Bignoniaceae	*Pithecoctenium crucigerum*	(L.) A.H. Gentry			
Bignoniaceae	*Tabebuia chrysantha*	(Jacq.) Nicholson	A		
Bixaceae	*Amoreuxia palmatifida*	D.C.	Pr		
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	(Millsp.) Millsp.			
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	(Ruiz & Pav.) Oken			LC
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	DC.			
Boraginaceae	*Ehretia tinifolia*	L.			
Boraginaceae	*Heliotropium angiospermum*	Murray			
Brassicaceae	*Capparis pachaca*	C. Wright ex Radlk.			
Bromeliaceae	*Aechmea bracteata*	(Sw.) Griseb.			
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	(L.)			
Bromeliaceae	*Bromelia plumieri*	(E. Morren) L.B. Sm.			
Bromeliaceae	*Tillandsia elongata*	Kunth.	A		
Bromeliaceae	*Tillandsia fasciculata*	Sw.			
Bromeliaceae	*Tillandsia flexuosa*	Sw.	Pr		
Bromeliaceae	*Tillandsia usneoides*	L.			
Burseraceae	*Bursera schlechtendalii*	Engl.			
Burseraceae	*Bursera simaruba*	(L.) Sarg.			
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	(L.) Hummelink			LC
Cactaceae	*Epiphyllum hookeri*	Haw.		II	
Cactaceae	*Hylocereus undatus*	Britton & Rose			
Cactaceae	*Lemaireocereus griseus*	(Haw.) Britton & Rose		II	

Tabla IV.12 Especies potenciales de vegetación

FAMILIA	ESPECIE	AUTORIDAD	NOM-059	CITES	IUCN
Cactaceae	*Mammillaria gaumeri*	(Britton & Rose) Orcutt.	Pr	II	
Cactaceae	*Nopalea gaumeri*	Britton & Rose			
Cactaceae	*Opuntia stricta*	Haw.			LC
Cactaceae	*Pilosocereus gaumeri*	(Britton & Rose) Backeb.			LC
Cactaceae	*Pterocereus gaumeri*	(Britton & Rose) Th. MacDoug. & Miranda	Pr	II	EN
Cactaceae	*Stenocereus eichlamii*	Britton & Rose			DD
Cactaceae	*Stenocereus laevigatus*	(Salm-Dyck) Buxb.		II	
Capparaceae	*Capparis flexuosa*	(L) L.			
Capparaceae	*Capparis frondosa*	Jacq.			
Capparaceae	*Quadrella incana*	(Kunth)			
Caricaceae	*Carica papaya*	L.			
Celastraceae	*Eleaodendron trichotomum*	(Turcz.)			
Celastraceae	*Hippocratea excelsa*	Kunth.			
Cochlospermaceae	*Cochlospermum vitifolium*	(Willd.) Spreng.			
Commelinaceae	*Commelina erecta*	L.			LC
Connaraceae	*Rourea glabra*	Kunth.			
Convolvulaceae	*Ipomoea carnea*	Jacq.			
Convolvulaceae	*Ipomoea indica*	(Burm. F.) Merr			
Cucurbitaceae	*Momordica charantia*	L.			
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulacea*	Schltdl. & Cham.			
Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	S.F. Blake			
Ebenaceae	*Diospyros campechiana*	Lundell			
Ebenaceae	*Diospyros cuneata*	Standl.			
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	Humb. & Bonpl. ex Willd.			
Ebenaceae	*Diospyros yatesiana*	Standl. ex Lundell			
Erythroxylaceae	*Erythroxylum areolatum*	L.			
Erythroxylaceae	*Erythroxylum bequaertii*	Standl.			
Erythroxylaceae	*Erythroxylum confusum*	Britton			
Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Lunan			
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	(Mill.) I. M. Johnst			
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus*	(Pax) I. M. Johnst.			
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus souzae*	Mc Vaugh			
Euphorbiaceae	*Croton draco*	Schltdl. & Cham.			
Euphorbiaceae	*Croton flavens*	L.			
Euphorbiaceae	*Croton lundellii*	Standl.			
Euphorbiaceae	*Croton niveus*	Jacq.			
Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	Kunth.			

Tabla IV.12 Especies potenciales de vegetación

FAMILIA	ESPECIE	AUTORIDAD	NOM-059	CITES	IUCN
Euphorbiaceae	*Croton sp.*				
Euphorbiaceae	*Dalechampia scandens*	L.			
Euphorbiaceae	*Euphorbia schlechetendalii*	Boiss.			
Euphorbiaceae	*Euphorbia tithymaloides*	L.			
Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	Sw.			
Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Greenm.			
Euphorbiaceae	*Plukenetia penninervia*	Müll. Arg.			
Euphorbiaceae	*Sebastiana adenophora*	Pax & K. Hoffm.			
Euphorbiaceae	*Tragia yucatanensis*	Millsp.			
Fabaceae	*Acacia angustissima*	(Mill.) Kuntze			
Fabaceae	*Acacia cornigera*	(L.) Willd.			
Fabaceae	*Acacia dolichostachya*	S.F. Blake			
Fabaceae	*Acacia farnesiana*	(L.) Willd.			
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Schltdl. & Cham.			
Fabaceae	*Acacia riparioides*	(Britton & Rose) Standl.			
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	L.			
Fabaceae	*Bauhinia herrerae*	(Britton & Rose) Standl.			
Fabaceae	*Bauhinia ungulata*	L.			
Fabaceae	*Caesalpinia gaumeri*	(Britton & Rose) Greenm.			
Fabaceae	*Caesalpinia mollis*	(Kunth) Spreng.			
Fabaceae	*Caesalpinia yucatanensis*	(Britton & Rose) Greenm.			
Fabaceae	*Chamaecrista glandulosa*	L.			LC
Fabaceae	*Dalbergia glabra*	(Mill.) Standl.			
Fabaceae	*Delonix regia*	(Bojer ex Hook.) Raf.			LC
Fabaceae	*Desmodium procumbens*	(Mill.) Hitchc.			
Fabaceae	*Diphysa carthagenensis*	Jacq.			LC
Fabaceae	*Enterolobium ciclocarpum*	Griseb.			
Fabaceae	*Galactia multiflora*	B. L. Rob.			
Fabaceae	*Galactia spiciformis*	Torrey et Gray.			
Fabaceae	*Galactia striata*	(Jacq.) Urb.			
Fabaceae	*Gliricidia maculata*	(Kunth) Kunth ex Walp.			
Fabaceae	*Haematoxylum campechianum*	L.			
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	(Lam.) de Wit			
Fabaceae	*Lonchocarpus guatemalensis*	Lundell			LC
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Benth.			
Fabaceae	*Lonchocarpus yucatanensis*	Pittier			
Fabaceae	*Lysiloma bahamense*	Benth.			
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Benth.			

Tabla IV.12 Especies potenciales de vegetación

FAMILIA	ESPECIE	AUTORIDAD	NOM-059	CITES	IUCN
Fabaceae	*Mucuna pruriens*	(L.) DC.			
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	(L.) Sarg.			
Fabaceae	*Pithecellobium lanceolatum*	Humb. & Bonpl. ex Willd.			
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Standl.			
Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Britton & Rose			
Fabaceae	*Senna racemosa*	Mill.			
Fabaceae	*Swartzia cubensis*	Britton & P.Wilson			
Fabaceae	*Desmodium scorpiurus*	(Sw.) Desv.			
Fabaceae	*Desmodium sp.*				
Fabaceae	*Dialium guianense*	(Aubl.) Sandwith.			
Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	(Berland.) Barneby & J.W. Grimes.			LC
Fabaceae	*Erythrina standleyana*	Krukoff			
Fabaceae	*Havardia albicans*	(Kunth) Britton & Rose			
Fabaceae	*Lonchocarpus longistylus*	Pittier			
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	(L.) Benth			
Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	(Roxb.) Benth.			
Fabaceae	*Vigna candida*	(Vell.) Maréchal, Mascherpa & Stainier.			
Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Kunth.			
Lamiaceae	*Leonotis nepetifolia*	(L.) R. Br.			
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Greenm.			EN
Lauraceae	*Nectandra coriacea*	(Sw.) Griseb.			
Lauraceae	*Nectandra salicifolia*	(Kunth) Nees			
Loranthaceae	*Psittacanthus mayanus*	Standl. & Steyerm.			
Loranthaceae	*Struthanthus cassythoides*	Millsp. ex Standl.			
Malpighiaceae	*Bunchosia glandulosa*	(Cav.) DC.			
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	(L.) Kunth			
Malpighiaceae	*Hiraea reclinata*	Jacq.			
Malpighiaceae	*Malpighia glabra*	L.			
Malpighiaceae	*Stigmaphyllon ellipticum*	(Kunth) A. Juss			
Malvaceae	*Anoda cristata*	(L.) Schltdl			
Malvaceae	*Bakeridesia gaumeri*	(Standley) D.M. Bates			
Malvaceae	*Byttneria aculeata*	(Jacq.) Jacq.			
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	(Kunth) Britt. & Baker f.			
Malvaceae	*Ceiba pentandra*	Gaertn.			
Malvaceae	*Corchorus aestuans*	L.			
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Lam.			
Malvaceae	*Hampea latifolia*	Standl.			

Tabla IV.12 Especies potenciales de vegetación

FAMILIA	ESPECIE	AUTORIDAD	NOM-059	CITES	IUCN
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Standl.			
Malvaceae	*Helicteres baruensis*	Jacq.			
Malvaceae	*Hibiscus poeppigii*	(Spreng.) Garcke.			
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Cav.			
Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	(Kunth) Dugand			
Malvaceae	*Sida acuta*	Burm. F.			
Malvaceae	*Sida urens*	L.			
Meliaceae	*Cedrela odorata*	L.		III	VU
Meliaceae	*Guarea petenensis*	Coronado			
Meliaceae	*Trichilia glabra*	L.			
Menispermaceae	*Hyperbaena winzerlinghii*	Standl.			
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Sw.			
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Kunth.			
Moraceae	*Ficus pertusa*	L.			
Moraceae	*Maclura tinctoria*	L.			
Myrsinaceae	*Ardisia escallonioides*	Schltdl. & Cham.			
Myrtaceae	*Eugenia acapulcensis*	Steud.			
Myrtaceae	*Eugenia axillaris*	(Sw.) Willd.			
Myrtaceae	*Eugenia buxifolia*	Lam.			
Myrtaceae	*Eugenia yucatanensis*	Standl.			
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	(O. Berg) Nied.			
Nolinaceae	*Beaucarnea pliabilis*	(Baker) Rose	A		
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	L.			
Ochnaceae	*Ouratea lucens*	(Kunth) Engl.			
Olacaceae	*Ximenia americana*	L.			
Orchidaceae	*Acianthera tikalensis*	(Correl & C. Schweinf.)		II	
Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Hook. & Arn.		II	
Orchidaceae	*Cohniella ascendens*	(Lind.) Christenson.		II	
Orchidaceae	*Cohniella cebolleta*	(Jacq.) Christenson.		II	
Orchidaceae	*Encyclia guatemalensis*	Dressler & G.E. Pollard.		II	
Orchidaceae	*Epidendrum flexuosum*	G.F.W. Mey.		II	
Orchidaceae	*Leochilus labiatus*	(Sw.) Kuntze.		II	
Orchidaceae	*Lophiaris andrewsiae*	R.Jiménez & Carnevali.		II	
Orchidaceae	*Lophiaris oerstedii*	Rchb.f.		II	
Orchidaceae	*Myrmecophila sp.*			II	
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata*	Lindl.		II	LC
Orchidaceae	*Polystachya clavata*	Lindl.		II	
Orchidaceae	*Rhyncholaelia digbyana*	(Benth.) Schltr.		II	

Tabla IV.12 Especies potenciales de vegetación

FAMILIA	ESPECIE	AUTORIDAD	NOM-059	CITES	IUCN
Orchidaceae	*Sacoila lanceolata*	(Aubl.) Garay		II	
Orchidaceae	*Sarcoglottis assurgens*	(Rchb.f.) Schlechter		II	
Orchidaceae	*Triphora gentianoides*	(Spreng.) Ames & Schltr.		II	
Orchidaceae	*Triphora yucatanensis*	Ames.		II	
Orchidaceae	*Vanilla insignis*	Ames.		II	
Orchidaceae	*Vanilla odorata*	Presl.		II	
Orchidaceae	*Vanilla planifolia*	Andrews.		II	
Orobanchaceae	*Castilleja arvensis*	Schltdl. & Cham.			
Passifloraceae	*Passiflora ciliata*	Aiton			
Phyllanthaceae	*Astrocasia tremula*	(Griseb.) G. L. Webster			LC
Piperaceae	*Piper amalago*	L.			
Poaceae	*Andropogon glomeratus*	(Walter) Britton, Sterns & Poggenb.			
Poaceae	*Chloris inflata*	Link			
Poaceae	*Eragrostis aff. ciliaris*	(L.) R. Br.			
Poaceae	*Eragrostis dominguensis*	(Pers.) Steud.			
Poaceae	*Eragrostis sp.*				
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	(L.) Hitchc.			LC
Poaceae	*Panicum hirsutum*	Sw.			
Poaceae	*Panicum trichoides*	Sw.			
Poaceae	*Paspalum notatum*	Flüggé			
Polygoniaceae	*Antigonon leptopus*	Hook. & Arn.			
Polygoniaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Standl.			
Polygoniaceae	*Coccoloba barbadensis*	Jacq.			
Polygoniaceae	*Coccoloba cozumelensis*	hemsl.			
Polygoniaceae	*Coccoloba spicata*	Lundell			
Polygoniaceae	*Coccoloba spicata*	Lundell			
Polygoniaceae	*Gymnopodium floribundum*	Rolfe			
Polygoniaceae	*Neomillspaughia emarginata*	(H. Gross) S. F. Blake			
Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	L.			
Portulacaceae	*Portulaca pilosa*	L.			
Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	(Sw.) Krug & Urb.			
Rhamnaceae	*Colubrina elliptica*	(Sw.) Brizicky & W.L.Stern			
Rhamnaceae	*Krugiodendron ferreum*	(Vahl) Urb.			
Rubiaceae	*Alseis yucatanensis*	Standl			
Rubiaceae	*Chiococca alba*	(L.) Hitchc.			LC
Rubiaceae	*Cosmocalyx spectabilis*	Standl.			
Rubiaceae	*Crusea hispida*	(Mill.) B.L. Rob.			

Tabla IV.12 Especies potenciales de vegetación

FAMILIA	ESPECIE	AUTORIDAD	NOM-059	CITES	IUCN
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Urb.			
Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Sw.			
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Jacq.			
Rubiaceae	*Morinda panamensis*	Seem			
Rubiaceae	*Morinda royoc*	L.			
Rubiaceae	*Psychotria microdon*	(D.C.) Urb.			
Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Sw.			
Rubiaceae	*Randia obcordata*	S. Watson			
Rutaceae	*Casimiroa tetrameria*	Millsp.			
Rutaceae	*Esenbeckia pentaphylla*	(Macfad.) Griseb.			
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Kunth.			
Salicaceae	*Laetia thamnia*	L.			
Salicaceae	*Samyda yucatanensis*	Standl.			
Salicaceae	*Zuelania guidonia*	(Sw.) Britton & Millsp.			
Santalaceae	*Phoradendron quadrangulare*	(Kunth) Griseb.			
Sapindaceae	*Blomia prisca*	(Standl.) Lundell			
Sapindaceae	*Exothea diphylla*	(Standl.) Lundell			
Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis*	Kunth.			
Sapindaceae	*Paullinia tomentosa*	Jacq.			
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	L.			
Sapotaceae	*Chryzophyllum mexicanum*	Brandegee in Standl.			
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	(L.) P. Royen			
Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	(Kunth) Baehni			
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	(Mill.) T. D. Penn.			
Sapotaceae	*Sideroxylon celastrinum*	(Kunth.) T.D.Penn.			
Sapotaceae	*Sideroxylon floribundum ssp. belizense*	(Lundell) T. D. Penn.			
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Humb. Ex.Roem. & Schult.			
Sapotaceae	*Sideroxylon salicifolium*	(L.) Lam.			
Scrophulariaceae	*Capraria frutescens*	(Mill.) Britten			
Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	D.C.			
Solanacea	*Solanum tridynamum*	Dunal			
Typhaceae	*Typha sp.*				LC
Ulmaceae	*Celtis iguanea*	(Jacq.) Sarg			
Urticaceae	*Cecropia peltata*	L.			
Verbenaceae	*Lantana camara*	L.			
Verbenaceae	*Lantana canescens*	Kunth.			
Verbenaceae	*Lippia myriocephala*	Schltdl. & Cham.			

Tabla IV.12 Especies potenciales de vegetación

FAMILIA	ESPECIE	AUTORIDAD	NOM-059	CITES	IUCN
Verbenaceae	*Phyla nodiflora*	(L.) Greene			LC
Verbenaceae	*Stachytarpheta grisea*	Moldenke			
Verbenaceae	*Tamonea curassavica*	(L.) Pers			
Violaceae	*Hybanthus yucatanensis*	Millsp.			
Zygophyllaceae	*Guaiacum sanctum*	L.	A	II	EN

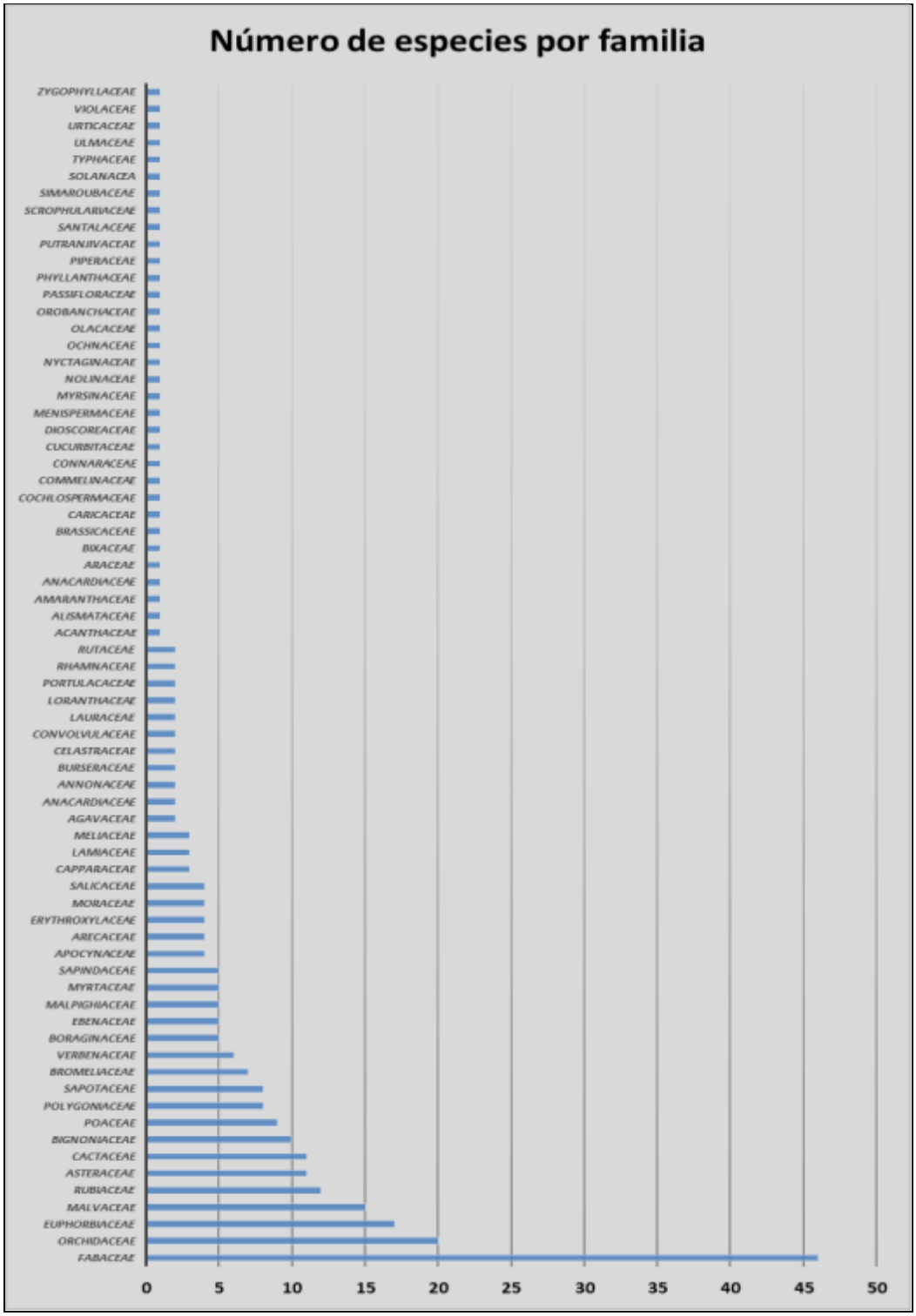


Figura IV.26 Número de especies por familia.

Vegetación registrada en el área donde se ubica el proyecto

Considerando que la única vegetación que se afectará por la construcción del presente proyecto es, según la cartografía de INEGI serie V, la catalogada como pastizal cultivado, pero realmente se observaron en campo áreas con vegetación de los siguientes tipos; secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y en mayor porcentaje pastizales cultivados; se hizo un análisis de estos tipos de vegetación, para lo cual se levantaron diez sitios de muestreo en el área de influencia de nuestro proyecto.

Se le consideró como vegetación de importancia ecológica a la vegetación del tipo de "vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y en mayor porcentaje pastizales cultivados" y se muestreo en diez polígonos. Los cuales se describen, en base a los muestreos y análisis realizados.

En esta visita de campo se realizó un reconocimiento del área, registro de los diferentes factores ambientales, condiciones ecológicas y aspectos socioeconómicos y posteriormente se realizó la medición o registro de los parámetros de los individuos vegetales y sus comunidades conforme a los siguientes puntos.

a) De acuerdo a la clasificación de INEGI (Serie V), se definió una comunidad vegetal en el área del proyecto (pastizal cultivado) detectándose en campo áreas con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y en mayor porcentaje pastizales cultivados. Se estableció la cantidad de sitios de muestreo en sitios cercanos, esto con el fin

obtener una muestra representativa, tanto de su estructura, composición y condiciones ecológicas.

b) En cada sitio se hicieron recorridos con el objeto de seleccionar las áreas de acceso y así establecer las parcelas de muestreo mediante un muestreo estratificado se seleccionaron las unidades de medición (cuadros) al azar en un área determinada, es decir, subdividir la zona asegurándose que la variabilidad queda representada en los distintos estratos o ambientes que representan variación (Tiner 1999), por ejemplo, zonas de vegetación observadas a simple vista.

c) Se determinó realizar parcelas de cincuenta metros por veinte metros para la vegetación arbórea y parcelas de cinco por cinco metros para el estrato arbustivo, por último, se realizaron parcelas de un metro por un metro para el estrato herbáceo después se procedió a medir y a contabilizar a todos los individuos presentes.

d) En cada parcela se registró nombre de la especie, número de individuos, altura de cada uno de ellos y su cobertura. Así mismo, se registraron características físicas y ecológicas del sitio.

e) Trabajo de gabinete. Se identificaron las especies y se determinó los parámetros estructurales de la comunidad como: densidad relativa, cobertura relativa y frecuencia relativa con el fin de obtener el valor de importancia de cada especie mediante la suma de los parámetros relativos para posteriormente proceder a la descripción de cada comunidad vegetal.

Basado en los objetivos propuestos, recursos y en la superficie total del proyecto, se determinó el número de las muestras las cuales quedaron distribuidas de la siguiente manera. (Figuras IV.27 y IV.28 y tablas IV.13, IV.14 y IV.15)

Tabla IV.13 Cantidad de sitios de muestreo de vegetación por estrato.

Arbóreas	Arbustivas	Herbáceas
10	10	10

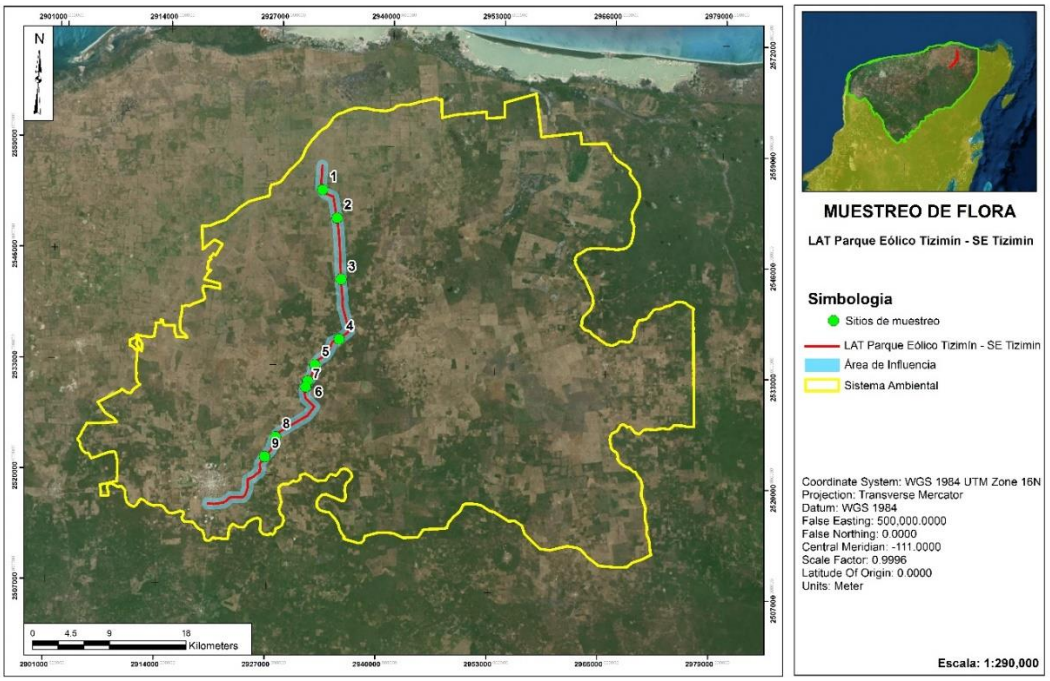


Figura IV.27 Distribución de los sitios de muestreo

.

Tabla IV.14 Coordenadas de los sitios de muestreo

Lugar	Sitio	Coordenadas UTM	
		X	Y
Muestreo	1	396729.93	2368760.17
	2	397879.97	2365502.99
	3	397462.95	2358786.25
	4	396411.21	2352340.95
	5	396411.21	2352340.95
	6	393422.11	2349892.06
	7	392422.4	2348233.06
	8	392123.18	2347627.93
	9	388164.99	2342605.38
	10	386714.04	2340634.56

Tabla IV.15 Intensidad de muestreo.

Estrato de vegetación	Superficie ha	No de sitios muestreados	Tamaño de la muestra (m^2)
Arbórea	1	10	1000
Arbustiva	0.025	10	25
Herbácea	0.001	10	1

El esquema del inventario para recabar la información presente en base a este tipo de vegetación la cual es la recomendada, según la bibliografía en base a sus condiciones fue en sitios cuadrados de 50 x 20 (1000 m^2) para el etrato arbóreo y de 5 m. x 5 m. (25 m^2) para el estrato arbustivo y de 1 m x 1 m. (1 m^2) para el estrato herbáceo. Los datos levantados para cada especie fueron los necesarios para generar la información de este estudio (nombre común, altura, cobertura de copa y observaciones físicas y biológicas de su hábitat). Se procedió a analizarlo utilizando el modelo llamado "Curva de acumulación de especies" el cual se describe a continuación:

Curvas de acumulación de especies

Una forma de evaluar la diversidad alfa a partir de inventarios obtenidos con diferente esfuerzo de muestreo es mediante curvas de acumulación. Este tipo de curva se define como una gráfica del número acumulado de especies en función de alguna medida del esfuerzo aplicado, para obtener esa muestra (Hayek y Buzas, 1997). Existen diversos modelos matemáticos que pueden ajustarse para describir las curvas de acumulación y extrapolar su tendencia. Estos modelos pueden ser asintóticos si la probabilidad de añadir nuevas especies a la lista eventualmente alcanza cero, o no asintóticos si esta probabilidad nunca alcanza cero (Soberón y Llorente, 1993).

Ecuación de Clench

$$E_{(s)} = \frac{ax}{1} + bx$$

Según este modelo, la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme más tiempo se pase en el campo, es decir, la probabilidad de añadir especies nuevas eventualmente disminuye, pero la experiencia en el campo aumenta (Soberón y Llorente, 1993).

Soberón y Llorente (1993) predicen la riqueza total de un sitio como el valor del número de especies al cual una curva de acumulación de especies alcanza la asíntota. Para los modelos de dependencia líneal y de Clench dicha asíntota se calcula como la relación a/b. Por esta razón estos modelos, se consideran asintóticos, a diferencia del modelo logarítmico que es no-asintótico. Con el modelo exponencial en ocasiones la asíntota tiene un valor menor que el número de especies registrado. En cualquiera de estos modelos el orden en el que las muestras son añadidas al total puede afectar la forma de la curva. Para eliminar esta arbitrariedad se recomienda aleatorizar el orden del muestreo (Colwell y Coddington, 1994; Moreno y Halffter, 2001).

Estas funciones de acumulación de especies, basadas en un modelo adecuado de los métodos de colecta, permiten la predicción de la riqueza específica (máxima o para un esfuerzo de muestreo definido), tomando en cuenta que una muestra sesgada tanto temporal como espacialmente no es útil para la extrapolación, por lo que dicha extrapolación sólo será válida para las condiciones temporales y espaciales de la muestra

Este modelo de acumulación permite:

1) Estimar el número de especies potencialmente capturables con cierto método en un área.
2) Evaluar que tan completos han sido los inventarios en registrar todas las especies esperables
3) Comparar la riqueza específica entre inventarios realizados con diferente esfuerzo de muestreo.

4) Estimar el esfuerzo mínimo requerido para registrar un porcentaje deseado del número total de especies potenciales en un área y con ello establecer normas generales para áreas equivalentes que permitan ahorrar tiempo y costos.

Gráfica. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se ha registrado todas las especies (asíntota) (Tomado de Escalante-Espinosa, 2003).

Resultados de la aplicación del método:

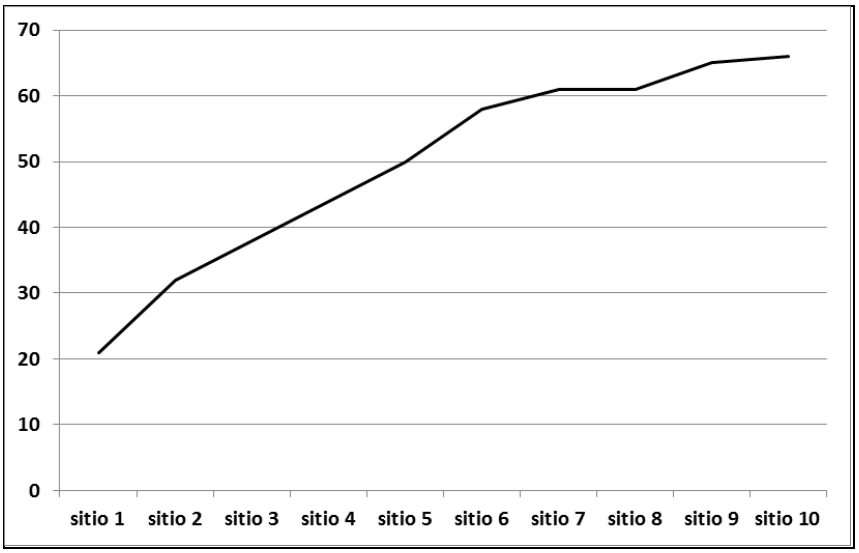


Figura IV.28 Curva de acumulación de especies

Como se muestra en la gráfica, la curva de acumulación de especies ya casi ha alcanzado la asíntota, lo cual nos indica que el esfuerzo en la intensidad de muestreo ya ha alcanzado una muestra representativa para cada comunidad vegetal identificada.

A continuación, se describen los aspectos biológicos, estructura y composición de la comunidad vegetal de cada uno de los estratos muestreados.

Composición florística

De acuerdo a los trabajos de campo se registraron en los tres estratos un total de 103 especies, agrupadas en 32 familias de las cuales solo dos familias representan los 42 % del total, estas son la familia Fabacae con un 32 % y la Malvaceae con un 15 %. De las especies distribuidas en este espacio, solamente dos se encuentra en algún estatus de protección de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas son las especies *Astronium graveolens* y la especie *Spondias radlkoferi*ambas en estatus de Amenazadas (A).

Tabla IV.16 Conformacion florística.

Familia	Especie	NOM-059
Acanthaceae	*Aphelandra deppeana*	
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	A
Annonaceae	*Sapranthus campechianus*	
Apocynaceae	*Bahuinia divarigata*	
Arecaceae	*Sabal yapa*	
Asteraceae	*Eupatorium odoratum*	
Bignoniaceae	*Arrabidaea floribunda*	
Bignoniaceae	*Amphilophium paniculatum*	
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	
Boraginaceae	*Bursera simaruba*	
Boraginaceae	*Tournefortia glabra*	
Boraginaceae	*Tournefortia glabra*	
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	
Capparaceae	*Forchhammeria trifoliata*	
Caricaceae	*Carica mexicana*	
Cecropiaceae	*Cecropia peltata*	
Convolvulaceae	*Ipomoea crinicalyx*	
Euphorbiaceae	*Coccoloba cozumalensis*	
Euphorbiaceae	*Coccoloba acapulcensis*	
Euphorbiaceae	*Coccoloba barbadensis*	
Euphorbiaceae	*Coccoloba spicata*	
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus*	

Tabla IV.16 Conformacion florística.

Familia	Especie	NOM-059
Euphorbiaceae	*Acalypha leptopoda*	
Fabaceae	*Acacia pennatula*	
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	
Fabaceae	*Centrosema plumieri*	
Fabaceae	*Gymnopodium floribundum*	
Fabaceae	*Guazuma ulmifolia*	
Fabaceae	*Acacia globulifera*	
Fabaceae	*Phoebe longicaudata*	
Fabaceae	*Cordia alliodora*	
Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	
Fabaceae	*Havardia albicans*	
Fabaceae	*Caesalpinia yucatenensis*	
Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	
Fabaceae	*Ehretia tinifolia*	
Fabaceae	*Acacia glomerosa*	
Fabaceae	*Albizia adinocephala*	
Fabaceae	*Croton glabellus*	
Fabaceae	*Croton flavens*	
Fabaceae	*Caesalpinea gaumery*	
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	
Fabaceae	*Cordia gerascanthus*	
Fabaceae	*Diospyros anisandra*	
Fabaceae	*Erytrhoxylum confusum*	
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	
Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	
Fabaceae	*Swartzia cubensis*	
Fabaceae	*Swartziana sp*	
Fabaceae	*Acacia cornigera*	
Fabaceae	*Diospyros cuneata*	
Fabaceae	*Erythrina folkersii*	
Fabaceae	*Erythrina standleyana*	
Fabaceae	*Zapoteca formosa*	
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	
Malpighiaceae	*Jatropha gaumeri*	
Malpighiaceae	*Malpighia glabra*	
Malpighiaceae	*Bunchosia swartziana*	
Malvaceae	*Hampea trilobata*	

Tabla IV.16 Conformacion florística.

Familia	Especie	NOM-059
Malvaceae	*Triumfetta ulmifolia*	
Malvaceae	*Triumfetta semitriloba*	
Malvaceae	*Lysiloma latisiliquum*	
Malvaceae	*Lonchocarpus xuul*	
Malvaceae	*Lonchocarpus rugosus*	
Malvaceae	*Lonchocarpus latifolius*	
Malvaceae	*Lonchocarpus sp.*	
Malvaceae	*Luehea candida*	
Malvaceae	*Lonchocarpus castilloi*	
Malvaceae	*Hampea integerrima*	
Malvaceae	*Lonchocarpus parviflorus*	
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	
Malvaceae	*Abutilon permole*	
Malvaceae	*Sida acuta*	
Meliaceae	*Maclura tinctoria*	
Moraceae	*Piscidia piscipula*	
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	
Moraceae	*Psidium sartorianum*	
Moraceae	*Pisonia aculeata*	
Moraceae	*Pisonia aculeata*	
Myrtaceae	*Eugenia yucatanensis*	
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	
Myrtaceae	*Eugenia winzerlingii*	
Phyllanthaceae	*Margaritaria nobilis*	
Polygonaceae	*Randia truncata*	
Polygonaceae	*Platymiscium yucatanum*	
Polygonaceae	*Randia gaumeri*	
Rubiaceae	*Simira salvadorensis*	
Rubiaceae	*Blepharidium guatemalense*	
Rubiaceae	*Senna atomaria*	
Rubiaceae	*Alseis yucatanensis*	
Rubiaceae	*Machaonia lindeniana*	
Rutaceae	*Spondias mombin*	
Rutaceae	*Spondias radlkoferi*	A
Sapindaceae	*Talisia olivaeformis*	
Sapindaceae	*Serjania goniocarpa*	
Simaroubaceae	*Thouinia paucidentata*	
Solanaceae	*Solanum americanum*	

Tabla IV.16 Conformacion florística.

Familia	Especie	NOM-059
Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	
Theophrastaceae	*Jacquinia macrocarpa*	
Ulmaceae	*Phyllostylon brasiliensis*	
Verbenaceae	*Vitex gaumeri*	
Verbenaceae	*Trichilia glabra*	

La determinación de los índices de valor de importancia se realizó de la siguiente manera:

$$Densidad = \frac{Número\ de\ individuos}{Área\ muestreada}$$

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ por\ especie}{Total\ de\ densidad\ de\ todas\ la\ especies} x\ 100$$

$$Dominancia = \frac{Total\ del\ área\ basal\ o\ cobertura\ de\ copa}{Área\ muestreada} x100$$

$$Dominancia\ relativa = \frac{Dominancia\ por\ cada\ especie}{Total\ de\ dominacia\ de\ todas\ la\ especies} x100$$

$$Frecuencia = \frac{En\ cuantos\ muestreo\ ocurrio\ la\ especie}{Total\ de\ muestreo} x100$$

$$Frecuencia\ relativa\ \frac{En\ cuantos\ muestreo\ ocurrio\ la\ especie}{Total\ de\ muestreo} x100$$

$$Valor\ de\ importancia = \frac{Densidad\ relativa + Dominancia\ relativa + Frecuencia\ relativa}{3} x100$$

$$índice\ de\ dominancia\ relativa = \frac{Densidad\ relativa + Dominancia\ relativa}{2} x100$$

En cuanto a los parámetros de las condiciones de la vegetación y derivado de las condiciones de las especies detectadas se optó por separarlas en tres estratos, estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo para su análisis.

A continuación, se presentan los valores relativos de las densidades, frecuencias y dominancias, así mismo el valor de importancia de las especies de acuerdo a la estructura de la vegetación registrada en el área de influencia del proyecto.

➢ Estrato Arbóreo

En el análisis para el estrato arbóreo se detectaron sesenta y seis especies en total, siendo la especie *Piscidia piscipula* la mas dominante con un 25.14 % de índice de dominancia relativa, seguido de las especies *Acacia pennatula* con un 10.50 % y la especie *Vitex gaumeri*con un 6.41 %, por el contrario las especies menos representadas fueron *Pisonia aculeata*con 0.04 % y *Chrysophyllum mexicanum, Carica mexicana, Chrysophyllum mexicanum*y*Sapranthus campechianus*,con un índice de 0.05 respectivamente. De las especies distribuidas en este espacio, solamente dos se encuentran en algún estatus de protección de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas son las especies *Astronium graveolens* y la especie *Spondias radlkoferi,* ambas en estatus de Amenazadas (A).

Tabla III.17 Valor de importancia de las especies del estrato arbóreo.

Nombre Científico	Nombre Común	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Indice de dominancia relativa	IVI
Piscidia piscipula	Jabin	302	24.65	25.63	2.35	25.14	18.33
Acacia pennatula	Algarrobo	162	13.22	7.77	0.59	10.50	7.39
Gymnopodium floribundum	Pata de venado	97	7.92	4.18	0.59	6.05	5.40
Vitex gaumeri	Yaxnik	59	4.82	8.00	1.18	6.41	5.84
Bursera simaruba	Palo mulato	54	4.41	7.25	1.18	5.83	5.26
Guazuma ulmifolia	Guásimo	53	4.33	3.85	1.18	4.09	3.70
Hampea trilobata	Majaua	31	2.53	1.79	4.12	2.16	2.22
Acacia globulifera	Subinche	31	2.53	2.66	0.59	2.59	2.91
Psidium sartorianum	Sipche	24	1.96	2.22	2.35	2.09	2.37
Coccoloba cozumalensis	Boob	23	1.88	1.21	0.59	1.54	1.62
Cochlospermum vitifolium	Algodón	22	1.80	1.55	2.35	1.67	1.31
Cordia alliodora	Nogal cafetero	20	1.63	2.33	1.76	1.98	1.71
Ebenopsis ebano	Ébano	18	1.47	1.69	2.35	1.58	1.64
Lysiloma latisiliquum	Tsalam	18	1.47	2.25	1.76	1.86	2.22
Tournefortia glabra	chun chuluk	17	1.39	1.45	0.59	1.42	1.93
Havardia albicans	chukum	17	1.39	1.45	1.18	1.42	1.34
Sabal yapa	Palma	17	1.39	5.18	0.59	3.29	3.37
Caesalpinia yucatenensis	Cocoite negro	16	1.31	1.10	0.59	1.20	1.59
Lonchocarpus xuul	Xhull	16	1.31	0.94	0.59	1.12	1.34
Astronium graveolens	jobillo	15	1.22	0.58	0.59	0.90	0.99
Coccoloba acapulcensis	Toon yuul	14	1.14	0.79	2.94	0.97	1.23
Apoplanesia paniculata	Chulúul	13	1.06	1.16	1.76	1.11	1.52
Simira salvadorensis	Nazareno	12	0.98	0.76	0.59	0.87	1.37
Talisia olivaeformis	Guaya	12	0.98	0.84	0.59	0.91	1.20
Tournefortia glabra	Cordoncillo	12	0.98	1.02	1.76	1.00	0.86
Ehretia tinifolia	Bek	10	0.82	0.66	0.59	0.74	1.08
Phyllostylon brasiliensis	Palo amarillo	10	0.82	0.87	0.59	0.84	0.95
Acacia glomerosa	Sakpich	10	0.82	0.87	1.76	0.84	1.15
Spondias mombin	Jobo	10	0.82	0.74	2.94	0.78	1.11
Thouinia paucidentata	Hueso de tigre	10	0.82	1.50	0.59	1.16	1.36
Albizia andinocephala	Canche	9	0.73	0.60	4.12	0.67	1.23

Tabla III.17 Valor de importancia de las especies del estrato arbóreo.

Nombre Científico	Nombre Común	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Indice de dominancia relativa	IVI
Lonchocarpus rugosus	Mata buey	9	0.73	0.92	2.35	0.83	1.33
Coccoloba barbadensis	Roble de la costa	8	0.65	0.59	1.18	0.62	1.20
Blepharidium guatemalense	Popixtle	7	0.57	0.54	0.59	0.55	0.57
Spondias radlkoferi	Cirhuelillo	6	0.49	0.36	0.59	0.43	0.87
Croton glabellus	Palo casero	5	0.41	0.24	0.59	0.32	0.41
Margaritaria nobilis	Ciruelillo	5	0.41	0.43	1.18	0.42	0.67
Jatropha gaumeri	Pomol che'	4	0.33	0.80	2.35	0.56	0.57
Randia truncata	Crucetillo	4	0.33	0.22	0.59	0.27	0.57
Bourreria pulchra	Bakal che	3	0.24	0.20	1.76	0.22	0.54
Caesalpinea gaumery	Kitinche	3	0.24	0.16	2.94	0.20	0.33
Eugenia yucatanensis	Guayabillo	3	0.24	0.13	1.18	0.19	0.32
Luehea candida	K'askáat	3	0.24	0.24	0.59	0.24	0.36
Bahuinia divarigata	Pata de vaca	2	0.16	0.11	0.59	0.14	0.48
Enterolobium cyclocarpum	Guanacaste	2	0.16	0.43	1.18	0.30	0.39
Lonchocarpus castilloi	chacté	2	0.16	0.30	4.71	0.23	0.35
Maclura tinctoria	Moro	2	0.16	0.05	2.94	0.11	0.27
Platymiscium yucatanum	Granadillo	2	0.16	0.08	0.59	0.12	0.28
Senna atomaria	Tujabin	2	0.16	0.19	0.59	0.18	0.51
Trichilia glabra	Trichilliz	2	0.16	0.08	0.59	0.12	0.28
Forchhammeria trifoliata	3 marias	2	0.16	0.08	3.53	0.12	0.47
Alseis yucatanensis	Tabaquillo	1	0.08	0.10	1.76	0.09	0.26
Pisonia aculeata	Coma de uña	1	0.08	0.02	0.59	0.05	0.23
Carica mexicana	Carica	1	0.08	0.02	0.59	0.05	0.23
Coccoloba spicata	Uvero	1	0.08	0.05	2.35	0.07	0.24
Cordia gerascanthus	Arbol de volador	1	0.08	0.05	3.53	0.07	0.24
Chrysophyllum mexicanum	Caymito	1	0.08	0.02	1.76	0.05	0.23
Cecropia peltata	Cha cox	1	0.08	0.05	1.18	0.07	0.24
Diospyros anisandra	xanob che'	1	0.08	0.15	1.76	0.12	0.27
Erytrhoxylum confusum	Tooso	1	0.08	0.05	1.76	0.07	0.24
Hampea integerrima	Jo'olo	1	0.08	0.05	0.59	0.07	0.24
Mimosa bahamensis	katzin	1	0.08	0.05	1.18	0.07	0.24
Pisonia aculeata	Uña de gato	1	0.08	0.01	1.18	0.04	0.23
Eugenia capuli	Sakwichiche	1	0.08	0.10	0.59	0.09	0.26
Sapranthus campechianus	Chak ma'ax	1	0.08	0.02	4.71	0.05	0.23
Lonchocarpus parviflorus	xuul yaaxuul	1	0.08	0.22	0.59	0.15	0.30

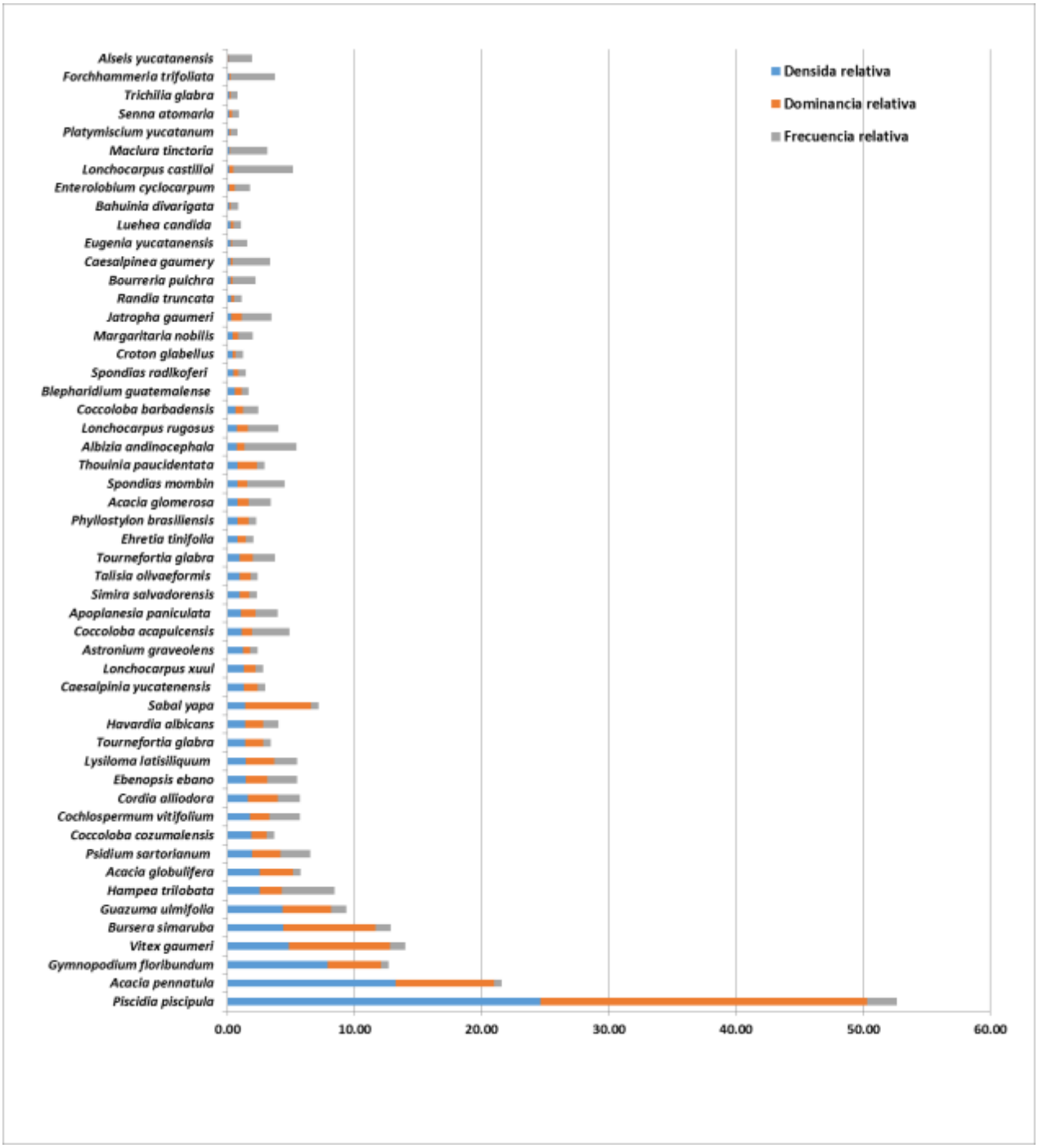


Figura III.29. Graficos que ilustran la Densidad, Dominancia y Frecuencia Relativa.

- **Estrato Arbustivo**

En el análisis del estrato arbustivo se observaron veintinueve especies en total, siendo la especie *Pisonia aculeata* la mas dominante con un 12.76 % de índice de dominancia relativa, seguido de la especie *Bursera simaruba* con un 10.57 %, por

el contrario, las especies menos representadas fueron *Croton glabellus* y *Eugenia winzerlingii*con un índice de 0.67 y 0.58 respectivamente.

Tabla III.18 Valor de importancia de las especies en el estrato arbustivo.

Nombre Común	Nombre Científico	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Indice de dominancia relativa	IVI
Palo mulato	*Bursera simaruba*	400	11.36	9.79	6.52	10.57	9.22
Uña de gato	*Pisonia aculeata*	400	11.36	14.15	6.52	12.76	10.68
Ramon	*Brosimum alicastrum*	240	6.82	3.38	4.35	5.10	4.85
Acerola	*Malpighia glabra*	240	6.82	9.56	2.17	8.19	6.19
Croton	*Croton flavens*	160	4.55	3.67	4.35	4.11	4.19
Palo amarillo	*Phyllostylon brasiliense*	160	4.55	2.30	4.35	3.42	3.73
Cruceto	*Randia gaumeri*	160	4.55	3.67	4.35	4.11	4.19
Triumfetta	*Triumfetta ulmifolia*	160	4.55	2.30	4.35	3.42	3.73
Katsin	*Acacia gaumeri*	120	3.41	3.24	6.52	3.33	4.39
Anilkab	*Arrabidaea floribunda*	120	3.41	3.06	4.35	3.23	3.61
Pata de vaca	*Bahuinia divarigata*	120	3.41	5.36	2.17	4.39	3.65
Laurelillo	*Phoebe longicaudata*	120	3.41	7.30	4.35	5.35	5.02
Yaxnik	*Vitex gaumeri*	120	3.41	0.29	2.17	1.85	1.96
Cojon de fraile	*Bunchosia swartziana*	80	2.27	1.59	2.17	1.93	2.01
tóon yúul	*Coccoloba acapulcensis*	80	2.27	2.48	4.35	2.38	3.03
Cuchel	*Machaonia lindeniana*	80	2.27	12.01	2.17	7.14	5.49
Pata de venado	*Gymnopodium floribundum*	80	2.27	1.59	2.17	1.93	2.01
Majaua	*Hampea trilobata*	80	2.27	1.67	4.35	1.97	2.76
Tamanche	*Malvaviscus arboreus*	80	2.27	1.26	4.35	1.77	2.63
Guamúchil	*Pithecellobium dulce*	80	2.27	1.59	2.17	1.93	2.01
Sipche	*Psidium sartorianum*	80	2.27	1.59	4.35	1.93	2.74
Corazón azul	*Swartzia cubensis*	80	2.27	3.57	2.17	2.92	2.67
Cornezuelo	*Acacia cornigera*	40	1.14	0.20	2.17	0.67	1.17
Mala mujer	*Cnidoscolus multilobus*	40	1.14	0.79	2.17	0.97	1.37
Cascarillo	*Croton glabellus*	40	1.14	0.20	2.17	0.67	1.17
Silil	*Diospyros cuneata*	40	1.14	0.79	2.17	0.97	1.37
Colorín	*Erythrina folkesii*	40	1.14	0.79	2.17	0.97	1.37
Eugenia	*Eugenia winzerlingii*	40	1.14	0.02	2.17	0.58	1.11
Pico de gallo	*Jacquinia macrocarpa*	40	1.14	1.79	2.17	1.46	1.70

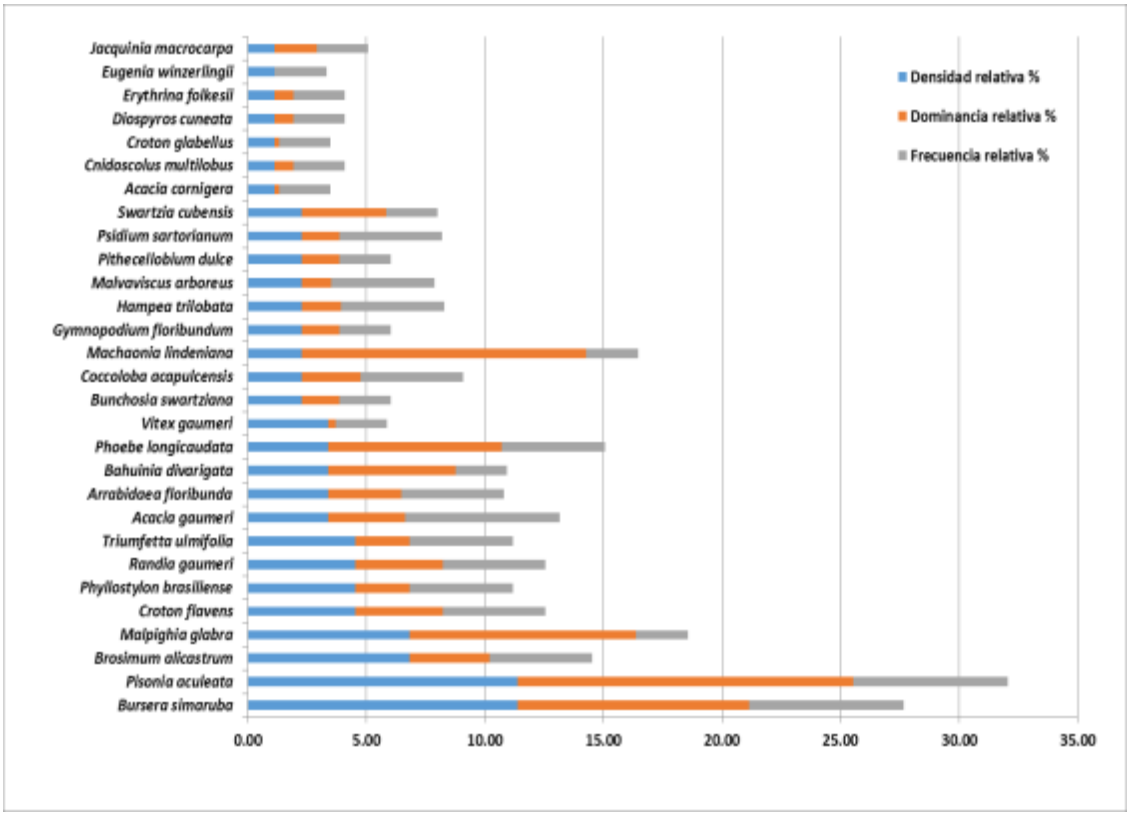


Figura III.30. Densidad, Dominancia y Frecuencia Relativa en el estrato arbustivo.

- **Estrato herbáceo.**

En el análisis del estrato herbáceo se observaron treinta y cuatro especies en total, siendo la especie *Triumfetta semitriloba* la mas dominante con un 16.47 % de índice de dominancia relativa, seguido de la especie *Pithecellobium dulce* con un 8.38 %, por el contrario, las especies menos representadas fueron *Amphilophium paniculatum* y *Croton flavens* con un índice de 0.72 % respectivamente.

Tabla III.19 Valor de importancia de las especies en el estrato herbáceo.

Nombre Científico	Nombre Común	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Indice de dominancia relativa	IVI
Abutilon permole	*Abutilon*	6000	8.22	4.56	4.65	6.39	5.81
Pithecellobium dulce	*Guamúchil*	6000	8.22	8.53	2.33	8.38	6.36
Aphelandra deppeana	*Aphelandra*	5000	6.85	3.18	2.33	5.02	4.12
Triumfetta semitriloba	*Majahuilla*	5000	6.85	26.09	4.65	16.47	12.53
Arrabidaea floribunda	*Bejuco morado*	4000	5.48	0.93	4.65	3.20	3.69
Lonchocarpus latifolius	*Seriania*	4000	5.48	2.96	2.33	4.22	3.59
Erythrina standleyana	*Colorín*	3000	4.11	12.55	2.33	8.33	6.33
Phoebe longicaudata	*Laurelillo*	3000	4.11	0.76	2.33	2.44	2.40
Apoplanesia paniculata	*Cholul*	3000	4.11	3.64	2.33	3.87	3.36

Tabla III.19 Valor de importancia de las especies en el estrato herbáceo.

Nombre Científico	Nombre Común	No. de ind./ha	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Indice de dominancia relativa	IVI
Coccoloba cozumalensis	*Boob*	2000	2.74	2.74	4.65	2.74	3.38
Psidium sartorianum	*Sipche*	2000	2.74	5.45	4.65	4.10	4.28
Serjania goniocarpa	*Zarzaparrilla*	2000	2.74	0.77	4.65	1.75	2.72
Zapoteca formosa	*Escobilla*	2000	2.74	2.42	4.65	2.58	3.27
Jatropha gaumeri	*Guamúchil*	2000	2.74	2.13	4.65	2.43	3.17
Bahuinia divaricata	*Pata de vaca*	2000	2.74	1.15	2.33	1.94	2.07
Acanthocereus tetragonus	*Cactacea*	2000	2.74	0.73	4.65	1.74	2.71
Gymnopodium floribundum	*Pata de venado*	2000	2.74	0.70	2.33	1.72	1.92
Brosimum alicastrum	*Ramon*	2000	2.74	2.13	2.33	2.43	2.40
Amphilophium paniculatum	*Boca de perro*	1000	1.37	0.08	2.33	0.72	1.26
Solanum americanum	*Chililló*	1000	1.37	0.17	2.33	0.77	1.29
Croton flavens	*Croton*	1000	1.37	0.08	2.33	0.72	1.26
Eupatorium odoratum	*Eupatorium*	1000	1.37	1.21	2.33	1.29	1.64
Swartziana sp	*Bunchosia*	1000	1.37	0.17	2.33	0.77	1.29
Cordia allidora	*Nogal cafetero*	1000	1.37	0.30	2.33	0.84	1.33
Thouinia paucidentata	*kanchunuub*	1000	1.37	1.21	2.33	1.29	1.64
Swartzia cubensis	*katalox*	1000	1.37	2.29	2.33	1.83	2.00
Lonchocarpus sp.	*Lonchocarpus*	1000	1.37	0.47	2.33	0.92	1.39
Talisia olivaeformis	*Guaya*	1000	1.37	1.53	2.33	1.45	1.74
Sida acuta	*Escoba*	1000	1.37	2.13	2.33	1.75	1.94
Centrosema plumieri	*Icho*	1000	1.37	1.21	2.33	1.29	1.64
Acacia gaumeri	*Katsin*	1000	1.37	0.51	2.33	0.94	1.40
Acalypha leptopoda	*Baak acash*	1000	1.37	1.89	2.33	1.63	1.86
Ipomoea crinicalyx	*Enredadera*	1000	1.37	4.85	2.33	3.11	2.85
Piscidia picipula	*Jabin*	1000	1.37	0.47	2.33	0.92	1.39

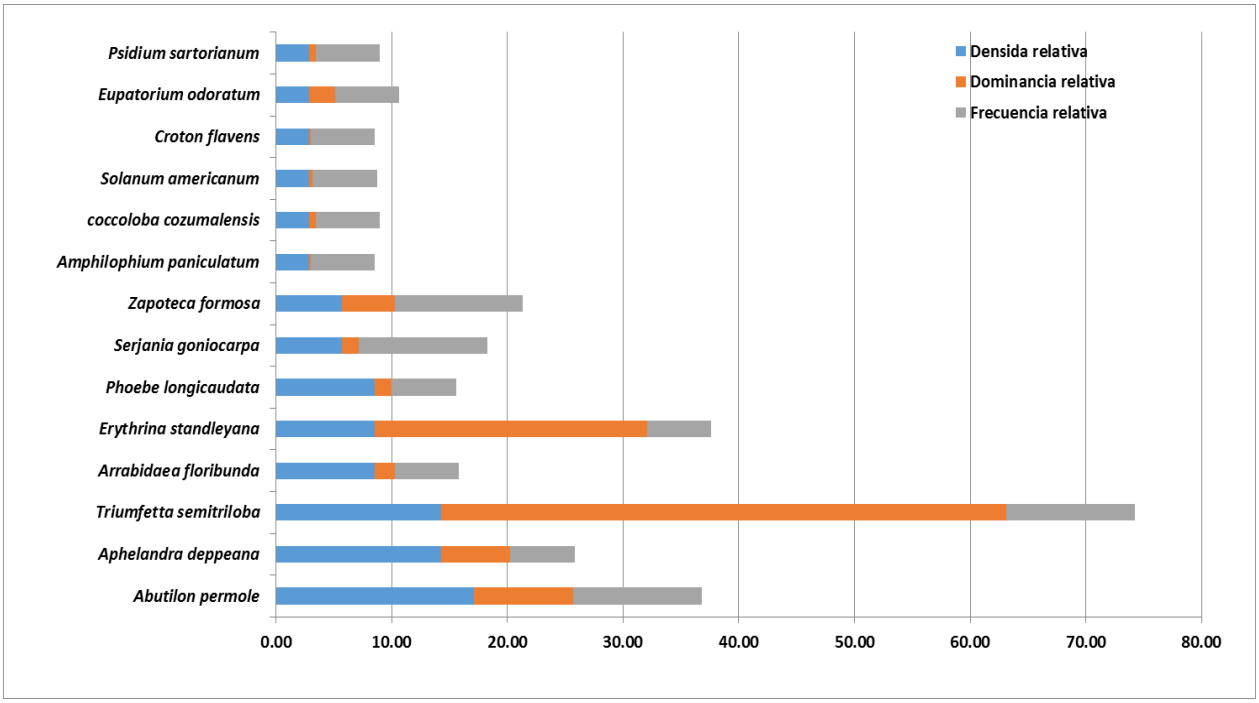


Figura III.31. Densidad, Dominancia y Frecuencia Relativa en el estrato herbáceo.

Indice de Diversidad y Equitatividad

Análisis de la diversidad de flora silvestre en la superficie de muestreo forestal.
El análisis de la diversidad alfa (α) utiliza la riqueza específica (S) y los índices de abundancia proporcional de Simpson y de Shannon- Wiener (Moreno, 2001).
De este modo, la diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972 citado en Moreno, 2001).

De acuerdo a Moreno (2001), para evaluar la diversidad alfa o diversidad de especies dentro de las comunidades, hay dos grupos de métodos en función de las variables biológicas que miden: 1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); 2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.). Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad.
Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001).

Los índices basados en la equidad. Algunos de los índices más reconocidos sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad, una comunidad es más diversa si además de poseer un alto número de especies, posee también mayor equidad o uniformidad en la proporción de especies distribuidas; uno de los más usados es el de Shannon-Wiener. (Moreno, 2001).

Índice de Shannon-Wiener

Asume comunidades infinitamente grandes que no se pueden estudiar en su totalidad por infraestructura, costos, tiempo, personal, por tal razón su valor debe estimarse a partir de una muestra (González, 1999).

$$H' = -\sum pi \ln pi$$

Donde:
H' = Índice de diversidad
pi= Proporción de individuos del total de la muestra perteneciente a la especie "i" = Abundancia relativa.
In = logaritmo natural

Así mismo para la determinación del índice para los diferentes estratos de la vegetación requiere de dos tipos de datos, el número de especies y el número de individuos en cada especie (Corona-Santoyo, 2005). Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Peet, 1974; Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995 citados en Moreno, 2001).

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, es decir presentes en igual número (Magurran, 1988 citado en Moreno, 2001); el valor de este índice se incrementa con el número de especies en la comunidad y en teoría pueden alcanzar valores muy altos (Corona-Santoyo, 2005). En las tablas y gráficas siguientes se expresa el índice de diversidad de Shannon-Wiener y el índice de equitatividad para cada uno de los estratos identificados.

Estrato Arbóreo.

Tabla IV.20 Índice de Diversidad y equitatividad de las especies.

NO.	Nombre Científico	Abundancia absoluta No. de ind./ha	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	*Piscidia piscipula*	302	0.246531	-1.40027	-0.34521
2	*Acacia pennatula*	162	0.132245	-2.02310	-0.26754
3	*Gymnopodium floribundum*	97	0.079184	-2.53599	-0.20081
4	*Vitex gaumeri*	59	0.048163	-3.03316	-0.14609
5	*Bursera simaruba*	54	0.044082	-3.12171	-0.13761
6	*Guazuma ulmifolia*	53	0.043265	-3.14040	-0.13587
7	*Hampea trilobata*	31	0.025306	-3.67671	-0.09304
8	*Acacia globulifera*	31	0.025306	-3.67671	-0.09304
9	*Psidium sartorianum*	24	0.019592	-3.93264	-0.07705
10	*Coccoloba cozumalensis*	23	0.018776	-3.97520	-0.07464
11	*Cochlospermum vitifolium*	22	0.017959	-4.01965	-0.07219
12	*Cordia alliodora*	20	0.016327	-4.11496	-0.06718
13	*Ebenopsis ebano*	18	0.014694	-4.22032	-0.06201
14	*Lysiloma latisiliquum*	18	0.014694	-4.22032	-0.06201
15	*Tournefortia glabra*	17	0.013878	-4.27748	-0.05936
16	*Havardia albicans*	17	0.013878	-4.27748	-0.05936
17	*Sabal yapa*	17	0.013878	-4.27748	-0.05936
18	*Caesalpinia yucatenensis*	16	0.013061	-4.33811	-0.05666
19	*Lonchocarpus xuul*	16	0.013061	-4.33811	-0.05666
20	*Astronium graveolens*	15	0.012245	-4.40265	-0.05391
21	*Coccoloba acapulcensis*	14	0.011429	-4.47164	-0.05110
22	*Apoplanesia paniculata*	13	0.010612	-4.54575	-0.04824
23	*Simira salvadorensis*	12	0.009796	-4.62579	-0.04531
24	*Talisia olivaeformis*	12	0.009796	-4.62579	-0.04531
25	*Tournefortia glabra*	12	0.009796	-4.62579	-0.04531
26	*Ehretia tinifolia*	10	0.008163	-4.80811	-0.03925
27	*Phyllostylon brasiliensis*	10	0.008163	-4.80811	-0.03925
28	*Acacia glomerosa*	10	0.008163	-4.80811	-0.03925
29	*Spondias mombin*	10	0.008163	-4.80811	-0.03925
30	*Thouinia paucidentata*	10	0.008163	-4.80811	-0.03925
31	*Albizia andinocephala*	9	0.007347	-4.91347	-0.03610
32	*Lonchocarpus rugosus*	9	0.007347	-4.91347	-0.03610
33	*Coccoloba barbadensis*	8	0.006531	-5.03125	-0.03286
34	*Blepharidium guatemalense*	7	0.005714	-5.16479	-0.02951
35	*Spondias radlkoferi*	6	0.004898	-5.31894	-0.02605
36	*Croton glabellus*	5	0.004082	-5.50126	-0.02245
37	*Margaritaria nobilis*	5	0.004082	-5.50126	-0.02245
38	*Jatropha gaumeri*	4	0.003265	-5.72440	-0.01869
39	*Randia truncata*	4	0.003265	-5.72440	-0.01869
40	*Bourreria pulchra*	3	0.002449	-6.01208	-0.01472
41	*Caesalpinea gaumery*	3	0.002449	-6.01208	-0.01472
42	*Eugenia yucatanensis*	3	0.002449	-6.01208	-0.01472

Tabla IV.20 Índice de Diversidad y equitatividad de las especies.

NO.	Nombre Científico	Abundancia absoluta No. de ind./ha	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
43	*Luehea candida*	3	0.002449	-6.01208	-0.01472
44	*Bahuinia divarigata*	2	0.001633	-6.41755	-0.01048
45	*Enterolobium cyclocarpum*	2	0.001633	-6.41755	-0.01048
46	*Lonchocarpus castilloi*	2	0.001633	-6.41755	-0.01048
47	*Maclura tinctoria*	2	0.001633	-6.41755	-0.01048
48	*Platymiscium yucatanum*	2	0.001633	-6.41755	-0.01048
49	*Senna atomaria*	2	0.001633	-6.41755	-0.01048
50	*Trichilia glabra*	2	0.001633	-6.41755	-0.01048
51	*Forchhammeria trifoliata*	2	0.001633	-6.41755	-0.01048
52	*Alseis yucatanensis*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
53	*Pisonia aculeata*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
54	*Carica mexicana*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
55	*Coccoloba spicata*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
56	*Cordia gerascanthus*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
57	*Chrysophyllum mexicanum*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
58	*Cecropia peltata*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
59	*Diospyros anisandra*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
60	*Erytrhoxylum confusum*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
61	*Hampea integerrima*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
62	*Mimosa bahamensis*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
63	*Pisonia aculeata*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
64	*Eugenia capuli*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
65	*Sapranthus campechianus*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
66	*Lonchocarpus parviflorus*	1	0.000816	-7.11070	-0.00580
Total		**1225**	**100**		**3.08385**
		Σni=N	**Σni=Pi**		**-Σpi x Ln (Pi)**
			Riqueza S =		**66.000**
			H´ calculada =		**3.084**
			H max = Ln S =		**4.190**
			Equidad (J) = H/Hmax =		**0.736**
			H max - H calculada =		**1.106**

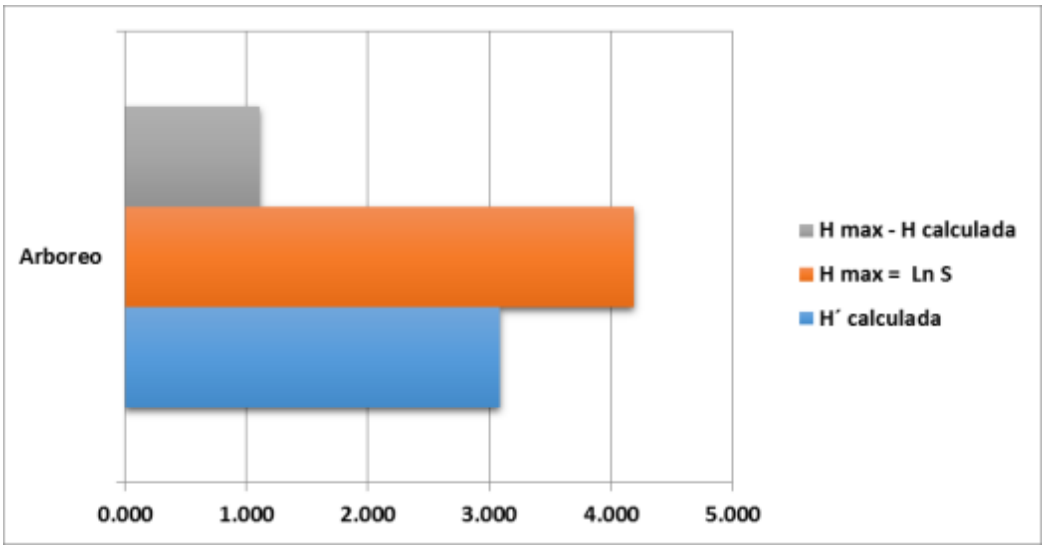


Figura IV.32 Índice de Diversidad y equitatividad de las especies.

En cuanto al análisis de estos datos se puede apreciar que valores de índices de Shannon que van de 0.1 a 2.0 se considera poco diverso, de 2.1 a 4.0 medianamente diverso y mayores de 4.00 son altamente diversos. Consideramos el estrato arbóreo como medianamente diverso registrandose el valor de 3.084 y para los valores de equidad de 0.736,nos dice que la distribución de las especies no es equitativa ya que entre mas se acerque al 1 la equidad es mayor.

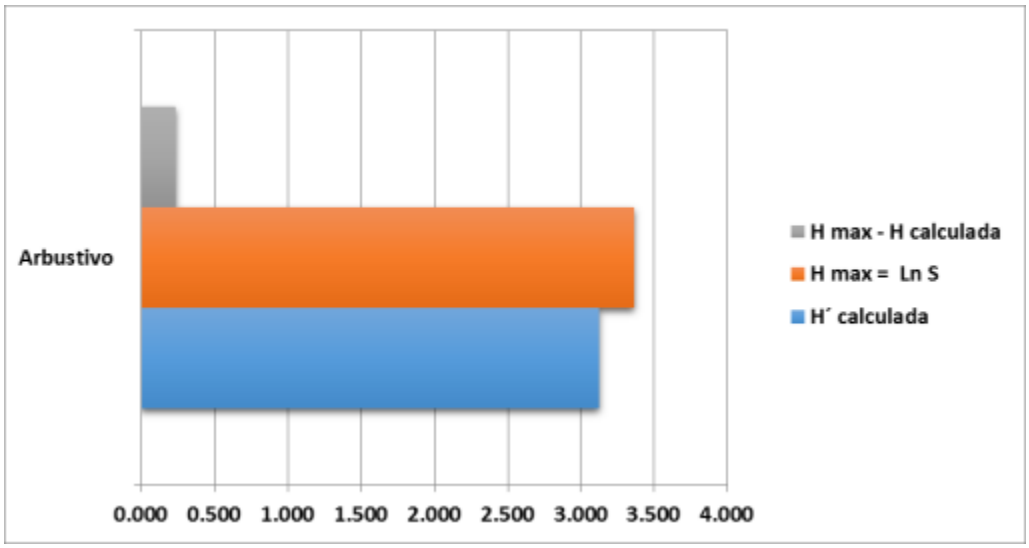
- **Estrato arbustivo.**

Tabla IV.21 Índice de Diversidad y equitatividad de las especies.

NO.	Nombre Científico	Abundancia absoluta No. de ind./ha	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	*Bursera simaruba*	400	0.113636	-2.17475	-0.24713
2	*Pisonia aculeata*	400	0.113636	-2.17475	-0.24713
3	*Brosimum alicastrum*	240	0.068182	-2.68558	-0.18311
4	*Malpighia glabra*	240	0.068182	-2.68558	-0.18311
5	*Croton flavens*	160	0.045455	-3.09104	-0.14050
6	*Phyllostylon brasiliense*	160	0.045455	-3.09104	-0.14050
7	*Randia gaumeri*	160	0.045455	-3.09104	-0.14050
8	*Triumfetta ulmifolia*	160	0.045455	-3.09104	-0.14050
9	*Acacia gaumeri*	120	0.034091	-3.37872	-0.11518
10	*Arrabidaea floribunda*	120	0.034091	-3.37872	-0.11518
11	*Bahuinia divarigata*	120	0.034091	-3.37872	-0.11518
12	*Phoebe longicaudata*	120	0.034091	-3.37872	-0.11518

Tabla IV.21 Índice de Diversidad y equitatividad de las especies.

NO.	Nombre Científico	Abundancia absoluta No. de ind./ha	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
13	*Vitex gaumeri*	120	0.034091	-3.37872	-0.11518
14	*Bunchosia swartziana*	80	0.022727	-3.78419	-0.08600
15	*Coccoloba acapulcensis*	80	0.022727	-3.78419	-0.08600
16	*Machaonia lindeniana*	80	0.022727	-3.78419	-0.08600
17	*Gymnopodium floribundum*	80	0.022727	-3.78419	-0.08600
18	*Hampea trilobata*	80	0.022727	-3.78419	-0.08600
19	*Malvaviscus arboreus*	80	0.022727	-3.78419	-0.08600
20	*Pithecellobium dulce*	80	0.022727	-3.78419	-0.08600
21	*Psidium sartorianum*	80	0.022727	-3.78419	-0.08600
22	*Swartzia cubensis*	80	0.022727	-3.78419	-0.08600
23	*Acacia cornigera*	40	0.011364	-4.47734	-0.05088
24	*Cnidoscolus multilobus*	40	0.011364	-4.47734	-0.05088
25	*Croton glabellus*	40	0.011364	-4.47734	-0.05088
26	*Diospyros cuneata*	40	0.011364	-4.47734	-0.05088
27	*Erythrina folkesii*	40	0.011364	-4.47734	-0.05088
28	*Eugenia winzerlingii*	40	0.011364	-4.47734	-0.05088
29	*Jacquinia macrocarpa*	40	0.011364	-4.47734	-0.05088
	Total	**3520**	**100**		**3.12859**
		Σni=N	**Σni=Pi**		**-Σpi x Ln (Pi)**
			Riqueza S =		**29.000**
			H´ calculada =		**3.129**
			H max = Ln S =		**3.367**
			Equidad (J) = H/Hmax =		**0.929**
			H max - H calculada =		**0.239**



Gráfica IV.33 Índice de Diversidad y equitatividad de las especies.

En cuanto al análisis de estos datos se puede apreciar que valores de índices de Shannon que van de 0.1 a 2.0 se considera poco diverso, de 2.1 a 4.0 medianamente diverso y mayores de 4.00 son altamente diversos. Consideramos el estrato arbustivo como medianamente diverso ya que se registró un valor de 3.129 y para los valores de equidad de 0.929, nos dice que la distribución de las especies es equitativa. Ya que entre mas se acerque a uno la vegetación tiende a la equidad.

- **Estrato herbáceo**

Tabla IV.22 Índice de Diversidad y equitatividad de las especies.

NO.	Nombre Científico	Abundancia absoluta No. de ind./ha	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	*Abutilon permole*	6000	0.082192	-2.49870	-0.20537
2	*Pithecellobium dulce*	6000	0.082192	-2.49870	-0.20537
3	*Aphelandra deppeana*	5000	0.068493	-2.68102	-0.18363
4	*Triumfetta semitriloba*	5000	0.068493	-2.68102	-0.18363
5	*Arrabidaea floribunda*	4000	0.054795	-2.90417	-0.15913
6	*Lonchocarpus latifolius*	4000	0.054795	-2.90417	-0.15913
7	*Erythrina standleyana*	3000	0.041096	-3.19185	-0.13117
8	*Phoebe longicaudata*	3000	0.041096	-3.19185	-0.13117
9	*Apoplanesia paniculata*	3000	0.041096	-3.19185	-0.13117
10	*Coccoloba cozumalensis*	2000	0.027397	-3.59731	-0.09856
11	*Psidium sartorianum*	2000	0.027397	-3.59731	-0.09856
12	*Serjania goniocarpa*	2000	0.027397	-3.59731	-0.09856
13	*Zapoteca formosa*	2000	0.027397	-3.59731	-0.09856
14	*Jatropha gaumeri*	2000	0.027397	-3.59731	-0.09856
15	*Bahuinia divaricata*	2000	0.027397	-3.59731	-0.09856
16	*Acanthocereus tetragonus*	2000	0.027397	-3.59731	-0.09856
17	*Gymnopodium floribundum*	2000	0.027397	-3.59731	-0.09856
18	*Brosimum alicastrum*	2000	0.027397	-3.59731	-0.09856
19	*Amphilophium paniculatum*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
20	*Solanum americanum*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
21	*Croton flavens*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
22	*Eupatorium odoratum*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
23	*Swartziana sp*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
24	*Cordia allidora*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
25	*Thouinia paucidentata*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
26	*Swartzia cubensis*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
27	*Lonchocarpus sp.*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
28	*Talisia olivaeformis*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877

Tabla IV.22 Índice de Diversidad y equitatividad de las especies.

NO.	Nombre Científico	Abundancia absoluta No. de ind./ha	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
29	*Sida acuta*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
30	*Centrosema plumieri*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
31	*Acacia gaumeri*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
32	*Acalypha leptopoda*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
33	*Ipomoea crinicalyx*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
34	*Piscidia picipula*	1000	0.013699	-4.29046	-0.05877
	Total	**73000**	**100**		**3.31717**
		Σni=N	**Σni=Pi**		**-Σpi x Ln (Pi)**
			Riqueza S =		**34.000**
			H´ calculada =		**3.317**
			H max = Ln S =		**3.526**
			Equidad (J) = H/Hmax =		**0.941**
			H max - H calculada =		**0.209**

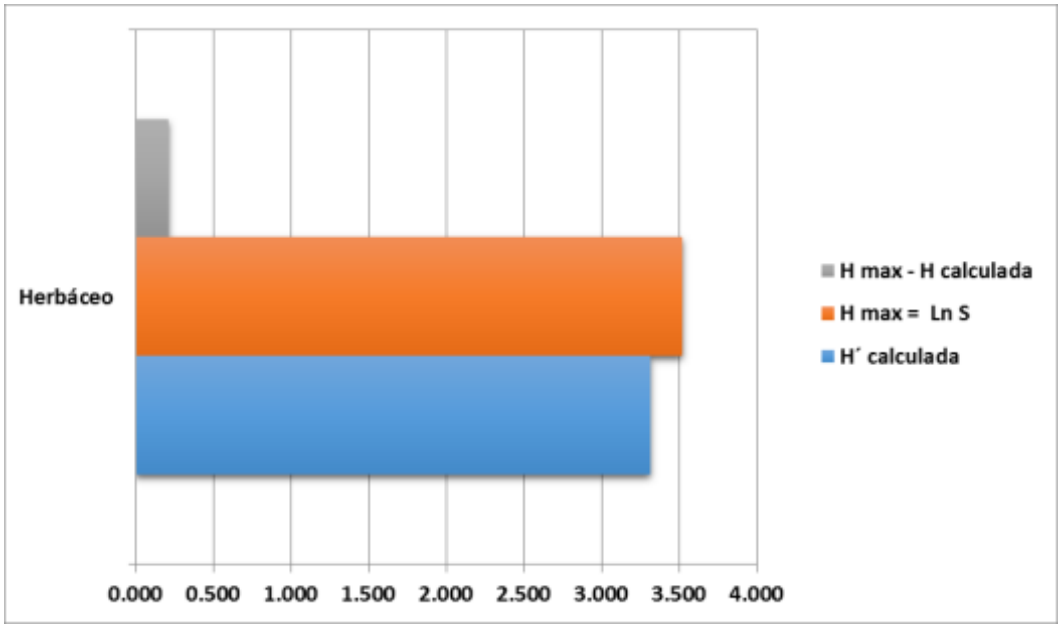


Figura IV.34 Índice de Diversidad y equitatividad de las especies.

En cuanto al análisis de estos datos se puede apreciar que valores de índices de Shannon que van de 0.1 a 2.0 se considera poco diverso, de 2.1 a 4.0 medianamente diverso y mayores de 4.00 son altamente diversos. Consideramos el estrato arbustivo como medianamente diverso ya que se registró un valor de 3.317 y para los valores de equidad de 0.941, nos dice que la distribución de las

especies es equitativa. Ya que entre mas se acerque a uno la vegetación tiende a la equidad.

Usos y aprovechamiento de las especies

Con frecuencia los habitantes de la región aprovechan en escalas menores algunos beneficios que les proporciona la vegetación que se registró en el área de estudio. En el área estudiada se observaron los siguientes usos que la población le pudiera o le da (uso potencial) a algunas especies (Tabla IV.23)

Tabla IV.23 Uso potencial por especies registradas en el proyecto.

Especie	Usos
Aphelandra deppeana	Es utiliza como medicinal en la región Maya. Se ha encontrado actividad farmacológica. En Pakistán, que se cultiva en los jardines de las llanuras del Punjab por sus hermosas flores vistosas
Astronium graveolens	Maderable y especie importante en la apicultura
Sapranthus campechianus	No Citado
Bahuinia divarigata	Ornamental, medicinal y construcción
Sabal yapa	Para la industria turística, construcción de palapas
Eupatorium odoratum	Medicinal, arrope y melífera
Arrabidaea floribunda	Artesanal (canastos y cestos).
Amphilophium paniculatum	Construcción de casas
Cochlospermum vitifolium	Colorantes [[madera]]. La madera produce un tinte amarillo-naranja que se usa para teñir ropa de algodón. Combustible [[madera]]. Leña.
Bursera simaruba	medicinal
Tournefortia glabra	medicinal
Tournefortia glabra	medicinal
Bourreria pulchra	Melífera, construcción, medicinal, ornamental, herramienta, combustible, maderable, hogar
Acanthocereus tetragonus	Comestible
Forchhammeria trifoliata	Sin datos
Carica mexicana	Medicinal
Cecropia peltata	Medicinal
Ipomoea crinicalyx	Ornamental
Coccoloba cozumalensis	Maderable, para dar sombra, melífera, para la construcción de casas típicas
Coccoloba acapulcensis	Construcción de casas
Coccoloba barbadensis	Construcción de casas
Coccoloba spicata	Usos mágico-religiosos. Las hojas son utilizadas para envolver los panes que se ofrecen en el ritual del Cha chaak o pedimento de la lluvia.
Cnidoscolus multilobus	Medicinal
Acalypha leptopoda	Medicinal mordedura de vivora

Tabla IV.23 Uso potencial por especies registradas en el proyecto.

Especie	Usos
Acacia pennatula	Medicinales
Acacia gaumeri	Melífera
Centrosema plumieri	Forraje
Gymnopodium floribundum	Melifera y combustible (leña)
Guazuma ulmifolia	Medicinal
Acacia globulifera	Medicinal
Phoebe longicaudata	Maderable
Cordia alliodora	Maderable
Ebenopsis ebano	Construcción y melifera
Havardia albicans	Sin datos
Caesalpinia yucatenensis	
Apoplanesia paniculata	Planta con diversos usos, de ella se extrae una tinta roja para colorear papel, sus hojas son medicinales y la madera se usa en la construcción.
Ehretia tinifolia	Medicinal
Acacia glomerosa	Medicinal
Albizia adinocephala	Combustible
Croton glabellus	Medicinales
Croton flavens	Sin datos
Caesalpinea gaumery	Construcción, leña y medicinal.
Enterolobium cyclocarpum	Adhesivo, artesanal y combustible
Cordia gerascanthus	Artesanal, comestible y combustible
Diospyros anisandra	Medicinal
Erytrhoxylum confusum	maderable
Mimosa bahamensis	Sin datos
Pithecellobium dulce	Adhesivo, aromatizante, colorante, curtiente cosmético, maderable y medicinal
Swartzia cubensis	Maderable
Swartziana sp	Sin datos
Acacia cornigera	maderable
Diospyros cuneata	Frutos comestibles
Erythrina folkersii	Ornamental y medicinal sus semillas
Erythrina standleyana	Las semillas se usan para hacer collares, pero son tóxicas. La flor es comestible y produce sueño, también es medicinal contra tumores y mágico religiosa.
Zapoteca formosa	Forrajera para ganado equino y medicinal.
Bauhinia divaricata	Medicinal
Jatropha gaumeri	Medicinal
Malpighia glabra	Medicinal
Bunchosia swartziana	Medicinal, mágico religioso y para leña
Hampea trilobata	Sin datos
Triumfetta ulmifolia	Sin datos

Tabla IV.23 Uso potencial por especies registradas en el proyecto.

Especie	Usos
Triumfetta semitriloba	Medicinal
Lysiloma latisiliquum	Agroforestales
Lonchocarpus xuul	Construcción
Lonchocarpus rugosus	Medicinal
Lonchocarpus latifolius	Maderable
Lonchocarpus sp.	Maderable
Luehea candida	Maderable
Lonchocarpus castilloi	Maderable, melifera, forrajera
Hampea integerrima	Sin datos
Lonchocarpus parviflorus	Maderable
Malvaviscus arboreus	Medicinal
Abutilon permole	Sin datos
Sida acuta	Medicinales
Maclura tinctoria	Construcción
Piscidia piscipula	Melifero, cocina prehispánica y maderable
Brosimum alicastrum	Comestible y forrajero
Psidium sartorianum	Maderable y medicinal
Pisonia aculeata	Melifera
Pisonia aculeata	Melifera
Eugenia yucatanensis	Medicinal
Eugenia capuli	Sin datos
Eugenia winzerlingii	Sin datos
Margaritaria nobilis	Ornamental y maderable
Randia truncata	Maderable
Platymiscium yucatanum	Construcción
Randia gaumeri	Sin datos
Simira salvadorensis	Sin datos
Blepharidium guatemalense	Sin datos
Senna atomaria	Produccion de Carbon
Alseis yucatanensis	Sin datos
Machaonia lindeniana	Sin datos
Spondias mombin	Construcción
Spondias radlkoferi	Comestible.
Talisia olivaeformis	Comestible.
Serjania goniocarpa	Melífera.
Thouinia paucidentata	Construcción, flores meliferas
Solanum americanum	Comestible parcialmente, evitando siempre los frutos negros
Chrysophyllum mexicanum	Construccion. El fruto es comestible
Jacquinia macrocarpa	los frutos macerados se emplean para envenenar peces.

Tabla IV.23 Uso potencial por especies registradas en el proyecto.

Especie	Usos
Phyllostylon brasiliensis	Maderable
Vitex gaumeri	Construccion, artesanías, chapa
Trichilia glabra	Medicinal

Regiones de importancia para la conservación de la biodiversidad de la conabio

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad. En este contexto, 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. Tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. El proyecto en cuestión se encuentra relativamente cercano de la región de importancia para la conservación de la biodiversidad llamada Dzilam-Río Lagartos-Yum Balam, la cual se ubica aproximadamente a 20 km del inicio del proyecto Subestación Eléctrica Parque Eólico Tizimín, tal y como se muestra en la siguiente figura.

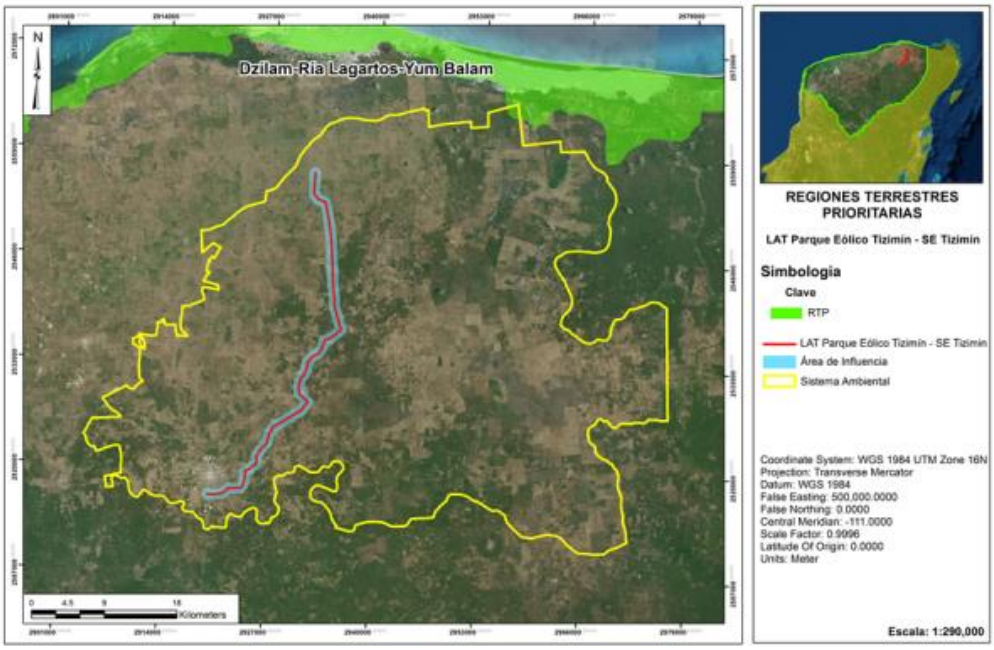


Figura IV.35.-Ubicación del sistema ambiental con respecto a las regiones de importancia para la conservación de la biodiversidad.

IV.2.2.2 Fauna terrestre y/o acuática

- Importancia faunística del predio y área de estudio al nivel local, regional y nacional

Por su riqueza biológica, México es uno de los países que han sido llamados megadiversos. La riqueza biótica de México, que se manifiesta en el gran número de especies presentes en la región, es el resultado de la confluencia de dos grandes regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical.

El área de estudio, biogeográficamente es considerada como parte del dominio del Neotropical (Margalef, 1998), que a su vez encuentra en la región biogeográfica bien definida, la Región del Golfo de Yucatán (Shreve y Wiggins, 1964, citado por León de la Luz y Coria, 1992).

La fauna en nuestro país es una de las más ricas del mundo. A manera de comparación, en Canadá y Estados Unidos se han registrado conjuntamente 2 187 especies de vertebrados terrestres, mientras que en México la fauna de vertebrados comprende 3 032 especies en una superficie mucho más pequeña (Flores-Villela,

1994). Por la abundancia de sus vertebrados, nuestro país ocupa el primer lugar a escala mundial en existencia de reptiles con 717 especies; el segundo lugar en mamíferos (500 especies); el cuarto lugar en anfibios con 295 especies, y el décimo primero en aves con 1 150 especies.

De tales grupos, el de las aves es el mejor conocido tanto porque han estado en contacto permanente con el hombre en calidad de mascotas o de símbolos mágicos y religiosos, como por su utilidad económica y alimenticia. Además, este grupo ha sido clave en el desarrollo de las ciencias biológicas por su importancia en la estructura de los ecosistemas, la diversidad de sus formas, su complicada e interesante conducta, el misterio de sus migraciones y, sobre todo, por la facilidad de ser observadas.

La fauna es uno de los componentes más susceptibles a los impactos ocasionados por las actividades humanas. Su presencia o ausencia en zonas seleccionadas para el desarrollo de actividades productivas es determinante para dirigir la intensidad de uso de la zona y del diseño de las actividades de protección y mitigación de los impactos ocasionados. Dentro de las modificaciones al entorno por el desmonte para la línea de transmisión eléctrica; los impactos de esta actividad a la fauna de la región son localizados debido a la pérdida de hábitat ocasionado por el desmonte y la construcción, sin embargo, es muy puntual.

- Barreras y corredores para la distribución y dispersión de los animales silvestres

La distribución y abundancia de los animales en el espacio, así como en el área de estudio, representa varios patrones de distribución, de los cuales la más común es la agrupada, seguida por la aleatoria y la rara, la cual es la más homogénea (Andrewartha y Birch 1984, Krebs 1985, Pianka 1982). Con base en esta premisa existen también una serie de características físicas que influyen de manera determinante en la distribución de las especies de vertebrados silvestres menores (reptiles).

Dentro del área de estudio, por la dimensión del área del proyecto no presenta accidentes geográficos, siendo muy homogéneos tanto las formaciones geológicas y el tipo de suelo, lo cual no forman barreras y corredores biológicos. Para los grandes reptiles, mamíferos de talla media y grande, murciélagos y aves, no hay barreras, ya que no los limita en sus desplazamientos y distribución de sus poblaciones.

- Fragmentación de hábitat con respecto a la reproducción de las especies animales.

La fragmentación ocurre cuando una gran extensión del hábitat es transformado en un número de pequeños parches, que han quedado aislados entre sí y como resultado este paisaje es diferente al original. Las modificaciones que el hombre efectúa en su entorno, aceleran y exageran este proceso de mosaico al fragmentar más el hábitat, provocando que los recursos del hábitat sean más aislados y escasos. La fragmentación se hace peligrosa cuando los hábitats se reducen drásticamente en función de su área, de tal manera que las especies que quedaron incluidas en estos, se verán limitadas en su tamaño poblacional y no tendrán otros lugares adecuados para dispersarse, conduciendo a la extinción de esas poblaciones. Las aves y los mamíferos están entre los taxas que tienden a desaparecer más rápidamente de los fragmentos aislados o hábitats insulares, debido a sus particulares requerimientos de territorios, sitios de nidificación, cobertura vegetal, etc. (Soule, 1986).

La distribución de los animales en el espacio dentro del área de estudio, en términos generales se encuentran diezmada debido a la cercanía con la urbanización, el desmonte de la vegetación original para actividades agrícolas y ganaderas, las carreteras además del tránsito del lugar, el ruido, la luz, etc. Lo que repercute en ahuyentar principalmente a los mamíferos como lo son felinos, zorros, venados, jabalíes, cabe señalar que en el área de influencia del proyecto se practica la cazeria

de venado, el cual se ve diesmado por el gran número de ejemplares capturados o cazados para comercializar su carne.

Muestreo de Fauna Silvestre

En este apartado se describe la metodología, técnicas y materiales utilizados para obtener la información necesaria en la descripción y caracterización del medio biótico faunístico existente en el área de estudio del proyecto. El inventario de la fauna silvestre en el área de estudio se realizó en tres etapas:

Primera etapa: En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar, así como para conocer el estado que tienen las poblaciones que allí se distribuyen.

Segunda etapa: Durante esta etapa se realizó el trabajo de campo en los meses octubre y noviembre del 2016. El muestreo de fauna se realizó para cuatro grupos faunísticos: Aves, Mamíferos, Anfibios y reptiles. El trabajo consistió en muestreos y observaciones de fauna en áreas representativas del proyecto, esto es, en los sitios donde se elaboraron los muestreos de vegetación y en los caminos de traslado a los sitios y que se ubicaran dentro del área de estudio. Para la determinación de los individuos encontrados se utilizaron guías de campo, además con la experiencia del grupo participante se logró identificar gran parte de los hallazgos de la fauna.

Cabe mencionar que como complemento a los recorridos realizados en todos los sitios de muestreo de vegetación, se realizaron muestreos sistemáticos de fauna, es decir, además de aplicar el método de muestreo directo (trampeo), también se aplicaron técnicas del método indirecto (avistamientos, cámaras de infrarrojo, toma de fotografías e información de huellas, identificación por medio de excretas, plumas, exhubias, cantos, etc.).

Tercera etapa: Durante esta parte, la información recabada de la bibliografía se complementó y se corrigió con la de campo, integrándose así el listado final potencial de las especies de vertebrados y los resultados de los trabajos de campo se procesaron y analizaron estadísticamente.

En la tabla IV.24 se presentan las coordenadas UTM de los sitios de muestreo de la avifauna, mastofauna y herpetofauna.

Tabla IV.24. Coordenadas de los muestreos de fauna.

Grupo	Sitio	Coordenadas UTM	
		X	Y
mastofauna y herpetofauna	1	396870.269	2368765.97
	2	397901.609	2362111.26
	3	397609.801	2354352.05
	4	393364.096	2349978.76
	5	389686.497	2344272.97
	6	388152.01	2343324.87
	7	386638.371	2340816.5
	8	383871.415	2336935.46
	9	382296.901	2336400.68
	10	381696.668	2336208.03
Avifauna	1	396595.488	2369024.94
	2	397832.197	2365661.86
	3	397647.669	2361133.58
	4	397425.319	2358486.31
	5	397598.721	2353832.33
	6	393248.047	2349330.69
	7	390393.296	2345045.23
	8	387045.22	2341014.35
	9	385344.722	2338654.62
	10	383690.758	2336536.77

A continuación, se describe la metodología aplicada durante el muestreo de fauna silvestre y los resultados obtenidos, para cada grupo faunístico:

Inventario de aves

Método

En el muestreo de aves se realizaron puntos de observación y la captura de individuos por medio de red de niebla, las cuales se describen a continuación (figura IV.34):

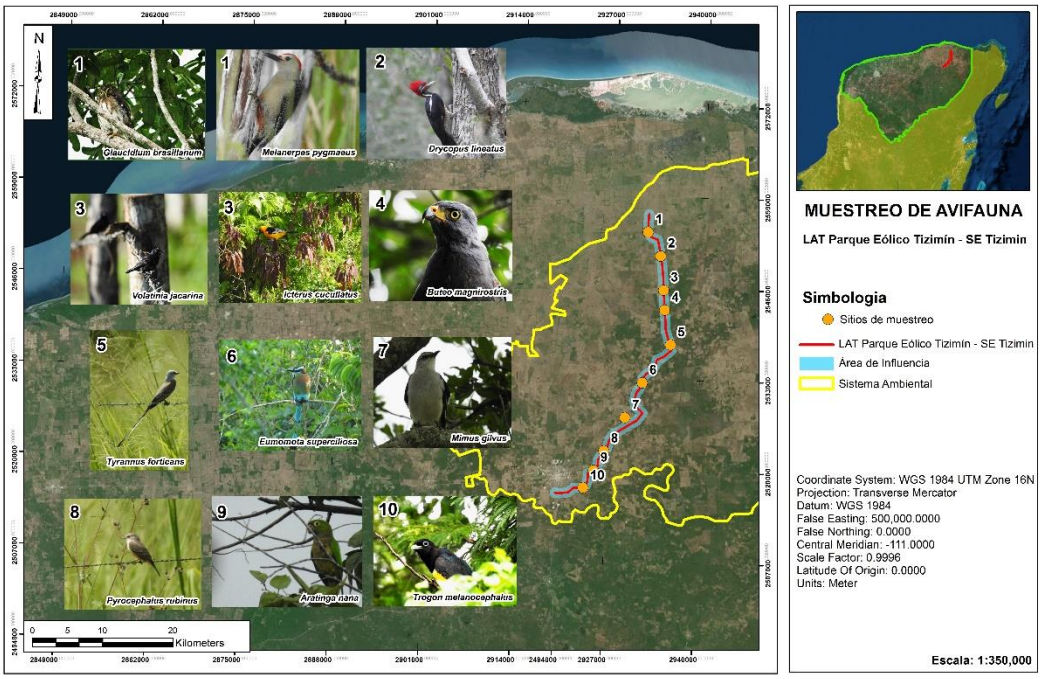


Figura IV.36. Esquematización de los puntos de observación de aves.

- Observación de puntos fijos

Para el muestreo de aves se eligió el método de observación de puntos fijos a lo largo de transectos, modificado de Reynolds et al., (1980), donde se registraron todas las aves vistas o escuchadas en un área de un radio limitado alrededor del punto elegido, por un período de 15 minutos.

La mayoría de los estudios que utilizan la técnica de puntos fijos para detectar riqueza específica de la fauna en un área (así como la abundancia de cada una de ellas), consideran censos de duración inferior (entre 8-15 minutos; Ralph y Scott

1981; Hutto et al., 1986), lo cual permite se haga un número de repeticiones mayor. Sin embargo, se eligió prolongar los períodos de observación para poder detectar las especies raras o menos abundantes de acuerdo con el método utilizado por Rodríguez-Estrella (1997).

Para dar independencia a los datos tomados entre puntos se decidió separarlos a una distancia entre 750 metros y 1 km. Censos previos de la avifauna, han mostrado que la mayor parte de aves paserinas y demás se detectan entre las 06:00-10:00 y las 15:30-18:00 h (Rodríguez-Estrella 1997). El inicio de los censos para el grupo de las aves tuvo inicio en estos intervalos, considerando además que se podrían detectar también las rapaces diurnas.

Se realizaron censos en un total de cuatro puntos fijos, abarcando una superficie de 500 m2 cada uno. Dado que el método utilizado no permite obtener estimación de abundancia absoluta (densidad) o relativa porque en un tiempo de una hora de censo las probabilidades de que el mismo organismo se contabilice en un área puntual son altas.

Se asume que las especies abundantes tienen mayor probabilidad de ser detectadas al poco tiempo de iniciar el censo y con las menos abundantes la probabilidad de ser detectada se incrementa a medida que se prolonga el tiempo de observación. Las especies más abundantes y de distribución más homogénea estarán presentes en casi todos los puntos si el período se prolonga lo suficiente.

- **Captura directa de individuos con redes de niebla**

Se realizó un muestreo utilizando 3 redes de niebla (10 X 4 m). La colocación y distribución de las redes se realizó considerando los corredores de vuelo, fuentes de alimentación (considerando los hábitos alimenticios), dormideros y accesibilidad a las áreas. Se mantuvieron abiertas durante la mañana de 06:00 a 12:00 horas y por la tarde de las 18:00 a 23:00 horas, considerando que son los horarios de mayor actividad de este grupo faunístico, tanto de las aves de hábitos diurnos y nocturnos.

Durante ésta actividad, una vez que el ave caía atrapada en la red, se procedía a desenredarlas; identificar la especie, sexado cuando era posible y toma de fotografía, para finalmente liberarlos.

La determinación específica de los ejemplares se realizó utilizando las guías de aves de Howell (1995), Nacional Geographic (1996) y Peterson and Chalif (1989).

La abundancia relativa de este grupo se manejó de acuerdo con el número de ejemplares observados en cada punto de verificación, empleando el siguiente índice de abundancia (González-García, 1992):

Rara = uno o dos individuos
Común = tres a 15 individuos
Abundante = 15 ó + individuos observados





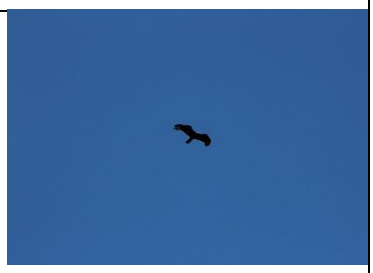





Imagen IV.37.- Mosaico de avifauna presente el área del proyecto

Resultados:

En cuanto a los resultados del muestreo de aves y en base a las técnicas descritas anteriormente en el área del proyecto se registraron un total de 72 especies diferentes agrupadas en 29 familias; de estas especies *Aratinga nana*, *Buteo albicaudatus* y *Buteogallus urubitinga* encuentran en categoría de protección de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver tabla IV.25).

Con respecto a la abundancia relativa de las aves registrada en los muestreos, se identificaron7 especies como abundantes, 35 especies como comunes y 30 como raras (ver tabla IV.25).

Tabla IV.25 Listado de aves que fueron identificadas para el área del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Registro				Abundancia Relativa	NOM 059
				O	F	S	C		
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza ganadera	65	X				Abundante	-----
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	41	X				Abundante	-----
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	26	X				Abundante	-----
Columbidae	*Columbina passerina*	Tortotola gris	17	X				Abundante	-----
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	17	X				Abundante	-----
Corvidae	*Psilorhinus morio*	Pea	17	X				Abundante	-----
Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batará barrado	15	X				Abundante	-----
Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro	13	X				Común	-----
Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de piquigrueso	12	X				Común	-----
Cardinalidae	*Saltator atriceps*	Picurero cabeza negra	12	X				Común	-----

Tabla IV.25 Listado de aves que fueron identificadas para el área del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Registro				Abundancia Relativa	NOM 059
				O	F	S	C		
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de ala blanca	12	X				Común	-----
Momotidae	*Momotus momota*	Momota corona azul	11	X				Común	-----
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul	11	X				Común	-----
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra	11	X				Común	-----
Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina acerada	10	X				Común	-----
Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momota ceja azul	9	X				Común	-----
Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	8	X				Común	-----
Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	8	X				Común	-----
Tyrannidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero	8	X				Común	-----
Psittacidae	*Arremonops rufivirgatus*	Cerquero oliváceo	7	X				Común	-----
Tyrannidae	*Contopus cinereus*	Pibí tropical	7	X				Común	-----
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	7	X				Común	-----
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca	7	X				Común	-----
Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo	7	X				Común	-----
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	6	X				Común	-----
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	6	X				Común	-----
Cardinalidae	*Saltator caerulescens*	Picurero grisáceo	6	X				Común	-----
Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pecho sucio	5	X				Común	Pr
Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	5	X				Común	-----
Corvidae	*Cyanocorax morio*	Papá charan	5	X				Común	-----
Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	Elenia vientre amarillo	5	X				Común	-----
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	5	X				Común	-----
Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	5	X				Común	-----
Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle	5	X				Común	-----
Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Chivirín moteado	5	X				Común	-----
Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canela	5	X				Común	-----
Tyrannidae	*Tolmomyias sulphurescens*	Mosquero ojo blanco	5	X				Común	-----
Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano silbador	5	X				Común	-----
Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara	4	X				Común	-----
Columbidae	*Claravis pretiosa*	Tortotola azul	4	X				Común	-----
Falconidae	*Falco sparverius*	Halcon	4	X				Común	-----
Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Degollado	4	X				Común	-----

Tabla IV.25 Listado de aves que fueron identificadas para el área del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Registro				Abundancia Relativa	NOM 059
				O	F	S	C		
Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorníz yucateca	3	X				Rara	-----
Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	3	X				Rara	-----
Picidae	*Drycopus lineatus*	Carpintero	3	X				Rara	-----
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	3	X				Rara	-----
Tityridae	*Tityra semisfasciata*	Titira enmascarada	3	X				Rara	-----
Tyrannidae	*Uropsila leucogastra*	Chivirín vientre blanco	3	X				Rara	-----
Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canela	2	X				Rara	-----
Accipitridae	*Buteo albicaudatus*	Gavilán coliblanco	2	X				Rara	Pr
Trochilidae	*Chlorostilbon canivetii*	Esmeralda tijereta	2	X				Rara	-----
Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortotola rojiza	2	X				Rara	-----
Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón ceja rufa	2	X				Rara	-----
Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Tángara-hormiguero garganta roja	2	X				Rara	-----
Icteridae	*Icterus chrysater*	Bolsero dorso dorado	2	X				Rara	-----
Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	2	X				Rara	-----
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	2	X				Rara	-----
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	2	X				Rara	-----
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	2	X				Rara	-----
Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	2	X				Rara	-----
Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito migratorio	2	X				Rara	-----
Emberizidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	2	X				Rara	-----
Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	1	X				Rara	-----
Accipitridae	*Buteo magnirostris*	Gavilán pollero	1	X				Rara	-----
Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla negra	1	X				Rara	Pr
Trochilidae	*Campylopterus curvipennis*	Fandangero cola cuña	1	X				Rara	-----
Tyrannidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	1	X				Rara	-----
Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe cebrado	1	X				Rara	-----
Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	1	X				Rara	-----
Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	1	X				Rara	-----
Parulidae	*Seiurus noveboracencis*	Chipe arroyero	1	X				Rara	-----
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Chivirín ratón	1	X				Rara	-----

Simbologia O= observado, F= Fotográfia, S= Sonido y/o canto, C= Capturado, A=Amenazada, P=En peligro de extinción, Pr= Protección especial

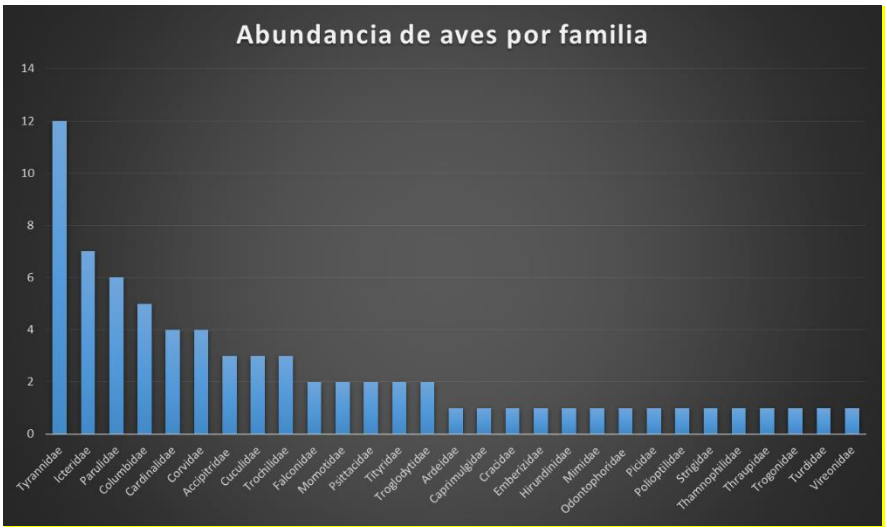


Figura IV.38 Abundancia de aves observadas por familia.

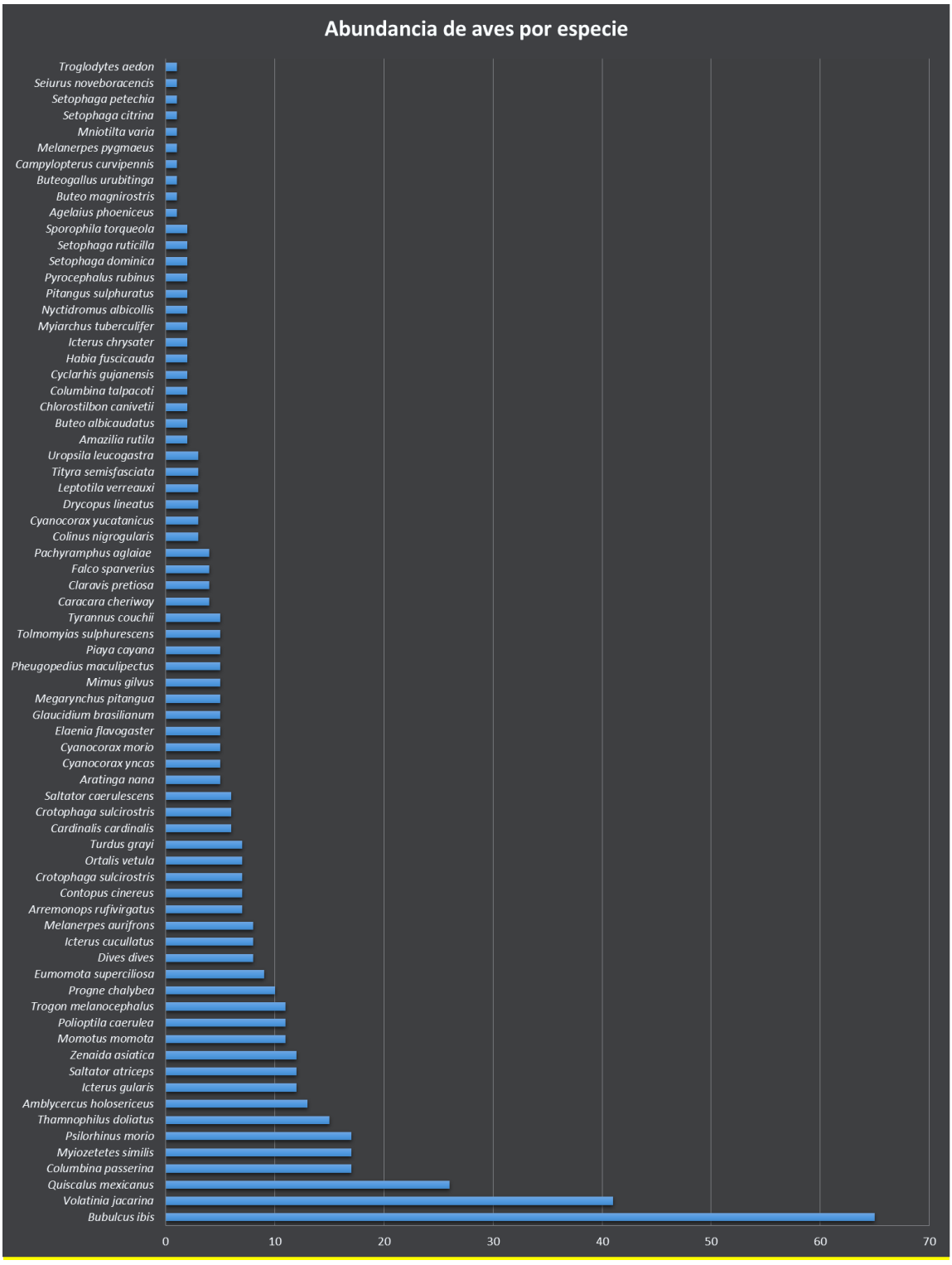


Figura IV.39 Abundancia de aves observadas por especie.

Inventario de mastofauna

Método

Se utilizaron distintas técnicas de muestreo para los mamíferos: redes de niebla, trampas Tomahawk, trampas Sherman, cámaras con sensor infrarrojo y búsqueda de huellas y rastros, así como recorridos de observación.

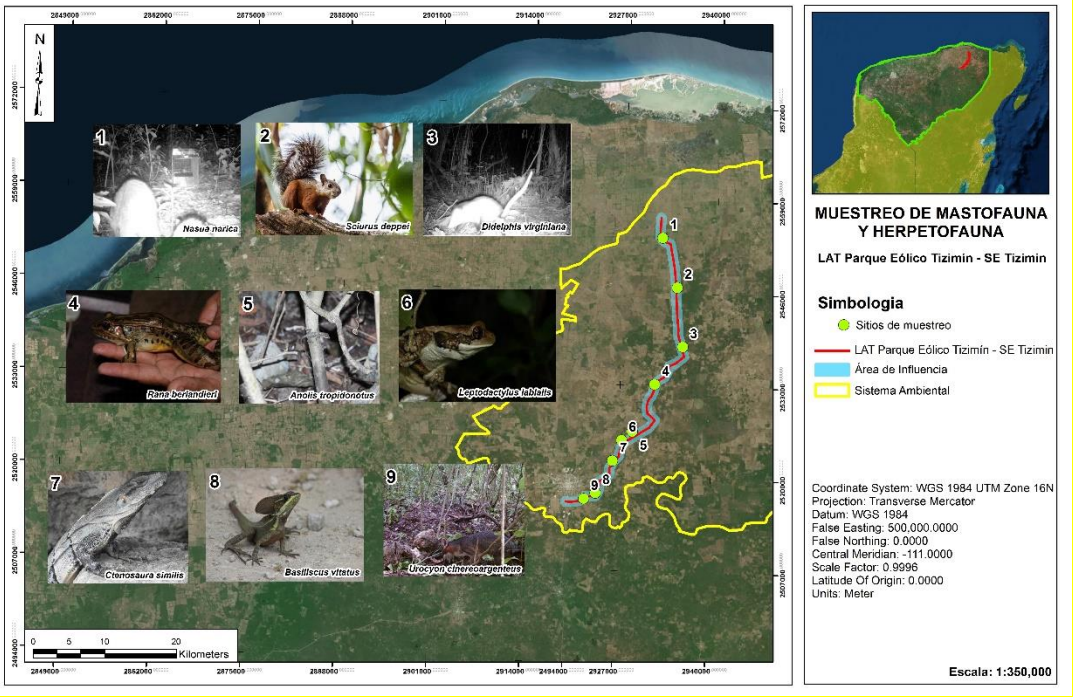


Figura IV.40. Esquematización de los muestres de la mastofauna.

A) Captura con redes de niebla

En el período de muestreo de quirópteros se utilizaron 3 redes de niebla con dimensiones de 10 x 4 m., mismas que se mantuvieron abiertas por la tarde de las 18:00 a 23:00 horas. Las redes se revisaron cada treinta minutos mientras se mantuvieron abiertas.



Figura IV.41.- Uso de redes de niebla para captura de avifauna y quiropteros

B) Captura con trampas tomahawk

Se utilizaron 2 trampas tomahawk las cuales son de malla de alambre galvanizado y varas de acero con una puerta y su mecanismo de bloqueo diseñado para no dañar a los animales capturados. Las cuales se colocaron en el atardecer utilizando atún, sardina y fruta como cebo.

C) Captura con trampas Shermman

Para el muestreo sistemático de roedores se utilizaron 20 trampas tipo Shermman medianas distribuidas cada 10 metros en línea recta. Las trampas se colocaron a las 18:00 horas y se revisaron por la mañana entre las 7:00 y las 8:00 horas.



Figura IV.42.- Uso de jaulas para la captura de mastofauna

D) Captura de imágenes a través de Cámaras para vida silvestre.

Se colocaron dos trampas de infrarrojo, tipo WildView Xtreme, modelo SPCS 533 (visión nocturna) las cuales realizan la función de capturar todo lo que presenta movimiento por medio de un infrarrojo en sitios estratégicamente seleccionados, mismas que fueron colocadas sobre árboles y se dejaron por un periodo de un mes, revisándolas periódicamente.



Figura IV.43.- Uso de cámaras infrarrojas para la captura de imágenes de la fauna

E) Búsqueda de huellas, madrigueras, excretas y rastros

En los recorridos tanto de muestreo de vegetación como de los de fauna se buscaron huellas, excretas y rastros de la presencia de fauna silvestre en la zona.



Figura IV.44.- Busqueda de huellas, madrigueras, nidos y avistamiento de fauna

F) Recorridos de observación

En los diferentes recorridos tanto de muestreo de vegetación como de fauna se observó la presencia directa de fauna en la zona.

La abundancia relativa de los mamíferos se estimó con base en el número de ejemplares registrados por cada transepto, empleando las siguientes categorías: Raro = de uno a dos individuos; común = de tres a 10 individuos; y abundante = más de 10 individuos.

Resultados: Derivado de los trabajos de campo se detectaron once especies de mamíferos agrupadas en diez familias de entre ellas la especie mas representada con quince individuos fue para la especie *Artibeus jamaicensis,* seguido de la especie *Nasua narica* con catorce individuos, después la especie *Sciurus deppei* con siete, *Didelphis virginiana* con cinco, *Sylvilagus cunicularius* con cuatro, las especies *Urocyon cinereoargenteus, Dasypus novemcinctus y Procyon lotor* con tres, *Conepatus leuconotus* con dos y por ultimo la especie *Orthogeomys hispidus* con un solo individuo.

De las mencionadas especies ninguna se encuentra en alguna categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con respecto a la abundancia relativa de los mamíferos, en la tabla se aprecia claramente que se identificaron dos especies como abundantes, seis como comunes y tres especies como raras. Las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.26.- Registro de especies de mamíferos y abundancia relativa.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número	Registro			Abundancia relativa.
				O	C	H	
Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murcielago	15		X		Abundante
Procyonidae	*Nasua narica*	Tejon	14	X			Abundante
Sciuridae	*Sciurus deppei*	Ardilla	7	X			Común
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	5	X			Común
Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo	4	X			Común
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	3		X		Común
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	3	X			Común
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	3			X	Común
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	2	X		X	Raro
Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo	2	X			Raro
Geomyidae	*Orthogeomys hispidus*	Tuza	1	X			Raro

SimbologiaO= observado, C= capturado, H= huella, excreta, otro.



Figura IV.45 Abundancia de mamíferos.

- **Inventario de anfibios y reptiles**
- **Método**

Se realizaron diez transectos aleatorios para anfibios y diez para reptiles de longitud y ancho variable, dependiendo de la accesibilidad del terreno en cada sitio, se revisaron los micro hábitats potenciales en los cuales se pudieran encontrar los organismos, tales como: bajo rocas y troncos, en el suelo, sobre la arena, debajo de la hojarasca, encima de los árboles, arbustos y herbáceas, bajo cortezas sueltas; todo esto con la ayuda de ganchos herpetológicos, pinzas herpetológicas, antenas reptileras y bolsas para su captura temporal.

Los organismos encontrados y que pudieron ser capturados fueron medidos, descritas sus características y se les tomó fotografías para una determinación más exacta, para posteriormente fueron liberados.

La determinación específica de los ejemplares se realizó utilizando las claves para anfibios y reptiles de Casas Andreu y McCoy (1979), así como las guías de anfibios y reptiles del Este y Centro de América de Conant y Collins (1998) y del Oeste de Stebbins (1985), así como de Lemos Espinal y Smith.

El criterio utilizado fue: 1-2 individuos: raro, 3-10: común y más de 10: abundante. (Lazcano-Barrero *et al.* 1992).



Figura IV.46 Reptiles capturados fotográficamente en los recorridos de observación.

Resultados:

En cuanto a los resultados del muestreo de reptiles se observaron para el proyecto un total de ochoespecies diferentes presentándose mas observaciones con catorce individuos de la especie *Ctenosaura similis,* cinco para *Basiliscus vitatus*, cuatro

para *Anolis tropidonotus*, tres para *Coleonyx elegans, Elaphe flavirufa* y*Oxybelis fulgidus* y un solo individuo para *Ameiva undulata.*

En lo referente a los anfibios se detectaron seis especies de las cuales la mas representada fue la especie *Bufu marinus* con seis, seguido de la especie *Bufo valliceps* con cinco, después la especie *Agalychnis callidryas*con cuatro y por último las especies *Trachycephalus tifonius, Leptodactylus labialis y Rana berlandieri* con tres individuos. Las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 27. Lista de las especies de reptiles registrados.

CLASE REPTILIA	**Núm.**
Ctenosaura similis	14
Anolis tropidonotus	4
Basiliscus vitatus	5
Coleonyx elegans	3
Ameiva undulata	1
Elaphe flavirufa	3
Bothrops asper	2
Oxybelis fulgidus	3
CLASE AMPHIBIA	**Núm.**
Trachycephalus tifonius	3
Bufu marinus	6
Bufo valliceps	5
Leptodactylus labialis	3
Rana berlandieri	3
Agalychnis callidryas	4

Con respecto a la abundancia relativa de reptiles se identificaron dos especies como raras, y cinco especies como comúnes y una sola especie como abundante, de las cuales dos se encuentran listados en la Norma 059-SEMARNAT-2010, como amenazadas. Con respecto a los anfibios se identificaron todas las especies como comúnes, de las cuales únicamente la especie *Rana berlandieri* se encuentra como sujeta a protección especial en la Norma 059-SEMARNAT-2010. Tal y como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 25. Abundancia relativa de las especies de reptiles y anfibios registrados durante el muestreo, así como su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clase	Orden	Suborden	Familia	Especie	Abundancia proyecto	NOM 059 SEMARNAT 2010
REPTILIA	Squamata	Lacertilia	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Abundante	A
REPTILIA	Squamata	Lacertilia	corytophanidae	*Basiliscus vitatus*	Común	
REPTILIA	Squamata	Sauria	Dactyloidae	*Anolis tropidonotus*	Común	
REPTILIA	Squamata	Sauria	Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Común	A
REPTILIA	Squamata	Serpentes	Colubridae	*Elaphe flavirufa*	Común	
S**AUROPSIDA**	Squamata	Serpentes	Colubridae	*Oxybelis fulgidus*	Común	
REPTILIA	Squamata	Serpentes	Viperidae	*Bothrops asper*	Raro	
REPTILIA	Squamata	Sauria	Teiidae	*Ameiva undulata*	Raro	
AMPHIBIA	Anura	---------	Hylidae	*Trachycephalus tifonius*	Común	
AMPHIBIA	Anura	--------	Bufonidae	*Bufo marinus*	Común	
AMPHIBIA	Anura	--------	Bufonidae	*Bufo valliceps*	Común	
AMPHIBIA	Anura	--------	Leptodactylidae	*Leptodactylus labialis*	Común	
AMPHIBIA	Anura	--------	Ranidae	*Rana berlandieri*	Común	Pr
AMPHIBIA	Anura	Neobatachia	Hylidae	*Agalychnis callidryas*	Común	

Simbología 1 a 3=Raro 3 a 10= común más de 10=abundante A=Amenazada P=En peligro de extinción Pr= Protección especial
*****= Endémica

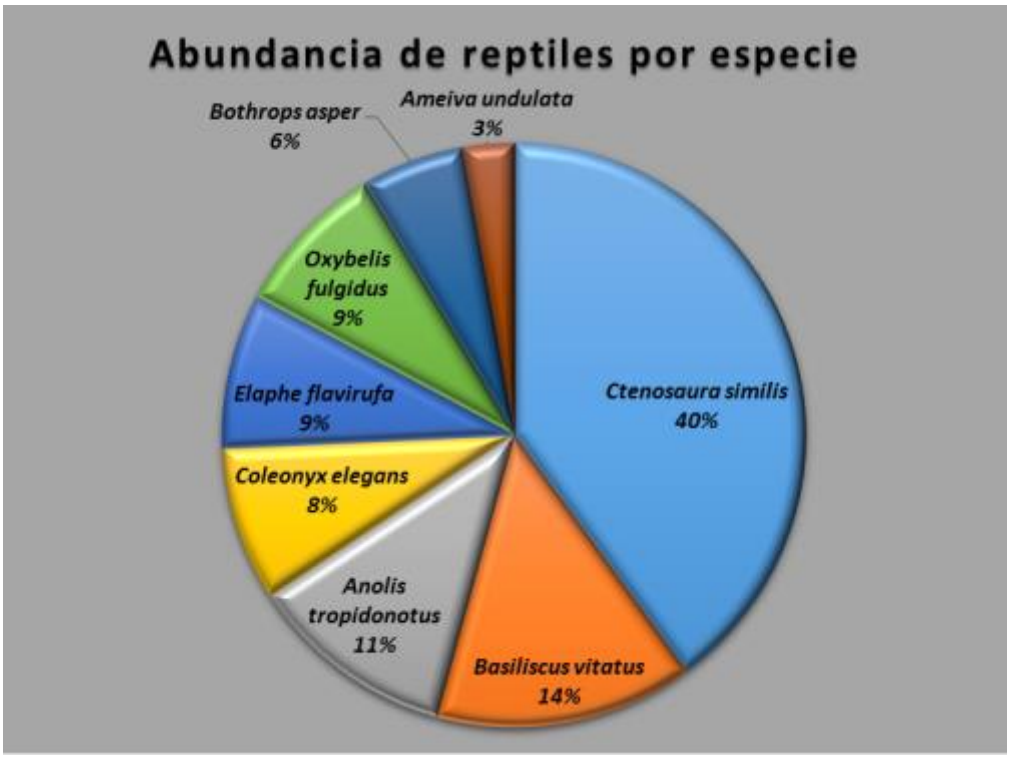


Figura IV.47 Abundancia de reptiles por especie.

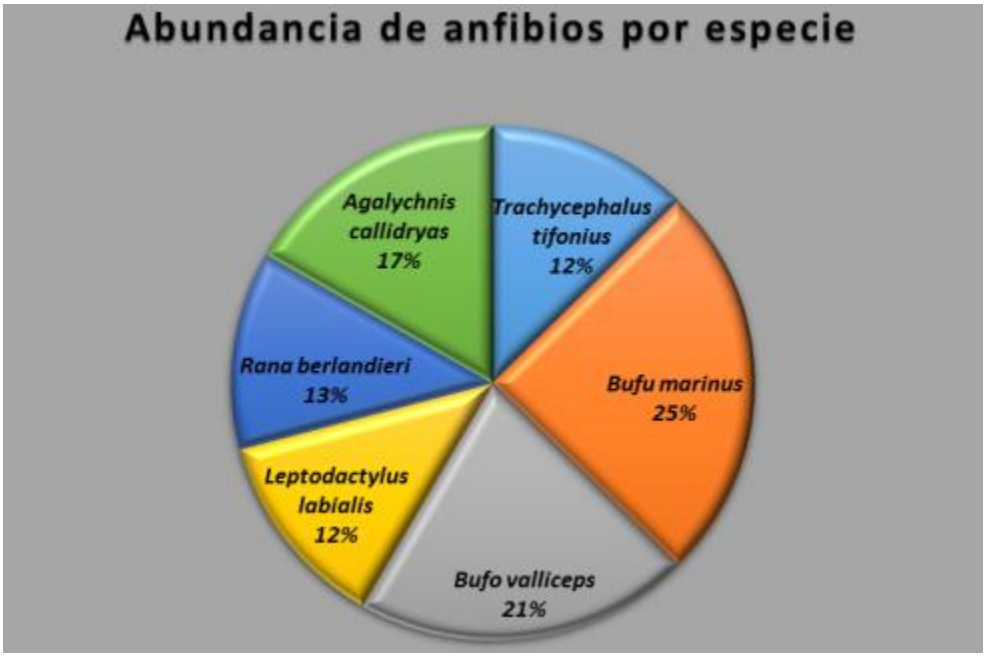


Figura IV.48 Abundancia de anfibios por especie.

Análisis de los resultados faunísticos.

Como resultado del trabajo de campo, para el área del proyecto se registró una diversidad faunística de 97 especies; de las cuales 72(74%) corresponden al grupo de las aves, 11 (12%) a la mastofauna, 8 (8%) a los reptiles y a los anfibios 6 (6%).

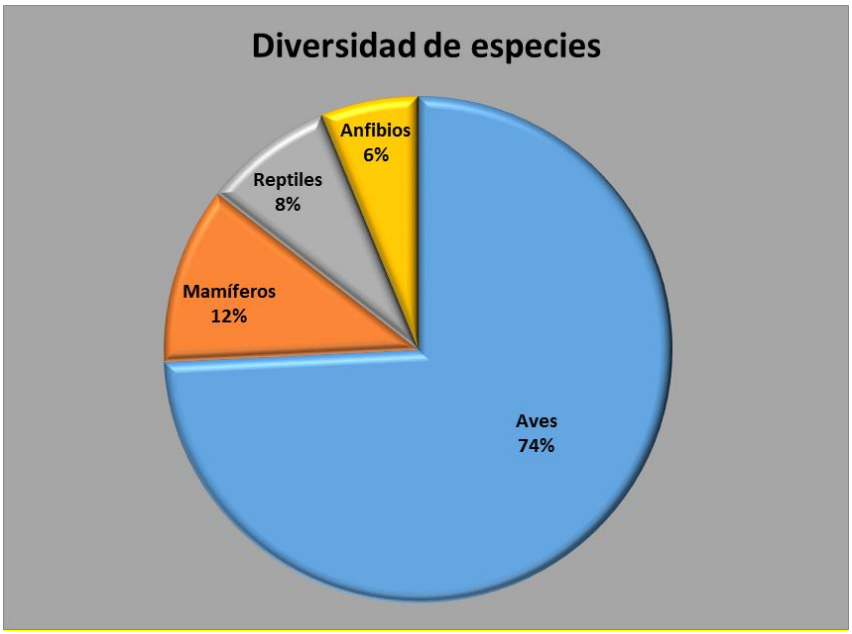


Figura IV.47 Diversidad faunística de especies para el proyecto.

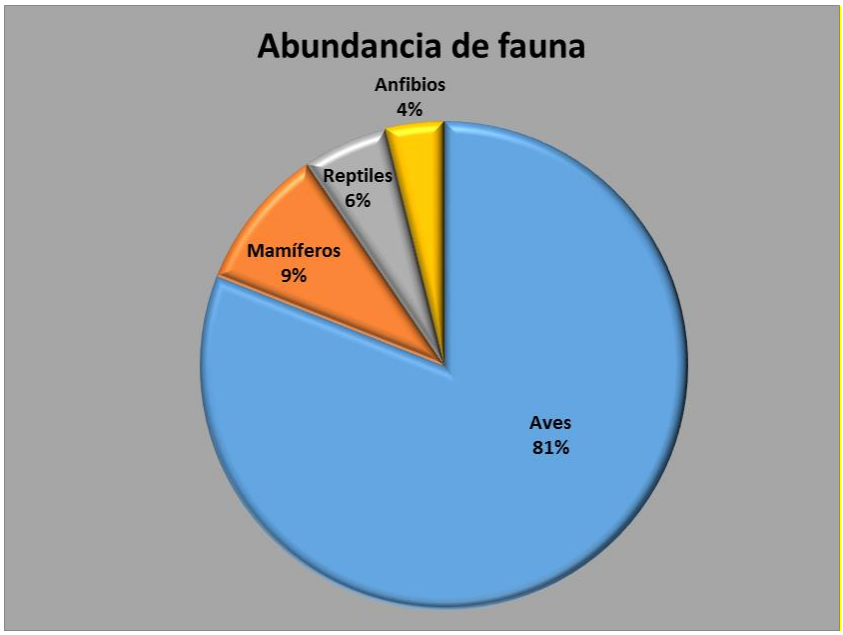


Figura IV.48 Abundancia de individuos por grupo faunístico para el proyecto.

Por otro lado, la abundancia, al igual que la diversidad, está representada en un mayor porcentaje por el grupo de las aves 81 %, seguida de los mamíferos con el 9 % , los reptiles con 6% y finalmente los anfibios con el 4%. Más detalles se observan en los métodos y resultados para cada grupo faunístico desarrollado en este capítulo, así como en el diagnóstico ambiental del presente documento.

Listado potencial de la fauna silvestre dentro del área de estudio del proyecto

Una vez realizados los muestreos y la revisión bibliográfica de las características de la fauna silvestre en la zona del proyecto se identificaron las siguientes especies.

Aves: Se encontraron bibliográficamente un total de 127 especies de las cuales 13 especies se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010, en las siguientes categorías: 1 en peligro de extinción, 2 amenazadas y 10 en proteccion especial.

Mamíferos: Se encontraron bibliográficamente un total de 125 especies de las cuales 38 se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010, en las siguientes categorías: 11 en peligro de extinción, 15 amenazadas y 12 en protección especial.

Anfibios: Se encontraron bibliográficamente un total de 40 especies; de las cuales se encuentran 4 especies en la NOM-SEMARNAT-059-2010, 2 en protección especial, 1 en amenazada y 1 en peligro de extinción.

Reptiles: Se encontraron bibliográficamente un total de 27 especies, de las cuales 11 se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010, en las siguientes categorías: 2 amenazadas y 9 sujetas a protección especial.

Tabla IV.27.- Listado potencial de Anfibios reportada y/o registrada en el área de estudio del proyecto.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	NOM-059
HERPETOFAUNA				
Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo común	-
Anura	Hylidae	*Trachycephalus typhonius*	Rana arboricola lechosa	-
Anura	Hylidae	*Dendropsophus microcephalus*	Rana de árbol amarilla	-
Anura	Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana de Brown	Pr

Tabla IV.27.- Listado potencial de Anfibios reportada y/o registrada en el área de estudio del proyecto.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	NOM-059
Anura	Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus frigilis*	Rana de bigotes	-
Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana espinosa rayada	A
Squamata	Dactyloidae	*Anolis rodriguezi*	Abaniquillo liso del sureste	-
Squamata	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo	-
Squamata	Dactyloidae	*Anolis sericeus*	Lagartija de abanico azul	-
Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco	-
Squamata	Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Toloque coronado	Pr
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus lundelli*	Lagartija espinosa yucateca	-
Squamata	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	-
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Merech rayado	-
Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Geco casero	-
Squamata	Colubridae	*Drymarchon corais*	Culebra índigo	-
Squamata	Boidae	*Boa constrictor*	Boa, och can, mazacuata	A
Squamata	Elapidae	*Micrurus diastema*	Coralillo	Pr
Squamata	Viperidae	*Agkistrodon bilineatus*	Cantil pinto, Zolcuate	Pr
Squamata	Viperidae	*Bothrops asper*	Nauyaca, terciopelo	-
Squamata	Viperidae	*Crotalus tzabcan*	Cascabel del trópico	-
Testudines	Emydidae	*Terrapene carolina*	Tortuga de caja	Pr
Testudines	Emydidae	*Trachemys venusta*	Jicotea	-
Testudines	Emydidae	*Trachemys scripta*	Tortuga de orejas rojas	Pr
Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo americano	Pr
Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodrylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	Pr
AVIFAUNA				
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú canelo	Pr
Anseriformes	Anatidae	*Anas discors*	Cerceta Ala Azul	-
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Ala Blanca	-
Galliformes	Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz Yucateca	-
Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Vetula	-
Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	Pr
Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Magnífica	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza Ganadera	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta Verde	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garceta Azul	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garceta Tricolor	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garceta Pie Dorado	-

Tabla IV.27.- Listado potencial de Anfibios reportada y/o registrada en el área de estudio del proyecto.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	NOM-059
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Pedrete Corona Clara	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza Tigre Mexicana	Pr
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán Orejudo	-
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán Oliváceo	-
Gruiformes	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carao	-
Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta Frente Roja	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero Alzacolita	-
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo Tildío	-
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Candelero Americano	-
Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	-
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	-
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	Pr
Accipitriformes	Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico Gancho	Pr
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla Cola Blanca	Pr
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranospiza caerulescens*	Gavilán Zancón	A
Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara Quebrantahuesos	-
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-
Strigiformes	Strigidae	*Ciccaba virgata*	Búho Café	-
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	-
Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho Cornudo	-
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de Campanario	-
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tórtola Coquita	-
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tórtola Rojiza	-
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	-
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	-
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma Huilota	-
Psitaciformes	Psittacidae	*Amazona xantholora*	Loro Yucateco	A
Psitaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Frente Blanca	Pr
Psitaciformes	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico Pecho Sucio	Pr
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	-
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos Tropical	-
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canela	-
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Antrostomus badius*	Tapacamino Huil	-
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor	-

Tabla IV.27.- Listado potencial de Anfibios reportada y/o registrada en el área de estudio del proyecto.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	NOM-059
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	Chotacabras Zumbón	-
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	-
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canela	-
Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí Garganta Rubí	-
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón Cabeza Negra	-
Coraciiformes	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto Ceja Azul	-
Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín Pescador Norteño	-
Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	-
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	-
Piciformes	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero Yucateco	-
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batará Barrado	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax flaviventris*	Mosquero Vientre Amarillo	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Mosquero Mímimo	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	Papamoscas Viajero	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Tirano	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus yucatanensis*	Papamoscas Yucateco	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis Gregario	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero Cardenal	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano Silbador	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Tropical	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus forficatus*	Tirano tijereta rosado	-
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Mosquero Cabezón Degollado	-
Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Enmascarada	-
Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón Ceja Rufa	-
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	Pr
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojo Blanco	-
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo philadelphicus*	Vireo de Filadelfia	-
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara Verde	-
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon fulva*	Golondrina Pueblera	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina Risquera	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Ala Aserrada	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina Bicolor	-

Tabla IV.27.- Listado potencial de Anfibios reportada y/o registrada en el área de estudio del proyecto.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	NOM-059
Passeriformes	Troglodytidae	*Thryothorus maculipectus*	Chivirín Moteado	-
Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca Yucateca	P
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila albiloris*	Perlita Pispirria	-
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	-
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Pardo	-
Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador Gris	-
Passeriformes	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	-
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita Pico Grueso	-
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita Común	-
Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe Trepador	-
Passeriformes	Parulidae	*Parkesia motacilla*	Chipe Arroyero	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe Encapuchado	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Coronado	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe Garganta Naranja	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolia	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe Playero	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe Dorso Verde	-
Passeriformes	Thraupidae	*Piranga rubra*	Tángara Roja	-
Passeriformes	Thraupidae	*Habia fuscicauda*	Tángara Hormiguera Garganta Roja	-
Passeriformes	Emberizidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador Oliváceo	-
Passeriformes	Emberizidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de Collar	-
Passeriformes	Emberizidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero Oliváceo	-
Passeriformes	Emberizidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal Rojo	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo Azul	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín Azul	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo Pecho Rosa	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Saltator atriceps*	Picurero Cabeza Negra	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Saltator coerulescens*	Picurero Grisáceo	-
Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo Sargento	-
Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	-
Passeriformes	Icteridae	*Icterus auratus*	Bolsero Yucateco	-
Passeriformes	Icteridae	*Icterus chrysater*	Bolsero Dorso Dorado	-
Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero Encapuchado	-
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de Altamira	-
Passeriformes	Icteridae	*Icterus mesomelas*	Bolsero Cola Amarilla	-
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojo Rojo	-

Tabla IV.27.- Listado potencial de Anfibios reportada y/o registrada en el área de estudio del proyecto.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	NOM-059
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	-
Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero Tortilla Con Chile	-
Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia Garganta Negra	-
MASTOFAUNA				
Primates	Atelidae	*Ateles geoffroyi*	Mono araña	P
Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	-
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	-
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	-
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache de Virginia	-
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache	-
Carnivora	Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja	-
Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle	Pr
Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-
Carnivora	Felidae	*Puma yagouaroundi*	Jaguarundi, onza	A
Rodentia	Geomyidae	*Orthogeomys hispidus*	Tuza	-
Rodentia	Geomyidae	*Heteromys gaumeri*	Rata espinosa	-
Rodentia	Muridae	*Mus musculus*	Ratón doméstico	-
Rodentia	Muridae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera	-
Rodentia	Muridae	*Ototylomys phyllotis*	Rata arboricola de orejas grandes	-
Rodentia	Muridae	*Peromyscus yucatanicus*	Ratón	-
Rodentia	Muridae	*Sigmodon hispidus*	Rata algodonera	-
Rodentia	Muridae	*Reithrodontomys gracilis*	Ratón de las cosechas	-
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	-
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus deppei*	ardilla tropical	-
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo	-
Chiroptera	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago	-
Chiroptera	Noctilionidae	*Noctilio leporinus*	Murciélago pescador	-
Chiroptera	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*	Murciélago cara de fantasma	-
Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus davyi*	Murciélago	-
Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago bigotudo de Parnell	-
Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus personatus*	Murciélago bigotón de Wagner	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus furinalis*	Murciélago	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus blossevillii*	Murciélago	-

Tabla IV.27.- Listado potencial de Anfibios reportada y/o registrada en el área de estudio del proyecto.

Orden	Familia	*Especie*	Nombre común	NOM-059
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus ega*	Murciélago	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus intermedius*	Murciélago	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa aeneus*	Murciélago amarillo yucateco	-
Chiroptera	Molossidae	*Cynomops mexicanus*	Murciélago cara de perro	Pr
Chiroptera	Molossidae	*Molossus rufus*	Murciélago	-
Chiroptera	Molossidae	*Nyctinomops laticaudatus*	Murciélago	-
Chiroptera	Molossidae	*Eumops underwoodi*	Murciélago	-

Especies de valor comercial y/o cinegético

De acuerdo con los criterios establecidos en la Ley General de Fauna Silvestre, sólo se podrán llevar a cabo actividades cinegéticas o de aprovechamiento comercial de la fauna silvestre de manera sustentable, ya sea, mediante Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o en áreas donde ya operen Proyectos de Áreas de Manejo Sustentable (PAMS), lo que asegura que tienen un plan de manejo aprobado por la sustentabilidad del aprovechamiento del recurso fauna silvestre.

En el caso del aprovechamiento de aves canoras y de ornato, también se permite su explotación a través de Convenios de Concertación de Acciones concentrados entre la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental-SEMARNAT a través de la Dirección General de Vida Silvestre y las organizaciones, uniones o asociaciones de aprovechadores de este recurso, de tal manera que se garantice la sustentabilidad del recurso fauna silvestre; las actividades correspondientes serán supervisadas por personal de la SEMARNAT con consentimiento expreso de los titulares de los predios y de los representantes de cada organización.

Entre los diferentes usos de la fauna silvestre, se encuentran: cacería de subsistencia, medicinal, ornato, mascotas, científica y materia prima (Pérez-Gil *et al.*, 1994).

En cuanto al aprovechamiento de la fauna silvestre en el área de estudio, este no representa un recurso como fuente alimenticia, medicinal, de ornato o de compañía.

IV.2.2.3. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas de Importancia Ecológica (ANP, RTP, RHP, AICA´S)

Las regiones prioritarias para la conservación, son instrumentos de planeación territorial de las áreas, cuyas características físicas y bióticas favorecen condiciones de particular importancia desde la perspectiva de la biodiversidad, en ese sentido se realizó un análisis de la ubicación del Proyecto respecto a los polígonos de las siguientes regiones:

- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)
- Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)
- Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)
- Regiones Marinas Prioritarias (RMP)
- Sitios Prioritarios Epicontinentales (SPEC)
- Sitios RAMSAR
- Áreas Naturales Protegidas del ámbito federal, estatal y municipal (ANP).

Por lo anterior, a continuación, se presentan los resultados obtenidos.

a) Áreas Prioritarias para la Conservación de las aves (AICA)

Las AICA's surgieron como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Se pretende que sean una herramienta de información útil para la toma de decisiones que contribuya a normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación, así como proveer datos de distribución y ecología, a los estudiosos de las aves y contribuir a fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.

Así, de acuerdo con el mapa de delimitación de las AICA´s, en escala 1:290,000, elaborado por la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves CIPAMEX y la CONABIO, tenemos que en la parte Norte del Sistema Ambiental (no así en el Área de Influencia, ni área del Proyecto) se ubica el AICA denominada "Ría Lagartos" (Ver Figura IV.47).

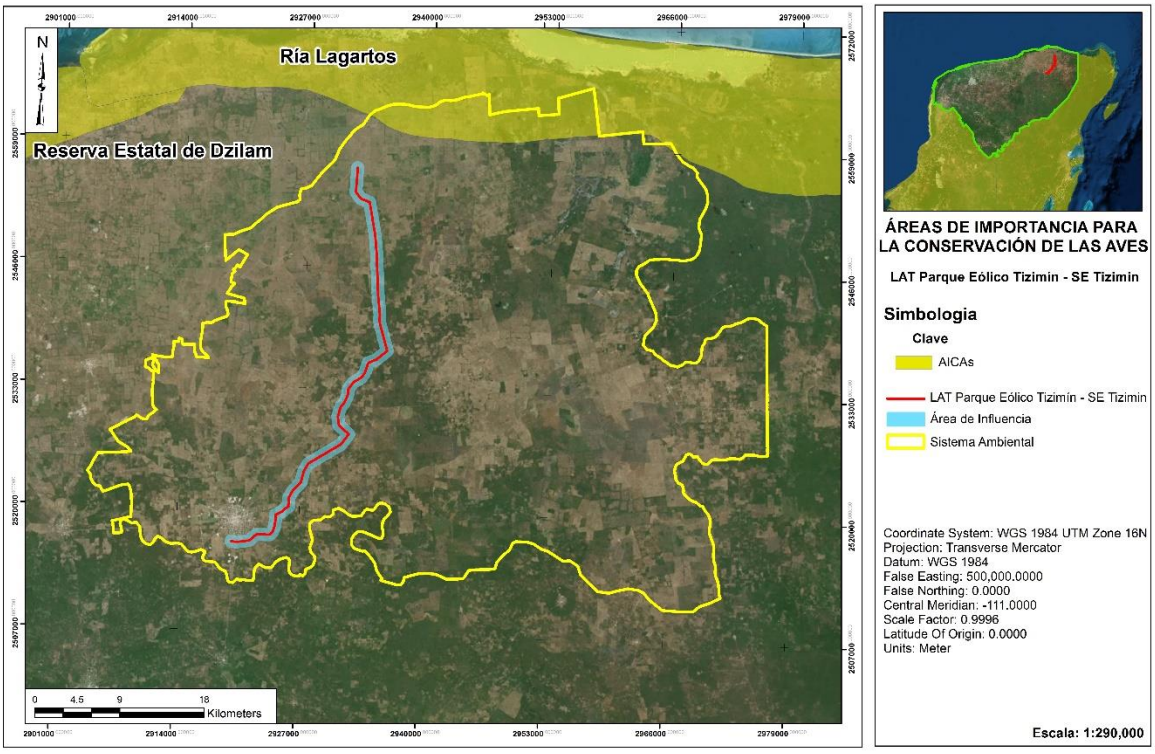


Figura IV.49.- Ubicación del Proyecto con relación a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

b) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las Regiones Terrestres Prioritarias, son consideradas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), como unidades territoriales estables en términos ambientales, cuya riqueza ecosistémica y específica, es mayor que en el resto del país, aunado a una integridad ecológica y funcional significativa donde la conservación de dicha biodiversidad es una posibilidad real. Así, conforme a la revisión realizada en el "Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO", mediante el mapa correspondiente a una escala 1:290,000, generado por la CONABIO, se determinó que una pequeña porción la Región Terrestre Prioritaria

denominada Dzilam-Ria Lagartos-Yum Balam se ve influenciada en la parte Sur del Sistema Ambiental (Ver Figura IV.48).

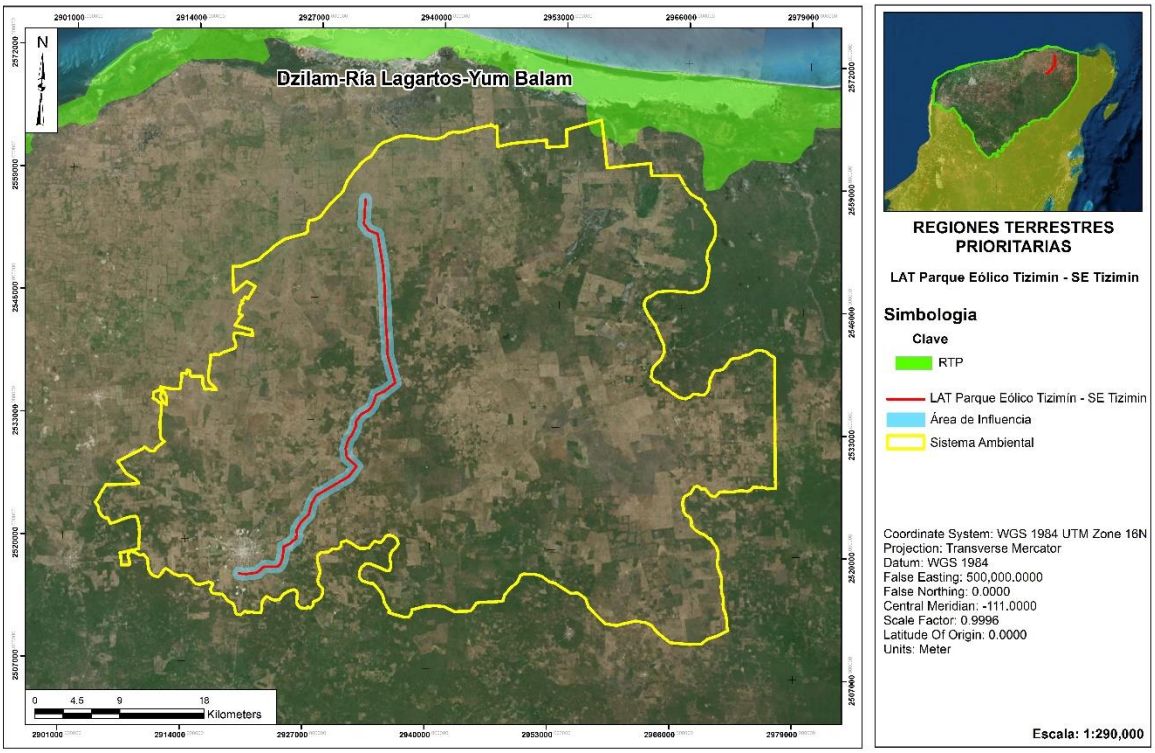


Figura IV.50 Ubicación del Proyecto con relación a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

c) Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Con relación a las áreas o Regiones Hidrológicas Prioritarias para la conservación del recurso hídrico de acuerdo a la regionalización hecha por la CONABIO, en el Sistema Ambiental se presenta la denominada ¨***Anillo de Cenotes***¨, identificada con la clave 122, la cual abarca los poblados: Campeche, Sisal, Umán, Mérida, Tizimín, Motul, Progreso, Ría Lagartos, Dzilam, Celestún, con una extensión de 16,214.82 km^2. Esta RHP se encuentra influenciada con un porcentaje por encima del 50% del Sistema Ambiental y 50 % Área de Influencia y Área del Proyecto (figura IV.49).

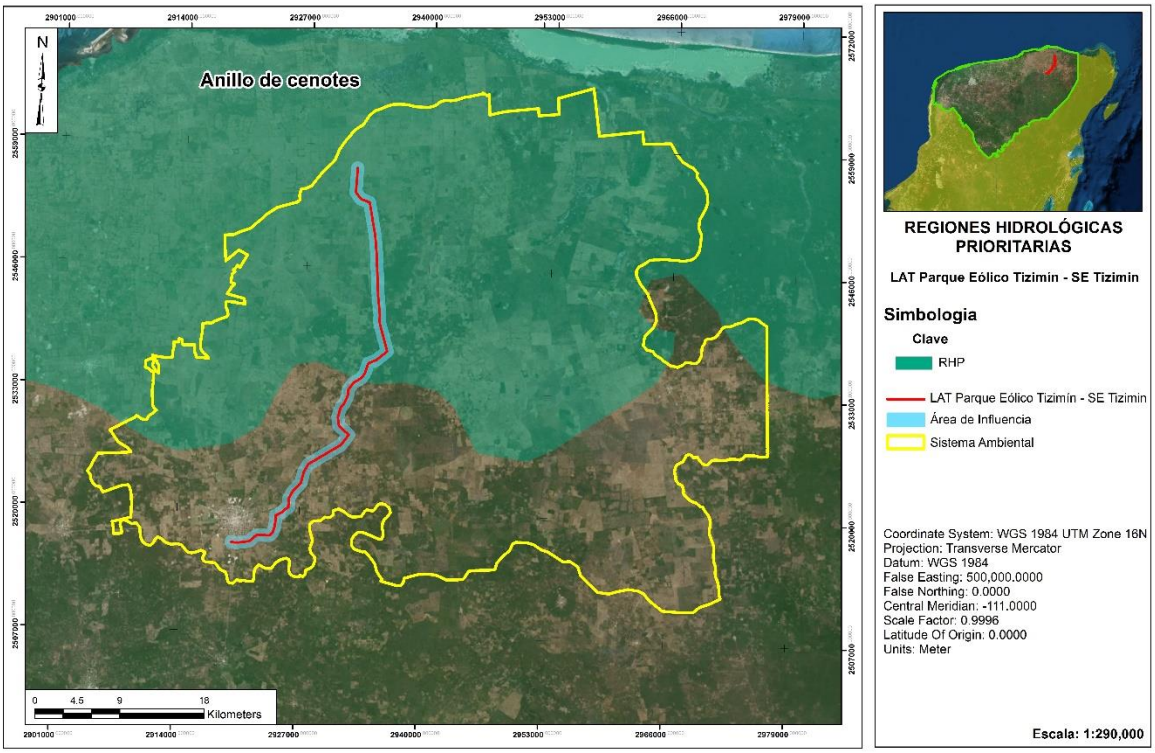


Figura IV.51 Representación gráfica de la Región Hidrológica Prioritaria en el ámbito del Sistema Ambiental

En esta región se encuentra caracterizada los recursos hídricos principales del tipo **lénticos:** cenotes, lagunas costeras, marismas, ciénegas, petenes y, del tipo **lóticos:** ríos y una extensa cuenca criptorréica de aguas subterráneas (Anillo de cenotes).

Con respecto al tema de **Biodiversidad** se encuentran diferentes tipos de vegetación como: dunas costeras, manglar, tular, carrizal, tasistales, vegetación riparia, palmar inundable, matorral espinoso inundable, selva mediana subcaducifolia, petenes, selva baja caducifolia, selva baja inundable, sabana, pastizal halófilo, cultivado y natura.

Dentro de la **Problemática** que presenta esta región, es por: a) Modificación del entorno extracción inmoderada de agua y desforestación. Pérdida de la vegetación, sobrepastoreo, destrucción de dunas costeras por efecto de la industria salinera, construcción de carreteras, bordos y diques, azolve, desecación y desarrollo de

infraestructura portuaria. Incendios producidos por prácticas de tumba, roza y quema y actividad ganadera. Crecimiento urbano que ocasiona relleno de zonas inundables y destrucción del manglar; b) por materia orgánica y metales pesados. Escurrimientos agrícolas con agroquímicos y aguas negras. Contaminación del manto freático. En Mérida: residuos orgánicos y patógenos (contaminación urbana e industrial) y; c) Uso de recursos, como petróleo, termoeléctrica, cacería furtiva, pesca ribereña y artesanal de camarón, bagre *Arius melanopus*, mojarra *Calamus campechanus*, jurel *Caranx* sp., robalo *Centropomus undecimalis*, corvinas *Cynoscion arenarius* y *C. nebulosus,* mero *Epinephelus morio*, huachinango *Lutjanus campechanus*, lisa *Mugil* sp., pulpo *Octopus maya* y *O. vulgaris*, langosta *Panulirus argus*, carito *Scomberomorus cavalla, S. maculatus*, *Seriola* sp. y caracol *Strombus gigas*; acuicultura, agricultura, ganadería, apicultura y ecoturismo. Producción de sal y cultivos de palma de coco.

Dentro de la **Conservación,** preocupa la extracción inmoderada de agua, la modificación de los flujos de agua y la contaminación de las aguas subterráneas. Se requiere del control de contaminantes en Mérida y en los cenotes. Se requieren, también, de estudios de microtopografía de las cuencas, gasto en petenes y listas de vegetación acuática e insectos. Conservación Internacional y la Convención de Ramsar señalan a Ría Lagartos como humedal prioritario por ser un sistema complejo de pequeños estuarios, lagunas costeras hipersalinas, manglares y una barra de dunas de arena. Comprende la reserva estatal de Dzilam, las Reservas Especiales de la Biosfera Ría Celestún y Ría Lagartos y el Parque Nacional Dzilbilchaltún.

De lo anterior se desprende que, con la construcción del proyecto no se contempla afectación de los recursos hídricos loticos, ni lenticos, con respecto a los diferentes tipos de vegetación en el Sistema Ambiental solo se localiza la vegetación de Selva Baja Caducifolia, Vegetación Secundaria arbórea de selva baja caducifolia vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y en mayor porcentaje

pastizales cultivados mientras que los criterios mediante el cual se propone la protección y conservación de los recursos hídricos en cantidad y calidad, el proyecto no representa en si una afectación a estos, derivado a que el criterio como tal, está orientado a aquellos recursos ubicados en la costa del Golfo como son los humedales, las reservas de agua subterránea, la cual está administrada por la CONAGUA, mediante la expedición de concesiones y el monitoreo de los pozos autorizados, entre otros.

Fuente: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_102.html

d) Sitios Prioritarios Epicontinentales (SPEC)

Con respecto a la búsqueda de los Sitios Prioritarios Epicontinentales que pudieran ser influenciados por la construcción del proyecto, se identificó en la parte noreste del Sistema Ambiental, un Sitio Prioritario de Prioridad Alta y dos en la parte sur de Prioridad Media, aclarando que en estos sitios no se realizarán actividades constructivas del proyecto, puesto que se encuentran fuera del área de Influencia del proyecto (Ver Figura IV.50).

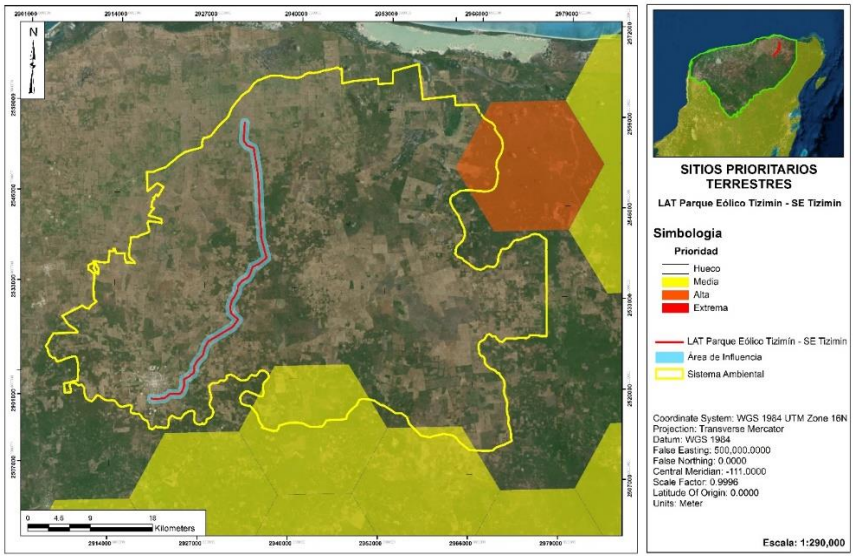


Figura IV.52 Ubicación del proyecto con relación a los Sitios Terrestres Epicontinentales.

e) Región Marina Prioritaria (RMP)

Con relación a las Regiones Marinas Prioritarias, que pudieran ser influenciados por la construcción del proyecto, se identificó en la parte norte y extendiéndose hasta la parte centro del Sistema Ambiental, la denominada ¨***Dzilam – Contoy***¨, identificada

con la clave 62. Esta RHP se encuentra influenciada con un porcentaje aproximado del 40% del Sistema Ambiental y un 5 % del Área de Influencia y Área del Proyecto (Ver Figura IV.50).

En esta región se encuentra caracterizada en oceanografía**:** afloramientos; corriente de Yucatán. Hay aporte de agua dulce por ríos subterráneos y lagunas.

Con respecto al tema de **Biodiversidad** se encuentran la zona de transición entre la biota del Golfo de México y la del Mar Caribe; plancton, moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares. Hay endemismos de plantas (*Mammillaria* spp, *Coccothrinax readii*, *Echites yucatanensis*, *Hylacereus undatus*, *Krugiodendrum jeneum*, *Nopalia gaumerii*) y moluscos (*Octopus maya*). Es zona migratoria, de reproducción, anidación, crecimiento y refugio de aves, crustáceos (langosta y camarón) y peces.

Dentro de la **Problemática** que presenta esta región, es por:

- Modificación del entorno: fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado.
- Contaminación: en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga.
- Uso de recursos: presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

Dentro de su estatus de **Conservación** propuesta para esta región, es de importancia ecológica por presentar ecosistemas de sostenimiento para muchos organismos. Incluye dos reservas: Ría Lagartos y Yum-Balam.

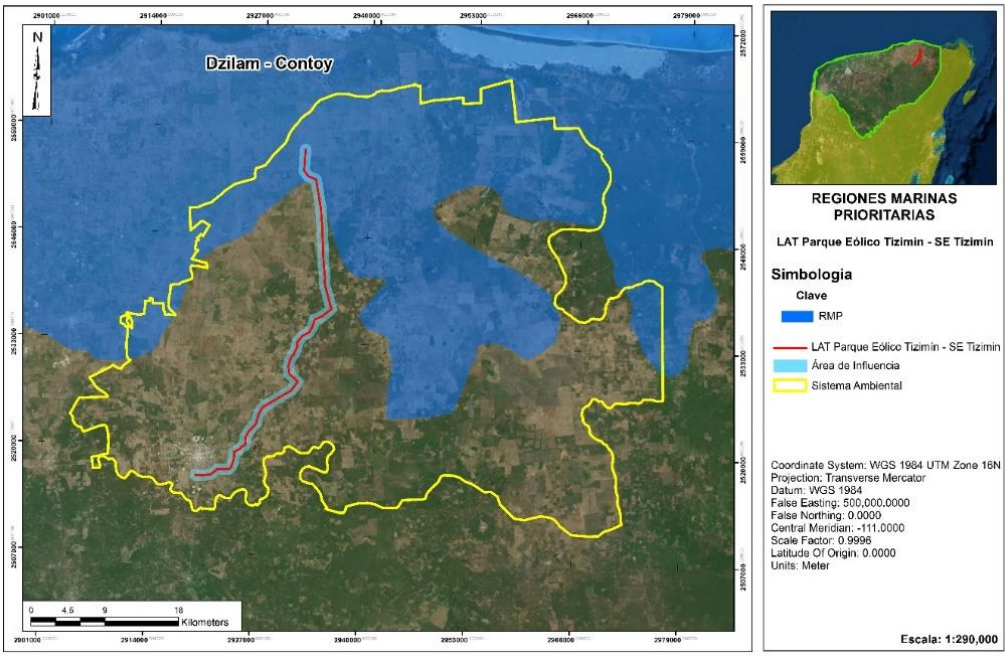


Figura IV.53 Ubicación del proyecto con relación a Región Marina Prioritaria.

a) Áreas Naturales Protegidas del ámbito federal, estatal y municipal

De igual forma, se revisó la ubicación del Proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas tanto de carácter federal, como estatal y municipal, así como las Áreas Voluntariamente Destinadas a la Conservación. Resultando que el Proyecto aquí presentado, no incide en ninguna de ellas (tal como se puede corroborar en las siguientes imágenes).

- ✓ **ANP Federales**

En el marco de las ANP federal, la consulta de los mapas elaborados por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas se obtuvo que el Proyecto no ubica dentro de alguna área, la más cercana es la denominada Ría Lagartos decretada como Reserva Especial de la Biósfera y se ubica en la parte norte al límite del Sistema Ambiental. Véase Figura IV.49.

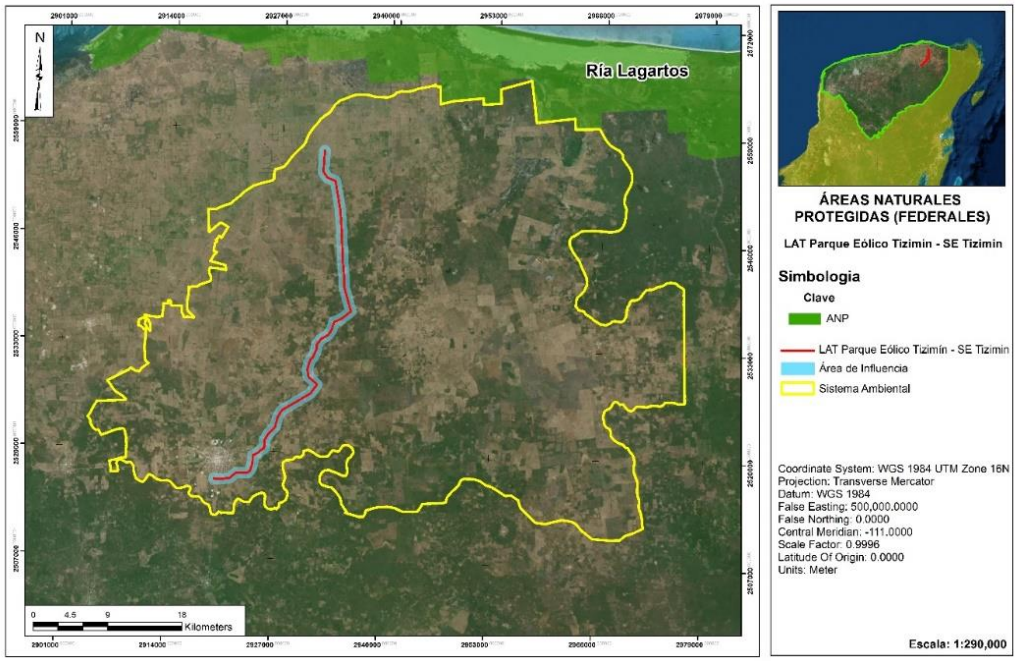


Figura IV.54 Ubicación del Proyecto con relación a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) Federales

✓ **ANP Estatales**

La Reserva Ecológica Estatal denominada "Reserva de Dzilam", considerado como un sitio prioritario para la conservación de los humedales, albergando una diversidad significativa de flora y fauna, así como por poseer asociaciones vegetales que son habitat, y proveen refugio y alimento a un gran número de especies, es la más cercana al Sistema ambiental, localizándose a 27 km, tal como se muestra en la IV.51.

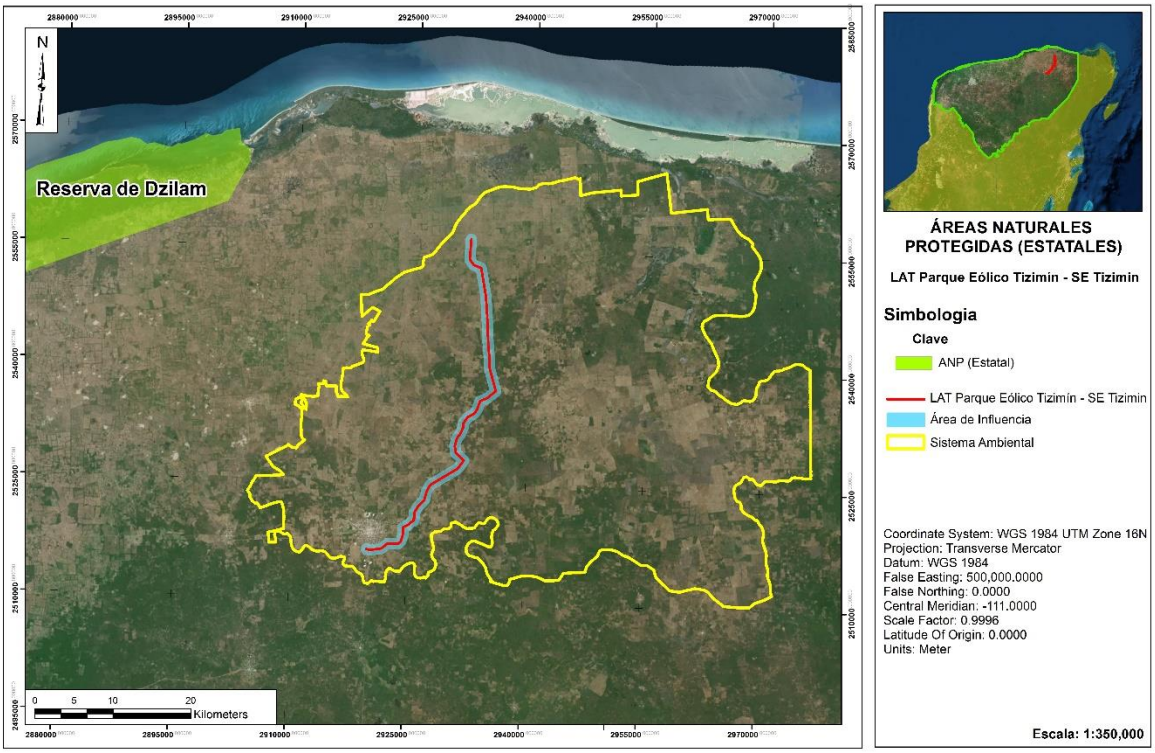


Figura IV.55 Ubicación del Proyecto con relación a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) Estatales

✓ **ANP Municipales**

En el ámbito municipal no se encuentran decretadas áreas naturales protegidas.

IV.2.2.4. Vulnerabilidad de las especies de flora y fauna

Para estimar la importancia y grado de vulnerabilidad de los componentes florísticos y faunísticos del área de estudio del proyecto, se partió primero de la significancia de esta con respecto a la caracterización ambiental descrita en el presente capítulo, entendiendo pues que la vulnerabilidad no es otra cosa que la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre; la vulnerabilidad siempre está determinada por el origen y tipo de evento, la geografía, las características técnico-ambientales de los ecosistemas existentes, la salud del ecosistema y la capacidad de recuperación en el más breve tiempo posible.

Uno de los aspectos más importantes de analizar los parámetros, y que permite la persistencia de numerosas especies, es la heterogeneidad espacial y su relación

con los disturbios naturales y antrópicos. Las tasas intermedias de disturbio pueden generar una mayor heterogeneidad espacial debido a la apertura de un amplio rango de fases suscesionales. La mayor heterogeneidad ocurre en hábitats intermedios, permitiendo la coexistencia de numerosas especies (Connell 1978, Petraitis *et al*. 1989).

El componente ambiental principal que se consideró para evaluar la vulnerabilidad para el área de estudio del proyecto, es la presencia de especies en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo). De dicho componente se toman en cuenta los siguientes indicadores:

a- Amplitud de la distribución de la especie en México
b- Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural de la especie
c- Vulnerabilidad biológica intrínseca de la especie
d.- Impacto de la actividad humana sobre la especie

En la figura IV.56 se presenta la distribución de las especies registradas en el área de estudio que se encuentran en categoría de riesgo de conformidad con la Norma Oficial Mexicana de referencia.

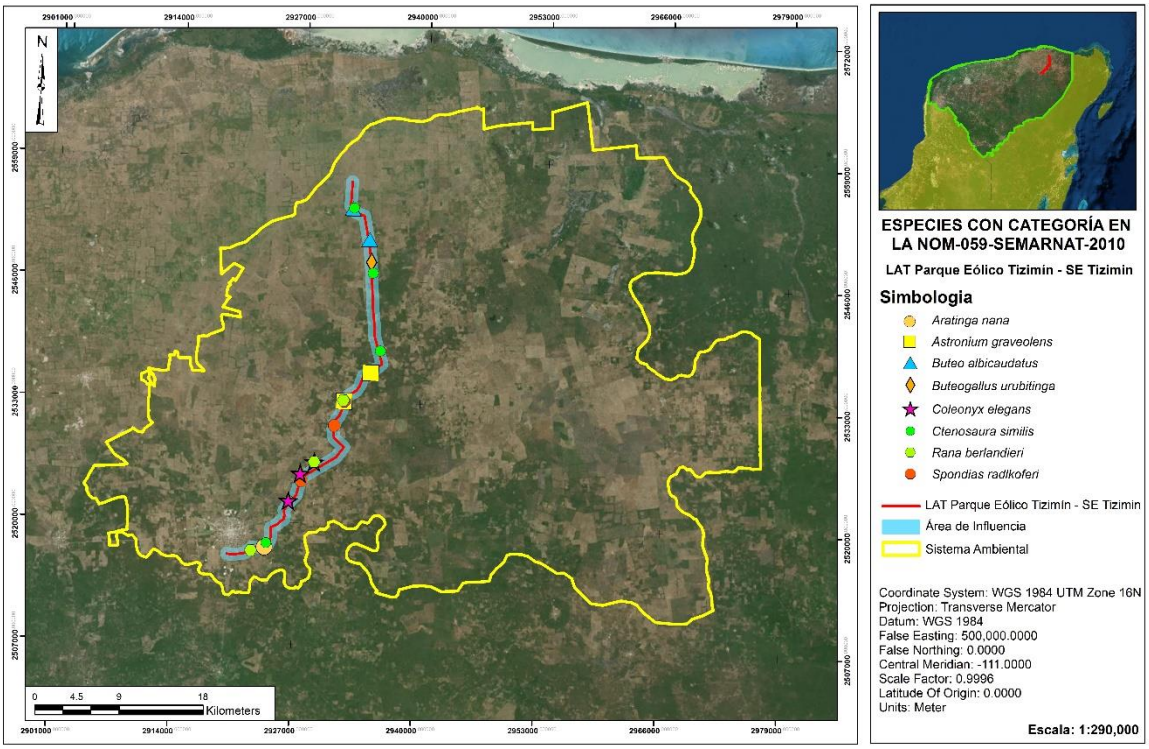


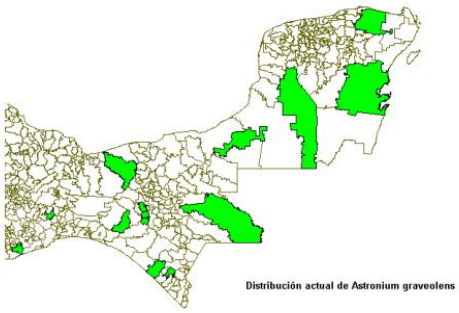
Figura IV.56 Distribución de las especies vulnerables

Partiendo de estos indicadores se detectaron ocho especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Distribuyéndose de la siguiente manera (figura IV.55): Dos especies de reptiles, una especie de anfibio, tres especies de aves y dos especies de flora. Las cuales se describen en sus respectivas fichas biológicas presentes y representadas en las figuras IV.53, IV.54, IV.55, IV.56, IV.57 y IV.58.

Categoría de riesgo Norma Mexicana: Amenazada

Especie: *Astronium graveolens*

Familia: Anacardiaceae





Distribución potencial de en México

Descripción: Árbol de hasta 35 m de altura y diámetro a la altura del pecho de más de 1m, con el tronco derecho, ramas ascendentes, copa redondeada y densa.

Distribución: Distribución histórica estimada: Selvas tropicales de América, desde México hasta Brasil.

Habitat: Se presenta en suelos de origen calizo, de suelos derivados de materiales aluviales, o bien ígneos o metamórficos. Se asocia a *Brosimun alicastrum, Aphanante monoica, Sikingia salvadorensis, Manilkara achras, Vitex gaumeri* y otras (Pennigton y Sarukhan, 1992).

Relevancia: Es un recurso maderable, que en el pasado fue exportado al comercio internacional, su madera se conoce con los nombres de "Gonzalo Alvez" y "Kingwwood", se exportó principalmente del Brasil (Miranda, 1998).

Usos: Especie maderable de uso local para construcciones, según Pennington y Sarukhán, 1998. Por el contrario, Niembro, 1986, menciona que el producto más importante es su madera de excelente calidad y veteado, muy apreciada para fabricar muebles finos, chapa, duela, artículos torneados, lanzaderas, durmientes y armazones; y la recomiendan para la fabricación de artículos deportivos, culatas para armas de fuego, artesanías, carretes y aisladores. Otro uso es como combustible (leña).

Categoría de riesgo Norma Mexicana: Amenazada

Especie: *Spondias radlkoferi*

Familia: Rutaceae





Distribución potencial de en México

Descripción: El árbol alcanza hasta 30 m de altura, pero se puede encontrar con tallas de 5 m de altura y diámetros que van de 40 a 80 cm; el tronco es recto y cilíndrico, generalmente es caducifolio, pierde sus hojas y da la impresión de estar seco o muerto. Su copa es redondeada y relativamente abierta.

Distribución: En México se presenta en Veracruz, Tabasco, Chiapas y Campeche. Se encuentra en selvas medianas subperennifolias, así como en las selvas altas, vegetación inundable, acahuales o vegetación secundaria o que resulta de la perturbación de las selvas, ocasionalmente se encuentra en las selvas caducifolias.
Usos: La madera la emplean para construcciones rurales como son la construcción de cercas. Las ramas son usadas para leña.

Categoría de riesgo Norma Mexicana: Amenazada
Especie: *Ctenosaura similis*
Familia: Iguanidae





Distribución potencial de en México

Descripción: Los especímenes de esta especie tienen una longitud hocico cloaca (LHC) que va de los 275 a 350 mm (Lee, 1996; 2000, Campbell, 1998;). Los machos de esta especie son más grandes que las hembras (Lee, 2000). La longitud de la cola es cerca de 1.5 a 2 veces que la longitud del cuerpo. La cabeza está medianamente distintiva del cuerpo; se presenta un saco gular el cual está fuertemente desarrollado (Campbell, 1998); las extremidades son robustas y musculosas. Las escamas de la superficie superior del cuerpo son relativamente pequeñas, escasamente imbricadas, ligeramente quilladas, las escamas que se encuentran en la superficie superior de las extremidades son poco más grandes y muy quilladas, la región posterior del cuerpo presenta escamas.

Hábitat: Habita en climas calientes y húmedos del tipo Am (con corta temporada seca), del tipo Aw (con larga temporada seca) (Rzedowski, 1994; Campbell, 1998); en climas secos BS (seco estepario), en climas templados y húmedos del tipo Cw (con la temporada lluviosa en la época caliente del año) (Fitch y Henderson, 1978; Rzedowski, 1994; Lee, 1996). Esta especie habita en altitudes que van cerca del nivel del mar, a altitudes moderadas (Lee, 1996).

Alimentación: Se alimentan principalmente de vegetación, flores y frutos; y en lugares donde esta es abundante, no es necesario forrajear durante periodos de tiempo prolongados. Se sabe que se alimenta de chapulines, ranas pequeñas, otras lagartijas, ratones, polluelos de varias aves pequeñas, murciélagos, y heces

humanas también se han encontrado en su dieta (Fitch y Henderson, 1978). También se ha observado canibalismo en esta especie, es decir, jóvenes y crías son depredados por individuos adultos (Henderson, 1973; Hanzen y Brodie, 1995).

Comportamiento: e ha observado conducta agresiva por defender su territorio, cada iguana defiende su madriguera y puede luchar con otro miembro de su misma especie si es necesario, principalmente si el rival es similar en tamaño o sobrepasa aproximadamente el primer año de edad. Estas luchas se dan principalmente entre machos (Fitch y Henderson, 1978).

Reproducción: Ctenosaura similis se reproduce durante la estación de secas. Cada hembra pone sólo una nidada anual. En Chiapas, las hembras ponen de 15 a 30 huevos de marzo a mayo con un periodo de incubación de 90 días aproximadamente (Campbell, 1998).

Distribución general La localidad tipo para esta especie es Tela, Honduras y el rango de distribución conocido para C. similis son las áreas costeras del Istmo de Tehuantepec en la Costa del Pacífico y centro de Veracruz hasta Panamá, y en México se reporta para los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca y Chiapas (Smith y Taylor, 1950).

Categoría de riesgo Norma Mexicana: Sujeta a Protección Especial.

Especie: *Rana berlandieri*

Familia: Ranidae





Distribución potencial de en México

Descripción: Rana de tamaño grande, el promedio de los adultos está entre 64 y 80 mm de la longitud hocico cloaca.

Coloración: El patrón de coloración del cuerpo es verde brillante, con manchas redondas de color verde oscuro a gris claro marginadas de color blanco o crema.

Hábitat: Es una especie altamente tolerante a las condiciones áridas, busca los cuerpos de agua para vivir, ya que es acuática o riparia.

Alimentación: Como todos o casi todos los anfibios, esta especie se alimenta de una gran diversidad de artrópodos, así como de otros invertebrados y algunos pequeños vertebrados.

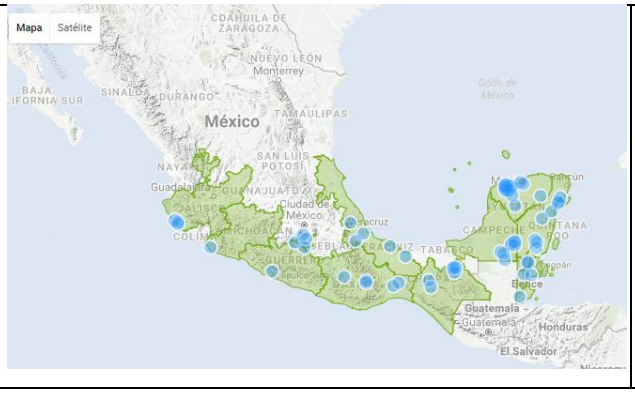
Reproducción: Esta especie tiene una extensa temporada reproductiva que incluye primavera, verano y otoño; se pueden encontrar grandes cantidades de masas de huevos y pequeños y medianos renacuajos desde abril, en algunas partes.

Distribución general: Actualmente se considera que esta especie se distribuye desde la parte central y oeste de Texas, y el sur de Nuevo México hacia el sur, en México abarcando los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco.

Categoría de riesgo Norma Mexicana: Amenazada.

Especie: *Coleonyx elegans*

Familia: Squamata





Distribución potencial de en México

Descripción: Esta especie es muy parecida a los geckos, los brazos son largos, delgados y delicados, terminan en uñas retráctiles. Los ojos son grandes, la pupila es elíptica y los párpados son móviles. Las escamas de la cabeza y el cuerpo son granulares. Los machos tienen de siete a trece poros preanales, mientras que en hembras son rudimentarios. El adulto de este atractivo lagarto alcanza una longitud hocico-cloaca de 108 mm y la dimensión de la cola puede alcanzar la del cuerpo.

Hábitat: Esta especie se puede encontrar en varios tipos de vegetación, selva alta, baja, pastizales etc. Acostumbra vivir en cuevas, oquedades o entre construcciones abandonadas o viejas (Lee, 1996; Álvarez del Toro, 1982). En la selva suele encontrársele po las noches caminando a las orillas de los caminos en busca de alimento (Calderón, 1999; Campbell, 1998).

Alimentación: Se alimenta principalmente de pequeños invertebrados como arañas, grillos, escarabajos y otros artrópodos (Lee, 1996; Campbell, 1998; Gaige, 1938).

Reproducción: *C. elegans* es ovíparo como la mayoría de las lagartijas, las puestas se realizan en la época de lluvias la cual varia a lo largo de su distribución, las cuales pueden ser de tres a cuatro por año. El tamaño de las puestas puede ser de dos y en algunos caso se menciona que hasta cuatro huevos por puesta (Álvarez del Toro, 1982; Lee, 1996; Campbell, 1998).

Distribución general: Actualmente se considera que esta especie se distribuye desde la parte central y oeste de Texas, y el sur de Nuevo México hacia el sur, en México abarcando los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco.

Categoría de riesgo Norma Mexicana: Sujeta a Protección Especial.

Especie: *Aratinga nana*

Familia: Psittacidae

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td>  </td>
</tr>
<tr>
<td>Distribución potencial de en México</td>
<td></td>
</tr>
</table>

Descripción: Mide 23 cm. y pesa 85 grs. Es un perico de tamaño mediano, con colores apagados, cola larga, con azul en el ala, pero sin marcas contrastantes.

Coloración: En los adultos el plumaje es principalmente verde, y el pecho oliva opaco, que se desvanece hasta oliva amarillento en el abdomen y el forro de las alas. Presenta cañones fuscos en muchas de las plumas ventrales.

Hábitat: Viven en áreas boscosas o parcialmente taladas. Son más comunes a lo largo de ríos, bordes de bosque y áreas semiabiertas.

Alimentación: Se alimentan de frutos. Sus preferidos son los higos, guabas y algunas melastomatáceas.

Reproducción: Ubican sus nidos en huecos en termiteros arbóreos, los cuales generalmente excavan ellos mismos, a menudo a lo largo de las orillas de los ríos

o en el borde del bosque. Ponen de 3 a 4 huevos. Se reproducen durante la estación seca y comienzos de la lluviosa.

Distribución general: Se encuentra desde el oeste de México hasta Costa Rica.

Categoría de riesgo Norma Mexicana: Sujeta a Protección Especial.

Especie: *Buteo albicaudatus*

Familia: Accipitridae





Distribución potencial de en México

Descripción: La aguililla cola blanca tiene un largo promedio de entre 51 a 61 cm, una envergadura de 124 a 137 cm, y un peso de entre 850 y 884 g. Alas largas y anchas, cola corta y cuadrada en el adulto, marcadamente más larga en el juvenil.

Coloración: Adulto gris pizarra dorsalmente, con hombros rojizos, partes ventrales color blanco; la fase oscura, que es muy rara, es gris pizarra por encima y por debajo. Cere y piernas amarillas, cabeza, ojos y lados del cuello oscuros, escapulares canela, rabadilla y cola blanca, esta última con una banda subterminal negra.

Distribución: Residente, desde el sur de Arizona, en la vertiente del Pacífico, desde Sonora hasta Chiapas y en la vertiente del Golfo de Tamaulipas hasta la Península de Yucatán.

Alimentación: Pequeños mamíferos de los géneros Neotoma, Sigmodon hispidus y Peromyscus, entre otros; serpientes como (Crotalus atrox), lagartijas (Sceloporus sp.), ranas (Rana pipens), insectos y, ocasionalmente, aves medianas o pequeñas como Zenaida macroura y Colinus virginianus. Se ha observado también que atacan

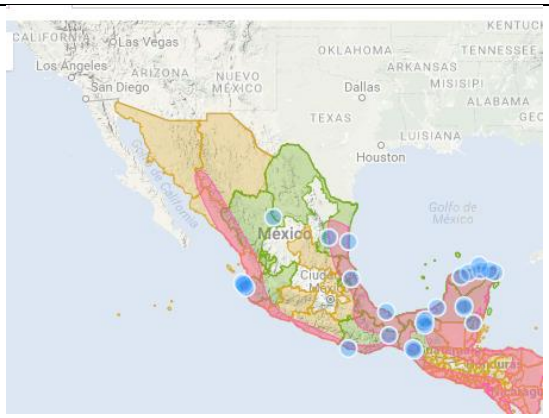
a los pollos de Meleagris gallovapo (Coottam y Knappen 1934, Haucke 1971, Farquhart 1992, Ehrlich et al. 1998).

Reproducción: Especie monógama, que se reproduce una vez al año. Ambos escogen el sitio de anidación y hacen el nido en enero o febrero, lo que les toma alrededor de 4 o 5 semanas.

Categoría de riesgo Norma Mexicana: Sujeta a Protección Especial.

Especie: *Buteogallus urubitinga*

Familia: Accipitridae

	
Distribución potencial de en México	

Descripción: Las especies de este género son rapaces de coloración negra en general, existe mucha similitud entre especies, siendo una de las principales diferencias el tamaño, presentan tarsos largos, alas extremadamente amplias, y colas cuadradas y cortas (Grossman y Hamlet 1988).

Coloración: Los adultos por lo general tienen el plumaje de color negro, con las plumas cobertoras superiores de la cola blanca y un fino barrado blanco en los muslos. La cola es blanca con una amplia banda subterminal de color negro, el iris es de color café oscuro, el cere y las piernas son de color amarillo diluido, la región de los lores es de tonalidad gris a amarillo diluido.

Distribución: Históricamente, se le reportaba desde el sur de Sonora por el Pacífico y sur de Tamaulipas por el Golfo, hasta la frontera de Guatemala (Howell & Webb, 1995).

Alimentación: La dieta es rica en pequeños vertebrados como mamíferos, aves, anfibios y reptiles, tanto terrestres como de zonas de manglar.

Reproducción: El tamaño de la nidada es de un huevo, ocasionalmente dos, pero solo se logra una cría. La incubación es de 40 días, el periodo de crecimiento es de más de 40 días, similar al de otras rapaces del mismo tamaño.

❖ IV.2.3. Paisaje

El Paisaje es un concepto que a través del tiempo se ha utilizado con diversos significados como elemento aglutinador de una serie de aspectos característicos del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene éste, como resultado de los efectos del desarrollo de un proyecto determinado.

También a menudo se percibe como una vista amplia de escenarios o de formas naturales, esta consideración corresponde más al enfoque de la estética o percepción (González-Bernáldez, 1981).

Desde el punto de vista de la ecología, el paisaje representa grandes áreas compuestas por patrones interconectados o repetidos de ecosistemas interdependientes. Aunque la descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para evaluarlo debido a que las metodologías utilizadas no han podido prescindir de componentes subjetivos, el enfoque ecológico resulta muy útil para generar información acerca de un determinado espacio físico.

En ese sentido, Muñóz-Pedreros (2004) señala que el paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica.

Existen varios métodos para realizar la valoración del paisaje, éstos pueden ser directos e indirectos. En los primeros la valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, mientras que los indirectos incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan el paisaje, analizando y describiendo sus componentes.

Entre los métodos directos se tienen los siguientes:

- ✓ **De subjetividad aceptada. -** Es la más simple a pesar de ser la menos objetiva, pero se acepta por el grado de subjetividad que tiene el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.

- ✓ **De subjetividad controlada.** Se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que permite establecer cifras comparables en distintas áreas. Las categorías y valores pueden ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.

- ✓ **De subjetividad compartida**. Es similar al método de subjetividad aceptada. La valorización es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis, se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.

- ✓ **De subjetividad representativa.** En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados. Se utilizan fotografías como apoyo.

Entre los métodos indirectos, se tienen los siguientes:

- ✓ **Métodos de valoración a través de componentes del paisaje**. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.

- ✓ **Métodos de valoración a través de categorías estéticas.** Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.

❖ IV.2.3.1 Evaluación del Paisaje

La evaluación del paisaje para el presente proyecto se realiza utilizando el método de valoración a través de componentes del paisaje y se parte del concepto de Conesa Fdez-Vítora (1995), que define la Estética como "aquello que está relacionado con las características tanto de los objetos observados como las de los seres humanos que los perciben y cuya combinación hace que el objeto sea agradable o desagradable".

Por lo anterior, para valorar los posibles impactos ambientales sobre la estética o paisaje, consecuencia de las actuaciones que se propongan, se consideran una las características propias de los objetos o recursos existentes en el sistema (características intrínsecas), la percepción de los seres humanos con respecto a dichos objetos o recursos (calidad) y una combinación de los dos anteriores denominada absorción visual, la cual se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual (Transelec, S.A., 2009).

❖ IV.2.3.2 Calidad Intrínseca

Para el caso de la *Calidad Intrínseca* se consideran los siguientes factores ambientales:

❖ Usos del Suelo y Vegetación (USV)

Aun y cuando en el sistema ambiental se identificaron diferentes usos de suelo y tipos de vegetación, dentro del área de influencia del proyecto los usos de suelo principales son el de tipo Agrícola/Agropecuario y huertas frutales, mientras que se reconocieron e identificaron los tipos de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y en mayor porcentaje pastizales cultivados; situación por el cual, en este apartado de paisaje sólo se consideran estos usos de suelo y vegetación, derivado a que son sobre los cuales se realizarán las actividades constructivas del proyecto.



Figura 57.- Usos de suelo y Vegetación presente en el área del proyecto

❖ IV.2.3.3 Calidad Visual

Para el caso de la Calidad Visual se consideran los siguientes factores ambientales:

❖ Centros de población

Durante el recorrido de campo, los centros de población o localidades identificados dentro del área de influencia fueron principalmente San Juan, San Francisco, San Gabriel, San Manuel, El Cerrito, Sana María, X-Lal, X-Cail, Gaoma Dos, San Isidro, La Calera y Ciudad de Tizimin a la llegada de la línea de transmisión.

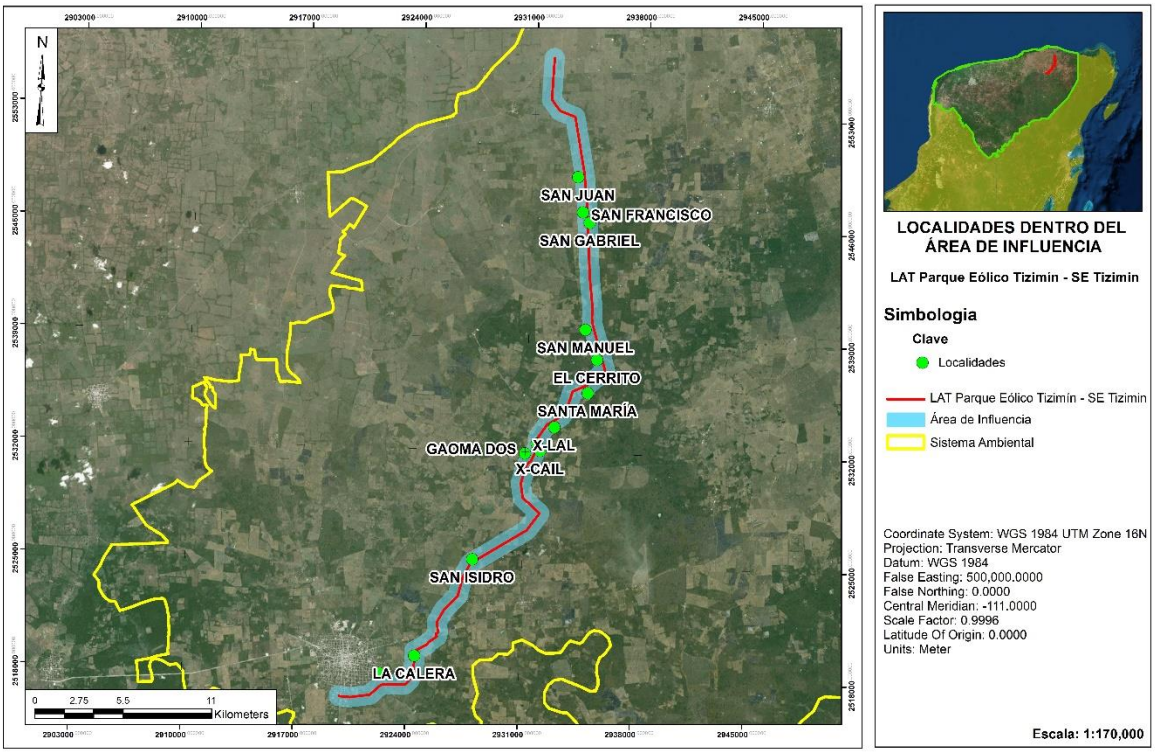


Figura 58.- Localidades cercanas a la Línea de Transmisión Parque Eólico Tizimín – SE. Tzímin



Figura 59.- Centro histórico del Municipio de Tizimín, Yucatán.

❖ Infraestructura de Comunicación Terrestre

Para el acceso a la trayectoria se cuentan con las siguientes vías de comunicación Como vías principales; la Carretera No. 295 la cual comunica Rio Lagartos con el municipio de Tizimín en el estado de Yucatán, cruzando el sistema ambiental de Norte a Sur, así como la carretera Tizimín – Chenkeken y la carretera Tizimín-Col. Yucatán, vías de comunicación de las cuales se derivan en su mayoría, accesos de terracerías y en menor grado a base de carpeta asfáltica, las cuales, todas ellas comunican poblaciones rurales y rancherías.

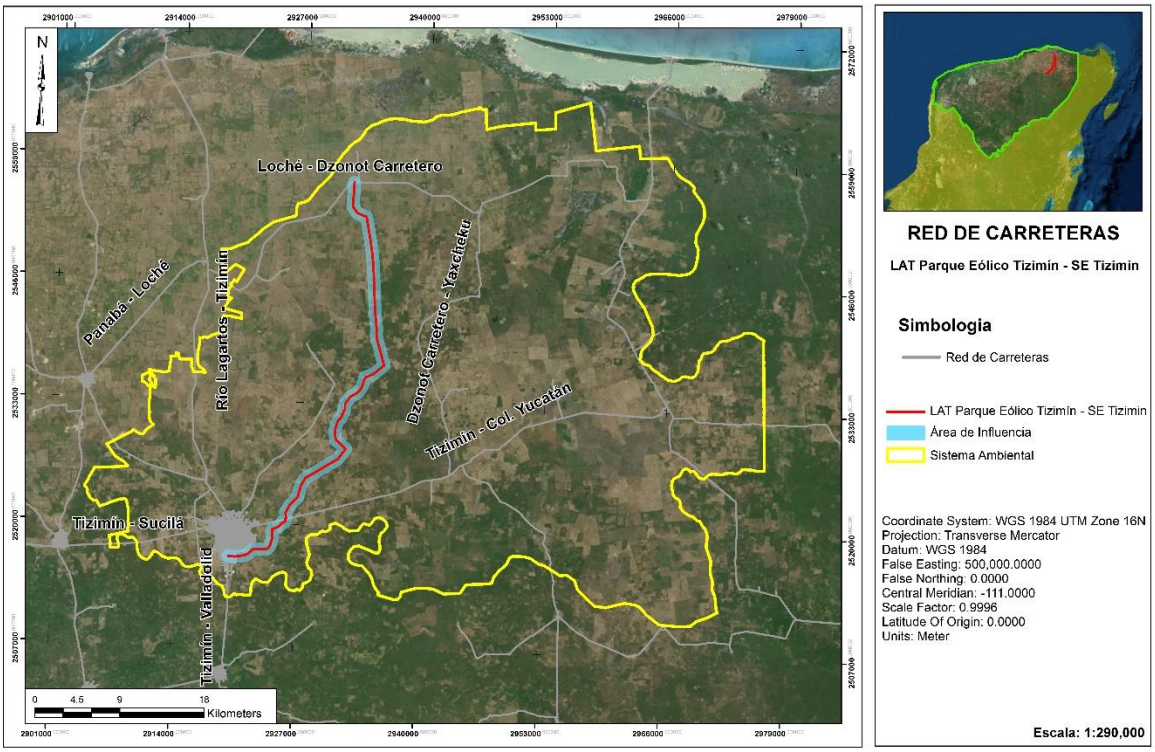


Figura 60.- Red de carreteras dentro del SA de la Línea de Transmisión Parque Eólico Tizimín – SE. Tzímin



Figura 61.- Red de carreteras que intercomunican a las comunidades aledañas a la Línea de Transmisión Parque Eólico Tizimín – SE. Tzímin con la Cabecera Municipal de Tizimín, Yucantá.

❖ IV.2.3.4 Absorción visual

Con respecto a la absorción visual se consideran los siguientes elementos:

- ❖ Pendientes

Específicamente, el área de estudio del proyecto se compone de un terreno compuesto de una llanura en la cual no existe elevaciones considerables ya que al inicio de la trayectoria se encuentran elevaciones de los 6 msnm hasta los 23 msnm a llegada de la SE Tizimín tal y como se observa en las figuras siguientes.

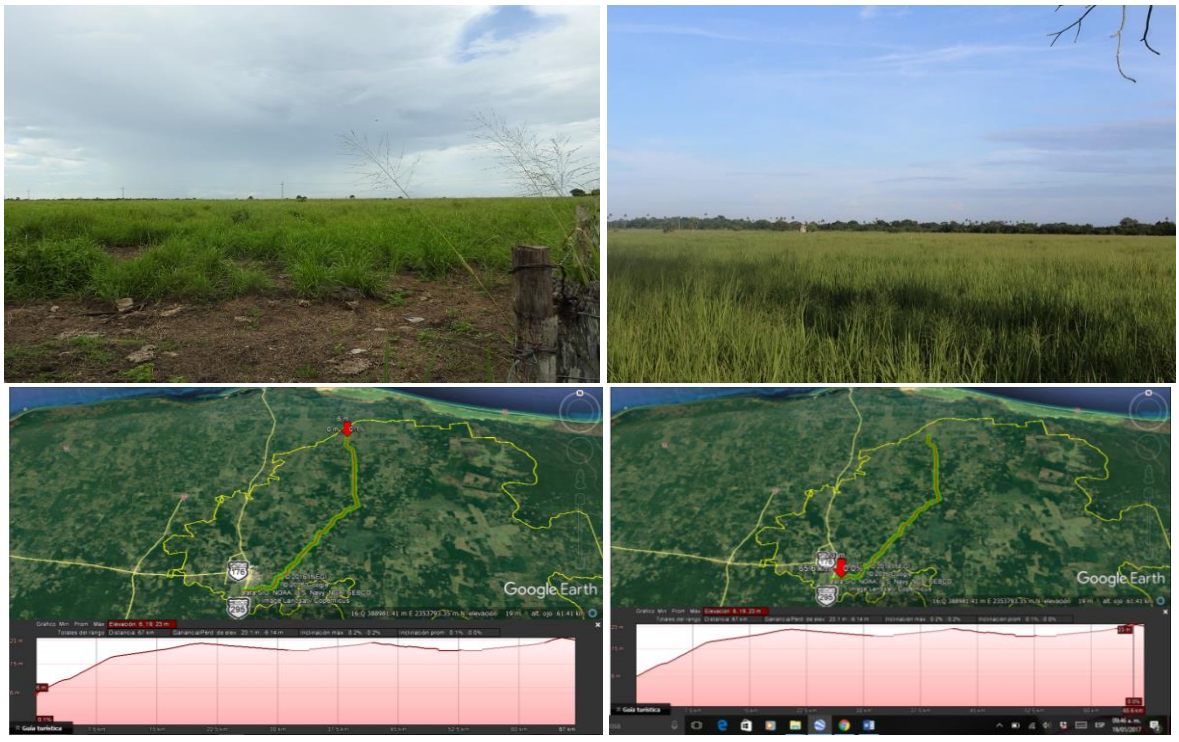


Figura IV.62 Topoformas que conforman el paisaje del área de estudio del proyecto



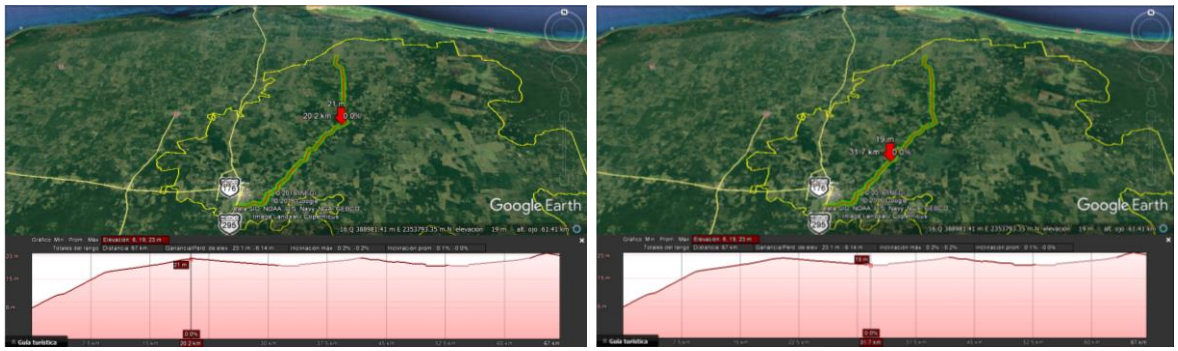


Figura IV.63 Topoformas que conforman el paisaje del área de estudio del proyecto

❖ Heterogeneidad de la vegetación

El área del proyecto y sus alrededores se compone básicamente por las comunidades de vegetación y de forma discontinua, que corresponde a la de tipo secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y en mayor porcentaje pastizales cultivados que se desarrollan sobre terrenos que una vez sustentaron vegetación primaria de dichas comunidades (Figura IV.64).



Figura IV.64 Comunidad vegetal que compone el paisaje del área del proyecto

- Contrastes

Contraste suelo/vegetación. - Discordancia en cuanto a color y textura entre el suelo y la vegetación (Figura IV.65).



Figura IV.65 Colores y texturas del suelo y la vegetación en el área de estudio del proyecto

Considerando los criterios ambientales anteriores, se toman en cuenta las características de la tabla IV.49, para evaluar el paisaje.

Tabla IV.29 Criterios utilizados para la calificación del paisaje.

CALIF.	CALIDAD INTRÍNSECA (CI)		CALIDAD VISUAL (CV)		ABSORCIÓN VISUAL (AV)		
	USO DEL SUELO Y VEGETACIÒN (USV)	ECOSISTEMAS NATURALES (ECN)	ASENTAMIENTOS HUMANOS (AH)	VÍAS DE COMUNICACIÓN (VC)	PENDIENTES (P)	HOMOGENEIDAD VEGETACIONAL (HV)	CONTRASTE (C)
3	Dentro de la trayectoria o predio existen masas vegetales continúas y gran variedad de especies vegetales	La trayectoria o predio se ubican dentro de ecosistemas únicos naturales incidiéndolos directamente	Localización de asentamientos humanos a menos de 1.5 km con respecto a la trayectoria o predio y que constituyen ciudades	Existencia de autopistas o carreteras federales con amplia posibilidad de visión del proyecto	Poco inclinado (0-24% pendiente)	Baja o nula diversificación y de escaso interés	Discordancia visual alta entre suelo/vegetación
2	La cubierta vegetal dentro de la trayectoria o predio es casi continua y presenta una diversidad de especies media	La trayectoria o predio se ubica dentro de ecosistemas únicos seminaturales, pero sin afectarlos directamente	Localización de asentamientos humanos entre 2,0 y 5,0 km con respecto a la trayectoria o predio y que constituyen pueblos o villas	Existencia de carreteras estatales y brechas en buen estado que permitan la visualización de estructuras y cables proyectados	Inclinado suave (25-55% pendiente)	Diversificación media y de mediano interés	Discordancia visual moderada entre suelo/vegetación
1	Dentro de la trayectoria o predio la cubierta vegetal es discontinua y la diversidad de especies baja	La trayectoria o predio se ubican fuera de ecosistemas únicos naturales o seminaturales, pero los incide indirectamente	Localización de asentamientos humanos a más de 5,0 km con respecto a la trayectoria o predio	Existencia de brechas que permitan la visualización de las estructuras y cables proyectados	Inclinado fuerte (pendiente > 55%)	Diversificada e interesante	Discordancia baja entre suelo/vegetación

Una vez que se atribuye el valor a cada uno de los factores ambientales considerados como de mayor importancia en el paisaje, se prosigue a valorarlos utilizando las siguientes fórmulas:

$$CI = 1/6 (USV + ECN)$$

$$CV = 1/6 (AH + VC)$$

AV= 1/9 (P+ HV + C)

El origen de la escala de valoración es 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$$0{,}33 \leq CV \leq 1$$

Enseguida se hace una clasificación de la calidad intrínseca, visual y absorción visual en baja, media o alta en función del siguiente rango de valores:

CI Ó CV= 0,33-0,54 BAJA
0,55-0,77 MEDIA
0,78-1,00 ALTA

AV= 0.78-100 BAJA
0.55-0.77 MEDIA
0.33-0.54 ALTA

Calidad Intrínseca	Calidad Visual	Absorción Visual
CI= 1/6 (1 + 1)	CV= 1/6 (3 + 3)	AV= 1/9 (3+2+2)
0.33= Baja	1.00= Alta	0.77 Media

Una vez analizado los factores abajo señalados para el caso del proyecto, la calidad intrínseca (CI) del paisaje resulta baja debido básicamente a que el área no se presentan ecosistemas únicos, dado que la vegetación se encuentra dispersa y de forma discontinua por la existencia de predios de uso agropecuario en el sistema ambiental y en el área de influencia del proyecto.

Para el caso de la calidad visual, ésta resultó Alta debido a que el proyecto será observado por un gran número de personas en varias partes de su trayectoria por la existencia de asentamientos humanos, caminos de carpeta asfáltica y caminos de terracería.

Con respecto a la absorción visual, esta resultó como un valor medio para el proyecto, debido a: A) que se encuentran alturas por debajo del 26 msnm con pendientes menores al 2 por ciento, B) que existe una homogeneidad media en cuanto a la diversificación de la vegetación, y C) que generalmente se observa una heterogeneidad media de colores y texturas ofrecidas por el contraste entre

suelo/vegetación. Por todo lo anterior, el sistema representa una media capacidad de absorber la nueva infraestructura que conlleva el proyecto.



Figura IV.66- Esquematización del proyecto antes de ser construido y en funcionamiento

IV.2.4 Medio socioeconómico

IV.2.4.1 Demografía

El Municipio de Tizimín ocupa el lugar número 096 de los 106 municipios que conforman la entidad, de acuerdo a su población; según los datos del Censo de

Población y Vivienda 2015. En general, el comportamiento poblacional dentro del municipio en el periodo 1995-2015, se ha manifestado con una tendencia ascendente.

Según el XI Censo General de Población y Vivienda, en 1995 vivían en el municipio de Tizimín 61,447 personas, para el año de 2000 la población se incrementó a 54,104 personas, en el 2005 a 69,553, mientras que en los años 2010 y 2015 se incrementó a 73,138 y a 77,621 respectivamente.

http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/default.html

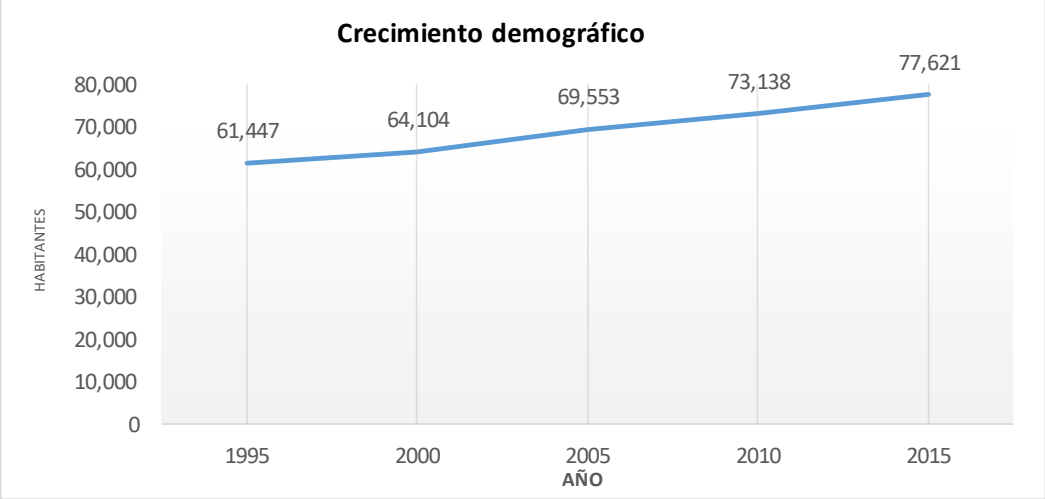


Figura IV.671. Gráfica de crecimiento demográfico en el Municipio de Tizimín

La composición por sexos manifiesta un municipio en términos equilibrados, se identificó que 36,670 (50.14%) de los habitantes eran mujeres superando a la población masculina la cual alcanzó los 36,468 (49.86%), estos porcentajes registrados en el Censo de Población y Vivienda 2010, muestran un aumento marginal de la participación masculina, la cual era del 50.48% en el año 1995.

La estructura por edades manifiesta características similares a nivel regional y nacional, se trata de un municipio en donde casi un tercio (31.78%) de su población tiene entre 0 a 14 años según los datos de INEGI al 2010, sin embargo, el grupo más amplio se manifiesta entre los 15 a 59 años (62.94%), población cuyas posibilidades económicas y de empleo se manifiestan de manera activa. El

municipio de Tizimín cuenta principalmente con población joven, dado que el grupo de tercera edad por arriba de los 60 años, apenas si alcanza el 10.34%.

Por grupos quinquenales de edad se presenta un incremento de la población de 10 a 20 años, en tanto que los grupos de población menor a este grupo, empiezan a ver reducido su volumen. Asimismo, los grupos de edad entre 25 y 34 años presentan una disminución dentro de la pirámide general, lo cual puede reflejar la emigración de personas comprendidas en esos rangos de edad.

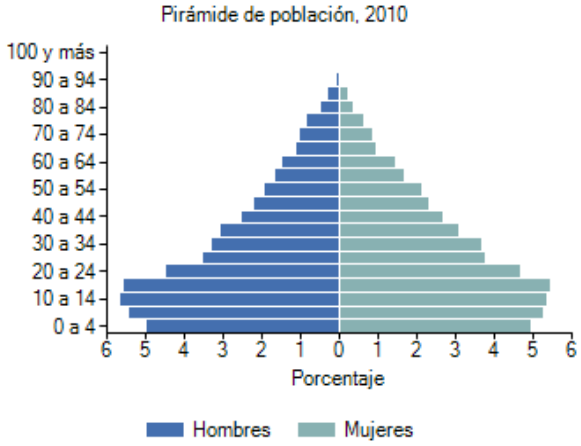


Figura IV.68 Grafica del Municipio de Tizimín. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad

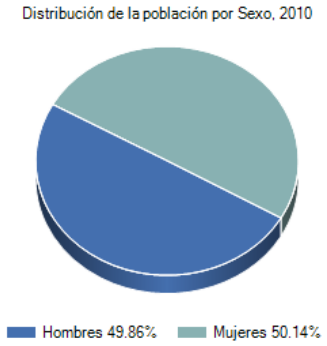


Figura IV.69 Grafica Municipio de Tizimín. Distribución porcentual de la población por Sexo, 2010

V.2.4.2 Vivienda

En el Municipio de Tizimín, de acuerdo con el INEGI, en el año 2000 se contaba con 13,973 viviendas particulares habitadas, con una población de 64,104 ocupantes; estas viviendas mantenían como índice de ocupación 4.58 habitantes por vivienda. Cifras que fueron en aumento para el 2010 ya que el número de

viviendas se incrementó en 3,676 alcanzando un total de 17,644 viviendas particulares habitadas, con una población de 73,138 ocupantes; cabe señalar que el índice de ocupación disminuyo a 4.14 habitantes por vivienda.

En cuanto a la cobertura de servicios por vivienda, en el 2010 hubo un aumento considerable al presentar una cobertura de 90.51% de viviendas con agua entubada, 90.51% con drenaje, así mismo el 95.40% disponía energía eléctrica, dado que estos indicadores en el año 2000 eran de 30.92%, 38.00% y 86.77% respectivamente, lo cual denota un importante avance en las coberturas de los servicios de agua, drenaje y energía eléctrica.

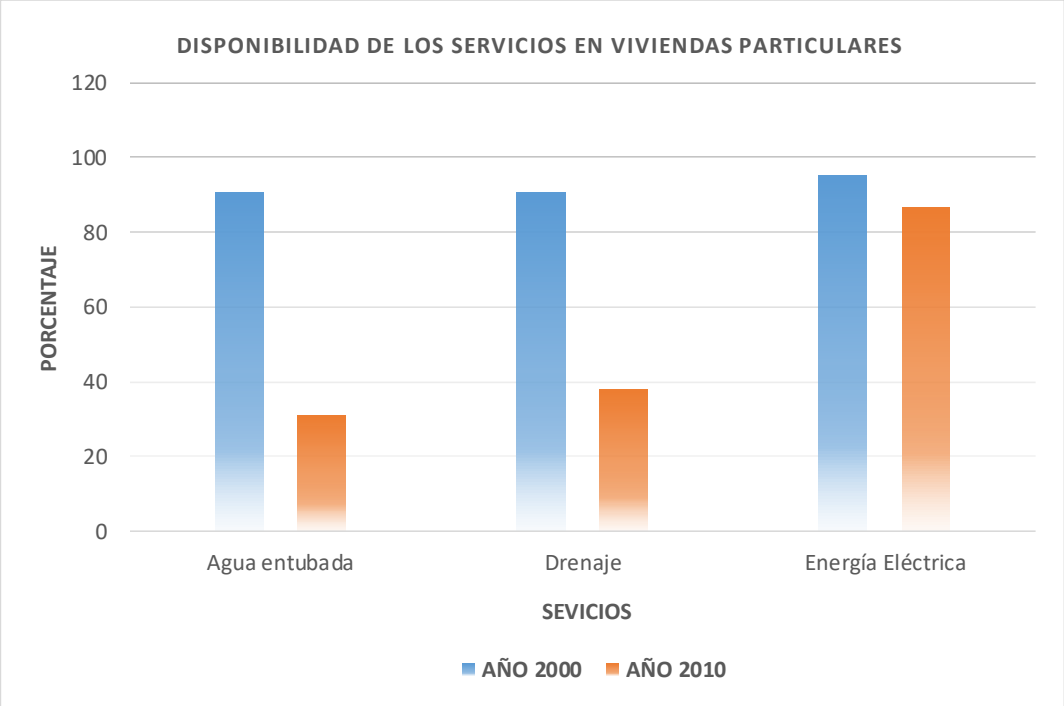


Figura IV.70 Disponibilidad de servicios urbanos en el Municipio de Tizimín

En cuanto a la estructura y estado de las viviendas en el 2010, 1,725 viviendas mantenían el piso de tierra, es decir el 9.78%, el 12.44 presentaban viviendas con tehos endebles, el 17.55 con muros endebles y el 19.03% no disponían con sanitarios. La distribución de los espacios en las viviendas en el 2010 manifestó un índice porcentual de 55.01% en hogares que contaban con problemáticas de hacinamiento.

Grado de marginación:

En el Municipio de Tizimín, de acuerdo a los datos presentados por la Comisión Nacional de Población (CONAPO, 2010) en materia del índice de marginación, el grado de marginación, en el año del 2010 el municipio de Tizimín fue clasificado con un grado de marginación promedio "Medio", con un índice de marginación de 29.296 %, ocupando el lugar 55 de los 106 municipios que conforman el estado.

Características sociales

En el Municipio de Tizimín, los principales grupos indígenas del municipio son el Mayo y Chol. Con relación a los resultados que presenta al Censo de Población y Vivienda del 2015, el 65.4% del total de la población se auto reconoce indígena; de esta cifra, el 49.2% son hombres y 50.8% son mujeres. Se estima que el 28.9% de la población de 3 años y más de edad habla alguna lengua indígena; de ellas, poco más de 27 mil no hablan español y solo se comunican en su lengua. La lengua más hablada es el maya con el 98.1%. Le sigue el Ch'ol con 0.3 por ciento (INEGI, 2015, Boletín de Prensa Múm. 530/15, 8 de diciembre de 2015, Mérida, Yucatán).

- **IV.2.4.3 Salud**

En el Municipio de Tizimín, de acuerdo a los resultados que presenta al Censo de Población y Vivienda del 2010, se registraron 17,050 habitantes (el 23.31% de la población total) que no cuentan con derechohabiencia a servicios de salud). Destaca que entre los 56088 habitantes que sí cuentan con derechohabiencia en alguna institución pública, el 68.83% (38,066 habitantes) está afiliado al Seguro Popular, y en niveles menores en el IMSS con el 25.21% (14,137 habitantes) y El ISSSTE con el 4.44 % (2,448 habitantes) estando atendido el resto de la población (1.53 %) por otras instituciones. Es de destacarse que en el municipio el número de afiliados al IMSS es bajo debido a la carencia de empleos formales y que en el caso del Seguro Popular son los habitantes de las comunidades rurales las que tienen acceso a este tipo de derechohabiencia, mientras que los que están afiliados al

ISSSTE es debido a las personas del Municipio que laboran en el sector educativo o entidades del gobierno.

IV.2.4.4 Educación

Para el Municipio de Tizimín, en el periodo escolar 2014-2015, conto con una población escolar de 21,407 estudiantil y un personal docente para atender las necesidades educativas de 1,078 profesores en educación básica y media superior de la modalidad escolarizada a inicio de curso de la siguiente manera:

I. Preescolar: 3,262 alumnos, con un personal docente de 160 profesores.
II. Primaria: 9,702 alumnos, con un personal docente de 409 profesores.
III. Secundaría: 4,744 alumnos, con un personal docente de 318 profesores.
IV. Bachillerato general: 1,577 alumnos, con un personal docente de 100 profesores.
V. Bachillerato tecnológico y niveles equivalentes: 1,665 alumnos, con un personal docente de 91 profesores.

El **Municipio de Tizimín**, cuenta con la Licenciatura y Maestría en Ciencias Sociales, Administración y Derecho, la cual presentaba a inicio del ciclo escolar 2013-2014 con 17 y 10 alumnos inscritos respectivamente.

IV.2.4.5 Actividades económicas

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del año 2010, la población económicamente activa de la localidad era de 27,801 habitantes en el año 2010, de estos, 26,003 se encontraban ocupadas y 556 desocupadas.

Sector Primario. - El sector primario engloba a la agricultura, la pesca y la ganadería. En la década de 1990 la ciudad vio un rápido crecimiento económico con la ganadería como principal fuente de empleo, lo que la convirtió en la segunda mayor aglomeración urbana del estado, solo después de Mérida, y en el refugio de cientos de campesinos maiceros y henequeneros que acudían a trabajar por temporadas en los ranchos tizimileños. La ganadería en la región de los alrededores

de la ciudad ha hecho de sí misma la zona ganadera más productiva del estado y una de las más dinámicas de la península de Yucatán.

El rápido crecimiento de la ganadería tizimileña provocó el aumento de la producción primaria de los municipios vecinos, formando la región ganadera de Yucatán, en donde se encuentran los municipios de Buctzotz, Calotmul, Cenotillo, Dzilam González, Espita, Panabá, Río Lagartos, San Felipe y Sucilá que para 1998 albergaba a las dos terceras partes de las cabezas de bovinos del estado. Sin embargo, el uso extensivo de praderas en la región ha deteriorado el ambiente y los suelos por lo que se ha pensado en buscar alternativas que permitan coexistir la biodiversidad.

En el ramo de la agricultura, el territorio cercano a la ciudad tiene importantes plantaciones de maíz, trigo y jatropha, así como invernaderos dedicados a la producción de papaya.

Sector Secundario. - El sector secundario engloba todo lo relativo a la industria. En el interior de la ciudad existe una planta refinadora de sal de mesa con tecnología de punta, desde la cual se envía la producción hacia el interior del país vía autotransporte. También, los pequeños productores tizimileños, hacen de la ciudad una las localidades con mayor producción de artículos de piel del estado, junto con las localidades de Mérida, Valladolid, Hunucmá y Espita.

Sector Terciario. - El sector terciario engloba todas aquellas actividades económicas que no producen bienes materiales de forma directa, sino servicios que se ofrecen para satisfacer las necesidades de la población. En el municipio de Tizimín, al cual pertenece la ciudad, éste sector es el de mayor aporte en materia de empleo.

El Reglamento de Mercados del Municipio de Tizimín rige el funcionamiento de los mercados y el comercio dentro la jurisdicción municipal y la ciudad. El Mercado de

Tizimín es el único administrado por el ayuntamiento y se ha propuesto la creación de un segundo asentamiento de igual magnitud en el interior de la ciudad.

IV.2.4.6 Estructura urbana

Tizimín es uno de los municipios del estado mejor comunicado, ya que cuenta con una infraestructura y red caminera muy completa. Esto se debe a que la topografía que es sumamente plana, permitiendo que la construcción de la red caminera sea menos costosa. Una de las principales vías de comunicación es la Carretera pavimentada de 2 carriles con sus acotamientos No. 176 y No.178 que comunica Tizimín con la Ciudad de Mérida, así como la No. 295 Valladolid - Tizimín.

IV.2.5 Diagnóstico Ambiental

Se entiende como diagnóstico "la evaluación de las propiedades del medio físico y socioeconómico, así como su estado con relación a la utilización del territorio por las actividades humanas", teniendo como objetivo principal, identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y el grado de conservación presentes en el sistema ambiental.

Para el caso particular del proyecto LTA. Campo Eolico Tizimín – SE Tizimin, el diagnóstico ambiental se fundamentó en el análisis de la información que se presentó en los apartados anteriores del presente capítulo (figura IV.67).



Figura IV.71 Esquema del diagnóstico ambiental

A continuación, se presenta el análisis de los componentes físicos, biológicos y sociales del área en estudio.

Consideraciones previas de la unidad de análisis o sistema ambiental

El diagnóstico ambiental tiene como objetivo, conocer el estado actual en que se encuentra la unidad de análisis (sistema ambiental), de tal forma que esta información se utilice como línea base o línea cero, antes de iniciar las obras, del proyecto, tomando en cuenta la condición de conservación de la biodiversidad, la calidad de vida de los habitantes, la tendencia del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación, el estado que guarda la fauna, la intensidad de las actividades productivas de cambio en tiempo y espacio definido, de tal forma que permita en los capítulos subsecuentes evaluar los impactos a generarse por la inserción del proyecto, para tomar las decisiones más adecuadas que promuevan la compatibilidad entre el proyecto y el medio ambiente.

En el presente apartado, se realiza el diagnóstico de la unidad de análisis (sistema ambiental), sustentado en la información elaborada en los apartados precedentes. Con esta información, se genera el diagnóstico de la unidad de análisis (sistema ambiental) desde la perspectiva ecosistémica funcional. De manera escalonada se evaluaron los atributos de los factores ambientales a partir de su fragilidad e importancia funcional.

Metodología

El análisis de los factores y atributos que componen a la unidad de análisis (sistema ambiental), se realiza sobre los resultados de la caracterización ambiental presentada en este estudio, en el siguiente orden:

I. Determinación de los factores y atributos ambientales de la unidad de análisis (sistema ambiental)
II. Descripción de la estructura de la unidad de análisis (sistema ambiental)
III. Clasificación de los atributos de la unidad de análisis (sistema ambiental)
IV. Diagnóstico Ambiental de la unidad de análisis (sistema ambiental)

V. Determinación de los factores y atributos ambientales de la unidad de análisis (sistema ambiental)

Se elaboró un listado de factores y atributos ambientales (Tabla IV.30), a partir de la información que se generó en la caracterización correspondiente a la unidad de análisis (sistema ambiental), de la interpretación de fotografías aéreas y de la elaboración de mapas de identificación de componentes y/o factores ambientales, además se realizaron consultas bibliográficas; este listado fue analizado por el grupo de trabajo a fin de identificar qué atributos ambientales interactúan con los factores ambientales.

Tabla IV.30. Listado de factores y atributos ambientales de la unidad de análisis (sistema ambiental).

	Subsistema	Factor	Atributos
Sistema ambiental del Proyecto	Natural	Atmósfera (aire)	Calidad del aire (NO_x)
			Partículas suspendidas
			Nivel de ruido
		Geología y geomorfología	Relieve
			Geoformas
			Recursos pétreos
		Suelo	Uso del suelo
			Grado de erosión
			Propiedades químicas
			Propiedades físicas
		Hidrología superficial	Calidad del agua
			Patrón de drenaje y flujo hidrológico
			Disponibilidad del agua
		Hidrología subterránea	Calidad del agua
		Vegetación	Cobertura
			Abundancia
			Riqueza de especies
			Especies comerciales
			Especies de lento crecimiento
			Especies bajo protección
		Fauna	Riqueza
			Abundancia
			Desplazamiento
			Valor de las especies
			Especies bajo protección

	Paisaje	Calidad visual
Socioeconómicos	Socioeconómicos	Demografía
		Educación
		Vivienda
		Servicios públicos
		Empleo
		Potencial de desarrollo
		Patrón cultural
		Valor del suelo
		Actividades productivas
		Aprovechamiento de recursos naturales

Se identificaron aquellos factores y atributos relevantes o críticos para el funcionamiento de la unidad de análisis (sistema ambiental), partiendo de aquellos que fueron caracterizados en este Capítulo IV.

Un punto importante de esta caracterización es la identificación de aquellos componentes y/o factores ambientales presentes en la unidad de análisis (sistema ambiental) considerados críticos y/o relevantes en base a su estado actual. El listado de los factores ambientales que componen la unidad de análisis (sistema ambiental) se presenta en la tabla anterior donde también se muestran los indicadores ambientales relevantes del sistema, dicha selección de factores se realizó en base a las observaciones realizadas en campo.

1. **Descripción de la estructura de la unidad de análisis (sistema ambiental)**

A partir de la teoría de los sistemas complejos, se definen como componentes del análisis del sistema al subsistema Natural y Subsistema Socioeconómico, los cuales interaccionan y convergen en un análisis integral. En la figura IV.68 se muestra el diagrama conceptual general del sistema.

2. **Descripción de los factores y atributos de la unidad de análisis (sistema ambiental)**

La literatura sobre el tema señala que: “los componentes de un sistema no son independientes en la medida en que se determinan mutuamente, como la estructura está a su vez determinada por el conjunto de relaciones, el sistema debe incluir

aquellos elementos entre los cuales se han podido detectar las relaciones más significativas" (García, 1986). De esta manera, los elementos o variables para el análisis quedarán definidos a partir de las relaciones que conduzcan a responder las preguntas o planteamientos rectores del estudio, en el entendido de que estas preguntas son las que definen las facetas de la estructura. Se requiere un conocimiento previo de cada variable seleccionada, del papel de cada una en el contexto al que pertenece y de su espacio de ocupación y/o influencia de la ubicación de ese espacio dentro de los límites establecidos. Una vez caracterizadas las variables, se establece la mayoría de las relaciones y se destacan sólo aquellas que resulten relevantes para el propósito del estudio.

A través de las relaciones de variables se reconstruye la realidad, y a partir de cada relación establecida se conforma la estructura y se determinan los procesos que dieron lugar a ésta. Los procesos resultan ser una parte importante del análisis, pues describen los cambios que tienen lugar en el sistema, por lo que es importante considerar diferentes niveles de procesos. Existen procesos de efecto inmediato sobre el medio natural o social (primer nivel); otros más generales, que definen a los anteriores (segundo nivel o metaprocesos) y, por último, procesos que rigen la funcionalidad del sistema global (de tercer nivel) y que, en consecuencia, influyen sobre los dos primeros. Los tres niveles se distinguen entre sí no sólo por referirse a situaciones y escalas diferentes, sino también porque su dinámica pone en juego mecanismos distintos. El análisis sistémico, para ser completo, necesita considerar los tres niveles y las interacciones entre ellos. Sin embargo, los procesos de primer nivel que involucran los subsistemas revelan los cambios estructurales relacionados de manera más directa con los factores que responden al estado de los recursos naturales y a la presión de la población sobre estos recursos, por lo que el diagnóstico incluye tanto la reconstrucción de la estructura como el análisis de los procesos que le dieron lugar.

La pregunta conductora del sistema es: ¿Cuáles son los aspectos que influyen en el estado del medio natural? Esta pregunta conduce al análisis de los aspectos que

han generado transformaciones sobre los recursos naturales. Por ello se requiere explicar, desde una perspectiva integradora la disponibilidad y el deterioro de los recursos naturales, la posible influencia que tienen la población y las formas de producción sobre el estado de los recursos, el desarrollo y ubicación de las actividades productivas y la distribución de la población, así como su situación social. A partir de la pregunta conductora se plantean las preguntas rectoras (secundarias), que permiten organizar y dar orientación a la especificidad de la propuesta, para lo cual se ubican en los dos subsistemas: el natural y el socioeconómico. Por ejemplo, ¿cuáles son las áreas con deterioro por erosión?, ¿cuáles son las formas de uso del suelo?, ¿con qué intensidad las actividades productivas y la población afectan el ambiente?, ¿cuáles son los volúmenes de producción?, etcétera. Los factores y atributos que integran la unidad de análisis o sistema ambiental se representan mediante diagramas causales, marcando con flechas las relaciones existentes entre ellos e indicando el sentido del flujo de la interacción, si el flujo constituye un aporte o una pérdida del atributo analizado (Figura IV.27). Se utilizó el software Stella® 7.0.1 para Windows de *High Performance Systems*, *Inc*., para las representaciones esquemáticas conceptuales.

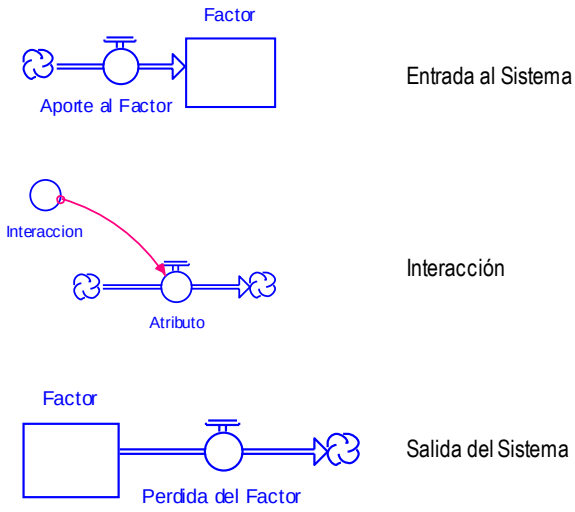


Figura IV. 72 Representación esquemática y conceptual de las entradas y salidas de la unidad de análisis (sistema ambiental).

Con esta metodología de utilización de diagramas causales, se identifican las interacciones entre factores, atributos y subsistemas. En la figura IV.69 se presenta el diagrama causal y conceptual de la unidad de análisis (Sistema ambiental)

.

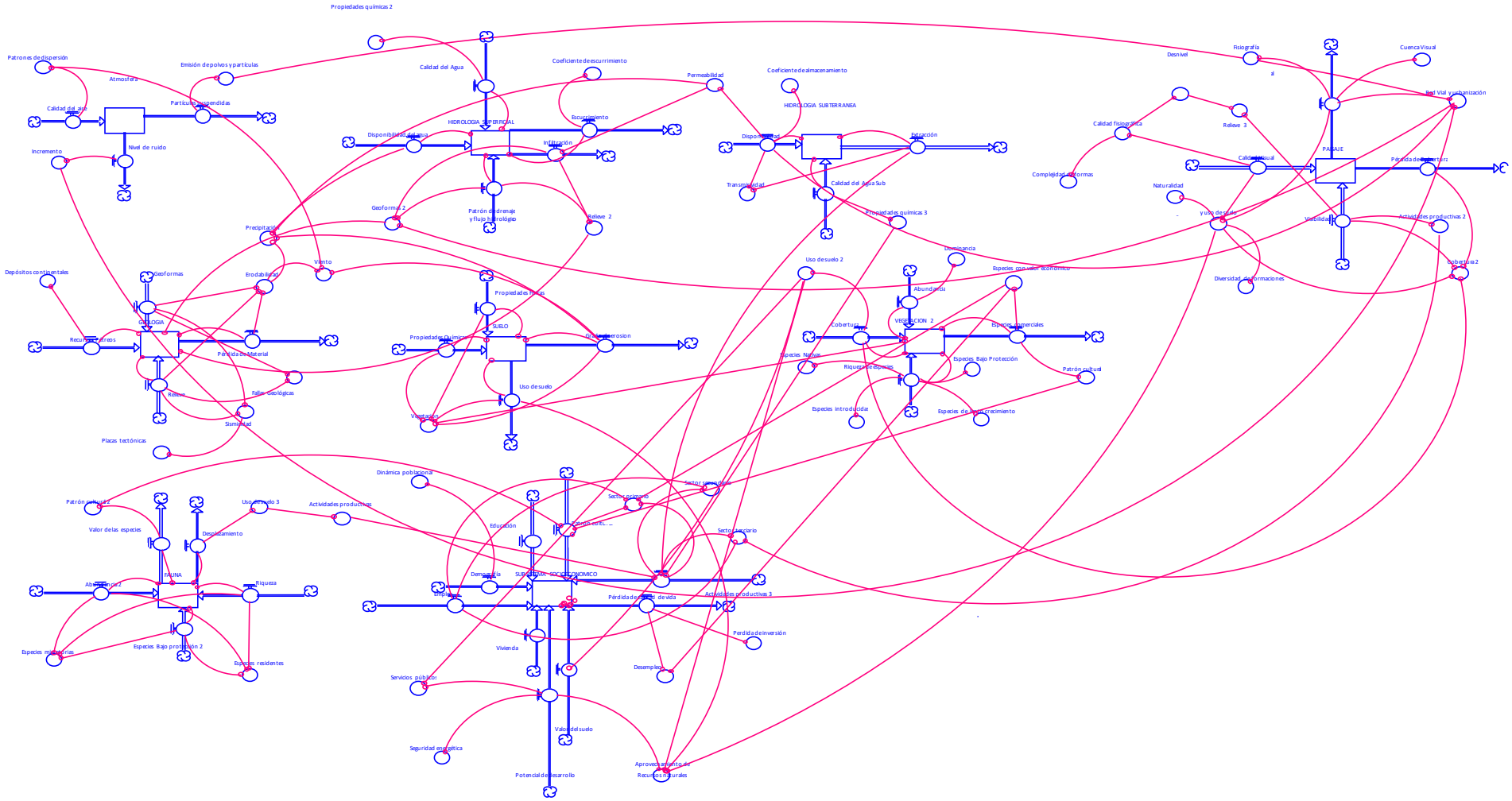


Figura IV.73 Diagrama causal de la unidad de análisis (sistema ambiental).

Subsistema Natural

El análisis y la evaluación de los elementos que integran el medio natural definido como el conjunto de los elementos y procesos ecológicos que conforman un ecosistema determinado- constituyen la base de los estudios, ya que sobre este medio se asienta la población, en él se efectúan las actividades productivas y de él provienen los recursos naturales necesarios para el mantenimiento y desarrollo de dicha población.

La importancia del medio natural se resume en los siguientes incisos:

- ✓ Toda actividad humana está ligada con una condición natural previa que posee elementos y procesos propios que son alterados en distintos grados al introducirse la acción humana.
- ✓ Algunos procesos naturales pueden provocar degradación de los recursos existentes. Estas condiciones son propias del funcionamiento natural y no podrían considerarse como causas de deterioro, dado que en su generación no interviene la acción humana; sin embargo, esta acción puede acelerar la intensidad de los procesos o dar lugar a otros fenómenos que originan deterioro.
- ✓ El principal vínculo entre el medio natural y la sociedad son los recursos naturales actuales o potenciales que utiliza el hombre. La distribución y la disponibilidad de estos recursos permiten determinar las posibilidades de expansión o introducción de nuevas actividades productivas.
- ✓ La planificación de los usos del suelo debe basarse en las condiciones naturales del terreno, de modo que la actividad actual o propuesta no produzca impactos significativos sobre el medio.
- ✓ Cualquier actividad poblacional o productiva genera desechos que en la mayoría de las ocasiones son incorporados o asimilados por los recursos naturales, lo que causa deterioro de los mismos.

El subsistema natural está constituido por los factores aire, geología y geomorfología, suelo, hidrología (superficial y subterránea), fauna, vegetación y paisaje. Los cuales se detallan a continuación.

Factor Atmósfera

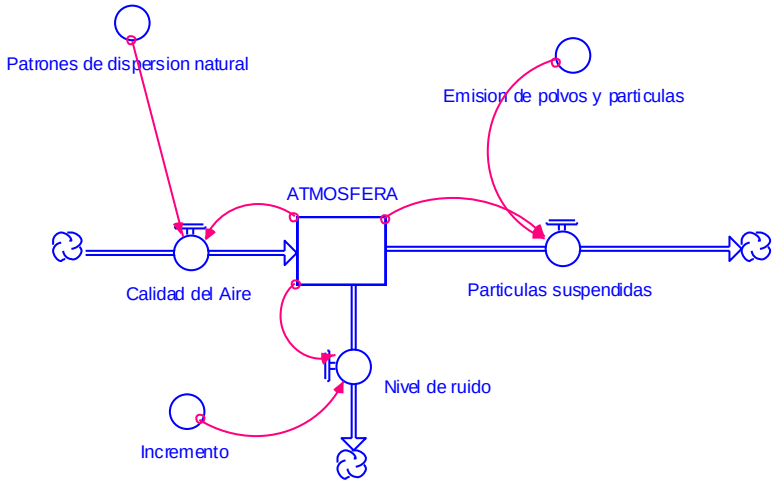


Figura IV.74 Factor Atmósfera.

El Factor Atmósfera en el sistema ambiental depende, por un lado, de condiciones o factores que interaccionan para mejorar y/o mantener su calidad y, por otro, de aquellos que contribuyen a su deterioro.

En general, en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto donde se ubica el proyecto de la LAT Parque Eolico Tizimin – SE Tizimin, no se identificaron fuentes fijas que afecten la calidad del aire; dentro de las fuentes móviles que se detectaron en el área de estudio tienen que ver con los vehículos automotores que utilizan combustible para su operación y es durante la travesía sobre las carreteras pavimentadas, que comunica el municipio de Tizimín con las principales ciudades del Estado como Mérida, Valladolid, entre otras y sobre caminos de terracería por el tránsito local en donde se aprecia el levantamiento de partículas de suelo. Estas fuentes, son las que presentan mayor conflicto para la calidad del aire, con la emisión de monóxido de carbono perceptible en los nodos viales más conflictivos en la parte sur del Sistema Ambiental, y la elevación de diversas partículas durante las horas pico.

No existen datos sobre la calidad del aire de la región, sin embargo se puede inferir que no existen problemas de contaminación atmosférica, debido a que no existen

desarrollos industriales que sean fuentes fijas y continuas de emisión de contaminante a la atmósfera, siendo la fuente de contaminantes más relevantes la proveniente de los escapes de los vehículos existentes en la misma; por otra parte, la ausencia de barreras físicas (cadenas montañosas) y el constante flujo de viento facilitan su dispersión, lo que determina que la probabilidad de acumulación de contaminantes sea prácticamente nula.

Factor Geología y Geomorfología

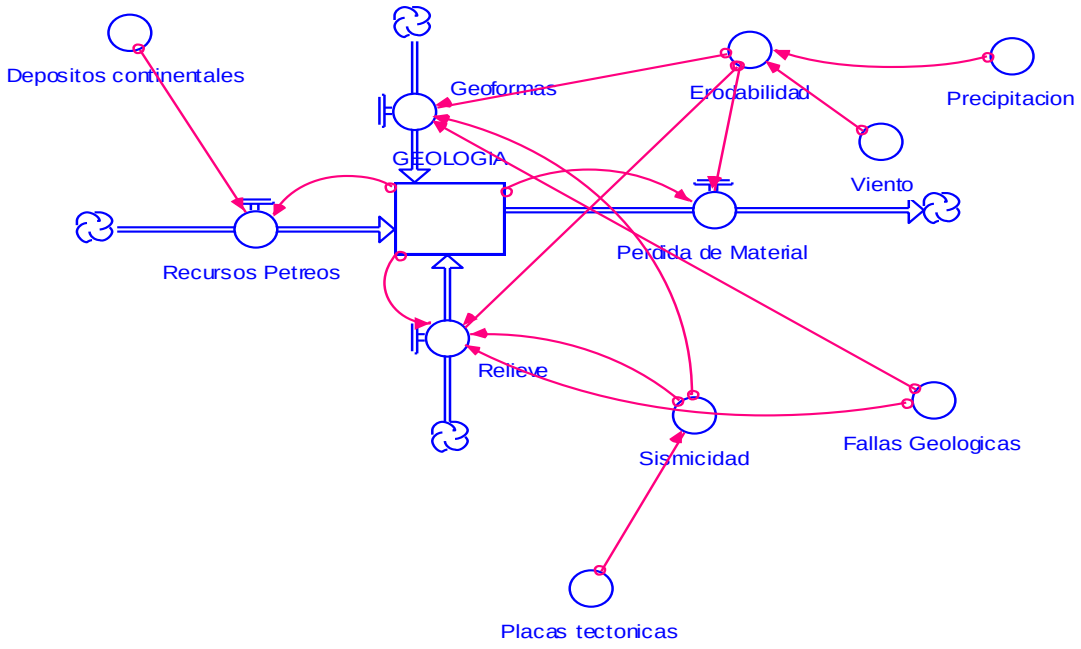


Figura IV.75 Factor Geología y Geomorfología.

En el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto, existen calizas blandas que se originan a partir de los materiales depositados por medios químicos, donde los cristales son mantenidos juntos por uniones químicas o entrelazadas unos dentro de otros. Los materiales, ya disueltos, son transportados y concentrados formando minerales que se acumulan en agregados y posteriormente son litificados como en las rocas detríticas, para formar una roca. Casi todas estas rocas se originan por precipitación química en extensiones de agua superficial, ya sea por procesos químicos inorgánicos o por la actividad química de los organismos.

En términos geológicos, el subsuelo del estado de Yucatán está constituido por una secuencia de sedimentos calcáreos de origen marino del Cenozoico (Butterlin y Bonet, 1960; Bonet y Butterlin, 1962), y ha estado bajo subsidencia lenta pero continua. Aproximadamente los primeros 120 m corresponden a las calizas masivas recristalizadas, cavernosas de buena permeabilidad, las cuales se encuentran cubriendo margas y calizas prácticamente impermeables, cuyo espesor alcanza centenares de metros hacia la parte noroeste de la península.

En los recorridos de campo en el sitio del proyecto, se pudo constatar que las porciones superficiales se encuentran, bajo una delgada capa de suelo (a veces inexistente) rocas carbonatadas integradas por una capa muy compacta cuyo espesor varía de 0 a 2 m, localmente se denomina “caliche”, bajo este horizonte se tiene una capa de calizas “sahcab” alteradas de textura arenosa medianamente compactas, también de espesor variable aunque puede alcanzar hasta una decena de metros, este horizonte se encuentra a veces inter-estratificado con capas delgadas de caliza; hacia abajo generalmente se tiene las calizas, en donde se tiene una franja muy variable de alteración hasta llegar a la roca madre representada por calizas duras de estratificación mediana. Cabe mencionar, que la secuencia anterior no necesariamente se encuentra siempre ya que lateralmente se tienen variaciones en donde la ausencia de alguna de los horizontes superiores (suelo, caliche y sahcab) es notoria.

El terreno de la provincia Península de Yucatán es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas (que contiene cal) que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul.

En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y úvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y en los límites entre Quintana Roo y Belice, el río Hondo.

La unidad de análisis se caracteriza por presentar un paisaje cárstico (carso yucateco) constituido por hoyos, hendiduras, agujeros y cavidades generados por la disolución de la roca calcárea, con muy poco suelo.

Factor Suelo

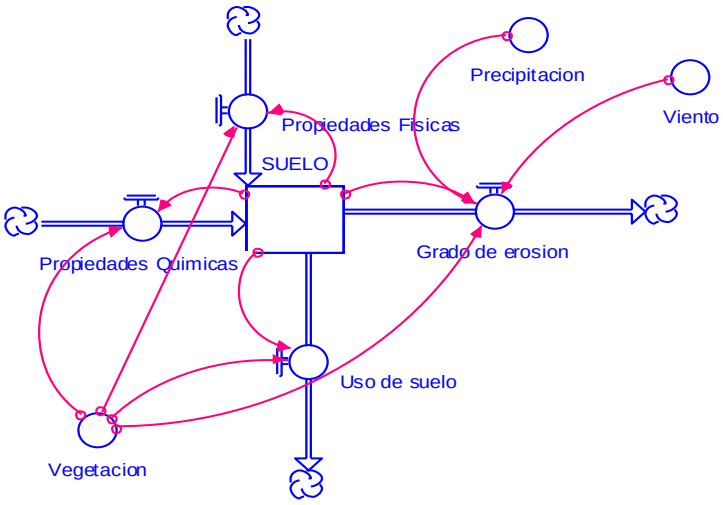


Figura IV.76 Factor Suelo.

En el Sistema Ambiental se localizan las unidades de suelos primarios Renazina y Litosol; mientras que en el área de influencia y área del proyecto se presenta la unidad Rendzina. Las unidades de suelo primarios se encuentran asociados a otras unidades edáficas; de textura media y y fina.

En si, el SA, AP y AI, se presenta un tipo de degradación física por compactación de grado ligero a consecuencia del sobrepastoreo, lo cual es común en el municipio de Tizimín. El 63% de la superficie del Estado de Yucatán, presentan susceptibilidad

por erosión hídrica en grado medio con tendencia a alto, el 15% del territorio está clasificado como grado alto a severo y el 22% restante presenta erosión en grado bajo. Siendo que la precipitación es el componente detonante de los procesos erosivos, así como el clima que prevalece y espesor del horizonte "O" en conjunto con la cubierta vegetal actual. La erosión en grado alto está asociada a superficies desprovistas de vegetación, el suelo se encuentra sin protección frente a la acción erosiva de las precipitaciones principalmente en la zona Centro y Sur donde son mayores a los 800 milímetros anuales; la erosión en grado bajo a medio está asociado al mal manejo de algunas comunidades vegetales como la selva mediana subcaducifolia y suelos agrícolas principalmente; de igual forma estos factores están ligeramente ligados al relieve, microrelieve y profundidad de los suelos. Destacar el papel fundamental que tiene la naturaleza del relieve en los procesos de erosión; en el caso particular del emplazamiento del SA, AI y AP, la topografía llana (ausencia de escorrentía superficial) aunada con las características geológicas del emplazamiento (su naturaleza kárstica) contribuyen enormemente a atenuar la magnitud de los procesos de erosión.

Factor Hidrología Superficial

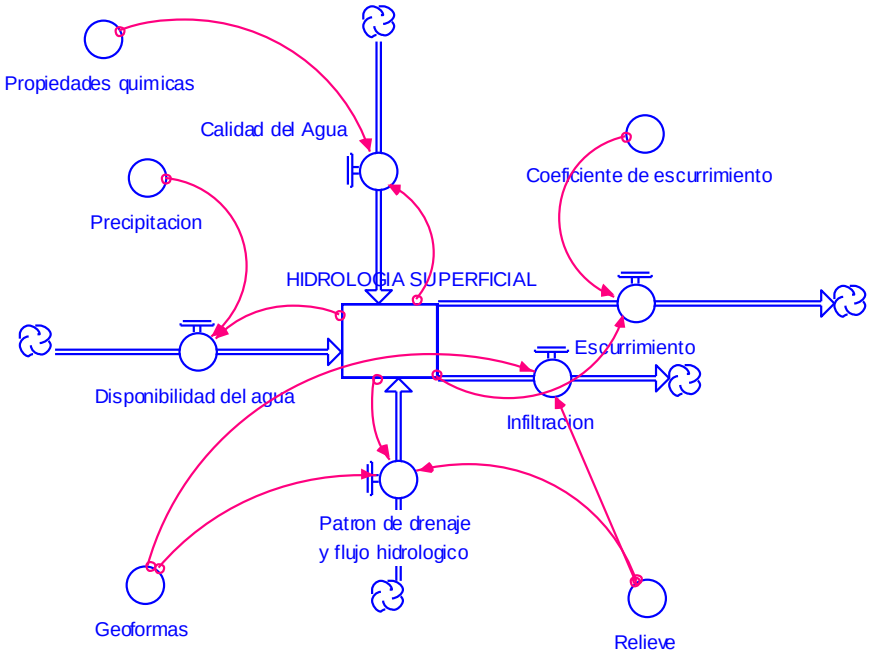


Figura IV.77 Factor Hidrología Superficial**.**

Tanto el SA, AI y AP debido a la conformación del terreno que es relativamente plano y la precipitación que presenta genera escurrimientos superficiales efímeros, que son interceptados por los pozos naturales de recarga al acuífero denominados "Xuch", por lo que no se tienen escurrimientos superficiales de ningún tipo; se caracteriza por la ausencia de ríos superficiales ya que la elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la recarga del agua subterránea en toda su superficie y entonces propicia que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido. Por lo anterior esta región corresponde a una cuenca hidrológica abierta, con un acuífero cárstico de tipo libre por lo que la tendencia de circulación del agua está en relación directa con la densitas de fracturamiento de las formaciones geológicas que conforman el acuífero. La recarga del acuífero proviene de las porciones internas de la Península por flujo subterráneo y de la infiltración directa de la precipitación pluvial. La descarga se da hacia las zonas costeras.

Factor Hidrología Subterránea

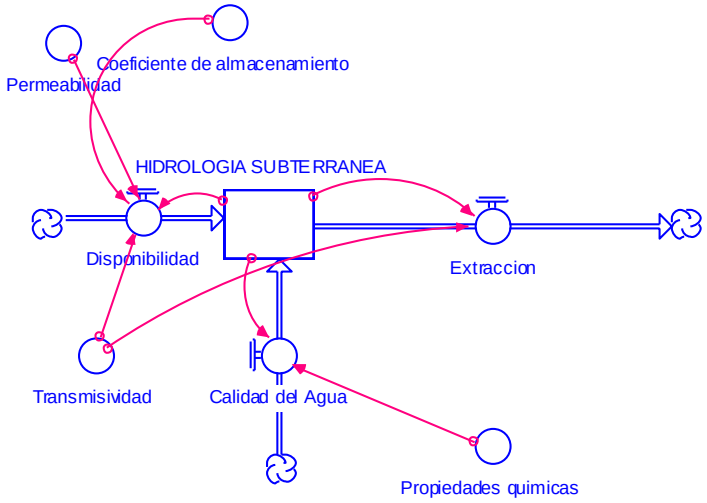


Figura IV.78 Factor Hidrología Subterránea.

El SA, AI y AP carece de corrientes superficiales, así, gran parte de la precipitación se evapora y el resto se infiltra través de fracturas, oquedades y conductos cársticos en las calizas. Las rocas se caracterizan por tener una alta permeabilidad y

transmisividad, poca carga hidráulica, nivel freático estable y direcciones de flujo radiales desde las áreas de recarga, en las porciones internas, hacia las líneas de costa.

El Acuífero presente, es de tipo libre o freático, excepto en una franja estrecha paralela a lo largo de la costa. Esta delgada capa (0.5 a 1.40 de espesor) se extiende a lo largo de los 250 Km de costa y en una franja de 2 a 20 Km de ancho. Este extenso caliche costero es prácticamente impermeable con una porosidad menor a 1%, y actúa como una barrera que impide el movimiento del agua subterránea hacia el mar. La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la recarga del acuífero. Dicha recarga es más abundante en la llanura, gracias a que la cobertura del suelo es muy delgada y al gran desarrollo kárstico superficial de las rocas calcáreas, factores que permiten la infiltración casi total del agua de lluvia; mientras que la recarga es comparativamente menor en el área de lomeríos, donde la caliza está cubierta por una capa de suelo arcilloso que obstaculiza la infiltración. Presente una profundidad al nivel estático de 15 a 30 m, con abatimientos anuales de 0.70 m; la recarga anual es de 5,408 Mm3; la extracción estimada es de 167.62 Mm3 que se realiza por medio de 1,741 aprovechamientos distribuidos por uso de la siguiente manera: agrícola 86.89 Mm3, industrial 10.25 Mm3, público-urbano 69.60 Mm3, rural 0.17 Mm3, y otros 0.71 Mm3; se calcula una disponibilidad de 5,240.38 Mm3, por lo que se considera el acuífero en estado de subexplotación, con una vulnerabilidad a la contaminación alta.

La calidad del agua para consumo humano va de dulce a salada con mayor ocurrencia de la intermedia y con familias predominantes: mixta, sulfatada-clorurada, principalmente en el límite con la zona de cerros y valles por ser esa un área de mezcla; mixta-clorurada, bicarbonatada; y mixta-bicarbonatada, clorurada con tendencia cálcica. La calidad del agua para riego es la C3-S1 (aguas altamente salinas y bajas en sodio) y la C2-S1 (salinidad media y baja en sodio).

En general la principal problemática Hídrica del acuífero de la Península de Yucatán, está asociada con la contaminación del acuífero por causas de origen natural y antropogénico que constituye una problemática compleja y dinámica, donde intervienen diversos actores que demandan su aprovechamiento para la satisfacción tanto de necesidades básicas de las personas, como para el impulso de las actividades productivas y el desarrollo económico. Los casos de intrusión salina observados en el nororiente y en el resto del acuífero, debido a las extracciones excesivas de agua dulce que provocan el ascenso de agua salina subyacente, han obligado a las autoridades a restringir en algunos casos los abastecimientos permisibles en el litoral.

Factor Vegetación

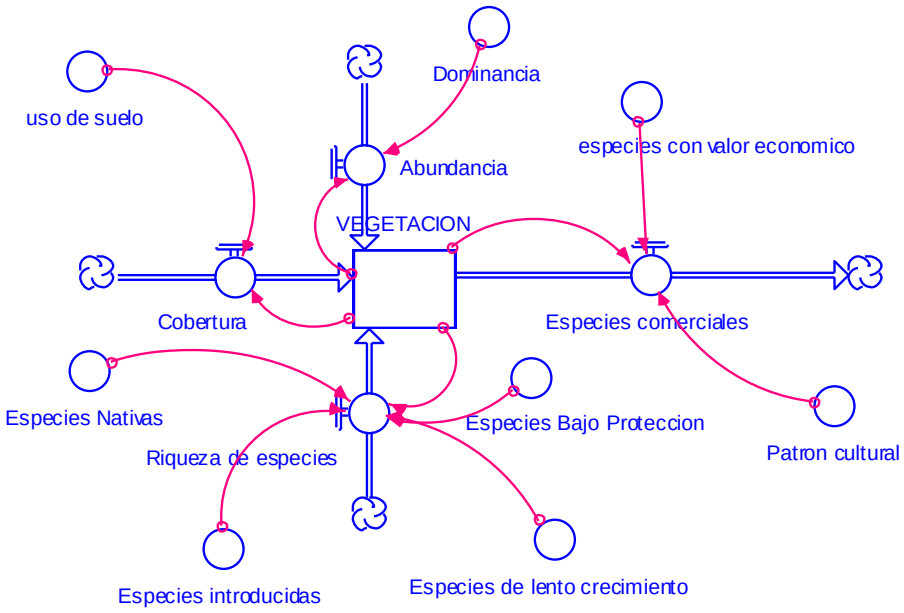


Figura IV.79 Factor Vegetación.

Tanto en el Sistema Ambiental, en el área de influencia, como en el sitio del proyecto, se observó que el uso de suelo y vegetación es Paztizal, agrícola/pecuario con la presencia de manchones con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia, en proporciones distintas, y en mayor porcentaje pastizales cultivados; todos en una condición de vegetación secundaria y con un grado de perturbación considerable.

Este estado de fragmentación es ocasionado principalmente por la presencia de amplios terrenos destinados a la ganadería y por la apertura de caminos para diferentes fines.

Con respecto a la composición florística de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia, de acuerdo a los trabajos de campo se detectaron en los tres estratos un total de 103 especies, agrupadas en 32 familias de las cuales solo dos familias representan los 42 % del total, estas son la familia Fabacae con un 32 % y la Malvaceae con un 15 %.

En el análisis para el estrato arbóreo se detectaron sesenta y seis especies en total, siendo la especie *Piscidia piscipula* la mas dominante con un 25.14 % de índice de dominancia relativa, seguido de las especies Acacia pennatula con un 10.50 % y la especie *Vitex gaumericon* un 6.41 %, por el contrario las especies menos representadas fueron Pisonia aculeatacon 0.04 % y *Chrysophyllum mexicanum*, Carica mexicana, *Chrysophyllum mexicanum y Sapranthus campechianus*, con un índice de 0.05 respectivamente.

En el análisis del estrato arbustivo se observaron veintinueve especies en total, siendo la especie *Pisonia aculeata* la mas dominante con un 12.76 % de índice de dominancia relativa, seguido de la especie *Bursera simaruba* con un 10.57 %, por el contrario las especies menos representadas fueron *Croton glabellus y Eugenia winzerlingiicon* un índice de 0.67 y 0.58 respectivamente.

En el análisis del estrato herbáceo se observaron treinta y cuatro especies en total, siendo la especie *Triumfetta semitriloba* la mas dominante con un 16.47 % de índice de dominancia relativa, seguido de la especie *Pithecellobium dulce* con un 8.38 %, por el contrario, las especies menos representadas fueron *Amphilophium paniculatum* y Croton flavens con un índice de 0.72 % respectivamente.

Con respecto a las especies de lento crecimiento estas no se localizaron durante los estudios de campo.

Con respectos a las especies en algún estatus de protección de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010, se detecto a *Astronium graveolens* y *Spondias radlkoferiambas* en estatus de Amenazadas (A).

Dentro de las especies que tienen un uso en la población local para leña (*Phoebe longicaudata, Cordia alliodora, Erytrhoxylum confusum, Acacia cornígera,* entre otras), en la medicina tradicional (*Aphelandra deppeana, Eupatorium odoratum, Tournefortia glabra, Tournefortia glabra, Carica mexicana, Cecropia peltata,* entre otras), para postes para el cercado de predios y construcción de casas (*Sabal yapa, Coccoloba cozumalensis, Coccoloba acapulcensis, Coccoloba barbadensis, entre otras)*.

Con relación a las especies utilizadas en la artenania de la región se encuentral *Cordia gerascanthus, Arrabidaea floribunda* se utiliza para construcción de canastos y cestos, mientras que *Zapoteca Formosa* se utiliza como forraje para la alimentación del ganado equino.

Dentro de las especies culturales, se detecto a *Coccoloba spicata* con Uso mágico-religiosos, de la cual, las hojas son utilizadas para envolver los panes que se ofrecen en el ritual del Cha chaak o pedimento de la lluvia.

Factor Fauna

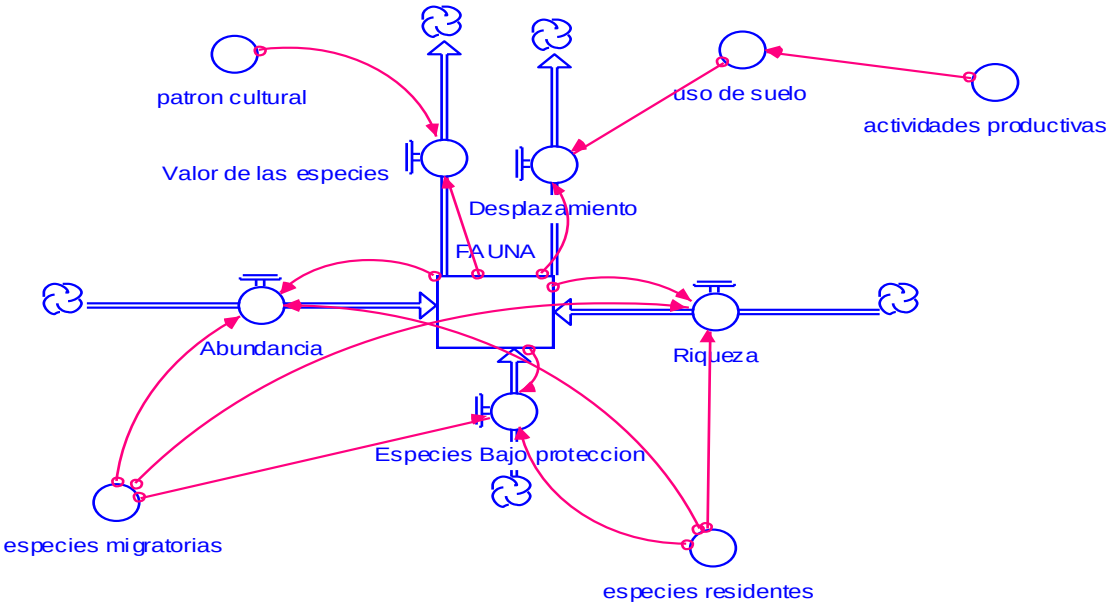


Figura IV.80 Modelo conceptual del Factor Fauna.

Para la caracterización faunística del área de estudio primeramente se realizó una revisión bibliográfica a fin de determinar las especies de vertebrados terrestres con una distribución potencial en el sitio del proyecto.

Con respecto al atributo riqueza de especies a nivel de sistema ambiental se tiene lo siguiente:

Aves: Se encontraron bibliográficamente un total de 127 especies de las cuales 13 especies se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010, en las siguientes categorías: 1 en peligro de extinción, 2 amenazadas y 10 en proteccion especial.
Mamíferos: Se encontraron bibliográficamente un total de 125 especies de las cuales 38 se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010, en las siguientes categorías: 11 en peligro de extinción, 15 amenazadas y 12 en protección especial.
Anfibios: Se encontraron bibliográficamente un total de 40 especies; de las cuales se encuentran 4 especies en la NOM-SEMARNAT-059-2010, 2 en protección especial, 1 en amenazada y 1 en peligro de extinción.

Reptiles: Se encontraron bibliográficamente un total de 27 especies, de las cuales 11 se encuentran en la NOM-SEMARNAT-059-2010, en las siguientes categorías: 2 amenazadas y 9 sujetas a protección especial.

En lo que se refiere al atributo abundancia de especies, el resultado de campo arrojo registró una diversidad faunística de 98 especies; de las cuales 73 (75%) corresponden al grupo de las aves, 11 (11%) a la mastofauna, 8 (8%) a los reptiles y a los anfibios 6 (6%).

Por otro lado, la abundancia, al igual que la diversidad, está representada en un mayor porcentaje por el grupo de las aves 81 %, seguida de los mamíferos con el 9 %, los reptiles con 6% y finalmente los anfibios con el 4%.

Para el atributo "valor de las especies" se tiene que las especies registradas para la unidad de análisis con un valor potencial, básicamente alimenticio son: 3 aves (*Zenaida asiática, Leptotila verreauxi y Ortalis vetula*), 5 mamíferos (*Didelphis virginiana, Nasua narica, Sylvilagus cunicularius, Dasypus novemcinctus y Odocoileus virginianus*), 1 reptil (*Ctenosaura similis*) y 1 anfibio (*Rana berlandieri*), sin embargo, en las comunidades rurales, las personas no utilizan las especies de fauna silvestre como fuente de ingresos; solamente algunas especies son utilizadas ocasionalmente como fuente de alimento, como es el caso de conejos, armadillos, palomas. De igual forma, con base en la Guía de Aves Canoras y de Ornato se determinó que 7 (siete) especies de aves localizadas en el área de estudio tienen potencial de uso como Ornato o Canoras (*Amazilia rutila, Cardinalis cardinalis, Aratinga nana, Cyanocorax yncas, Mimus gilvus, Cyanocorax yucatanicus, Zenaida asiática)*. De igual forma existen otras especies que tienen potencial de aprovechamiento como son: *Rana berlandieri, Odocoileus virginianus, Ctenosaura similis y Dasypus novemcinctus.*

Para el atributo "desplazamiento", de todas las especies localizadas en la unidad de análisis (sistema ambiental), por su baja movilidad, las especies más susceptibles

son los reptiles, mientras que las aves y los grandes mamíferos son los menos perjudicados por las actividades constructivas del proyecto. Con respecto al atributo especies bajo protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron las especies *Ctenosaura similis y Coleonyx elegans en estatus de Amenazadas y Buteogallus urubitinga, Buteo albicaudatus y Aratinga nana, Rana berlandieri bajo estatus de Protección especial.*

Factor Paisaje

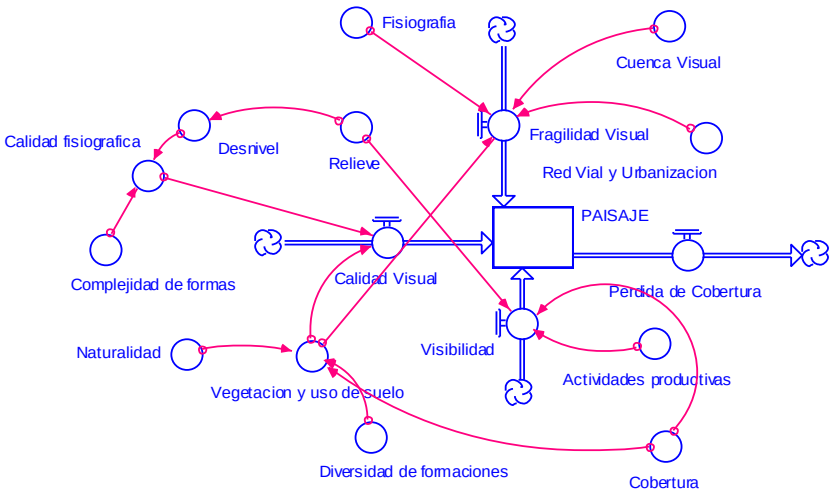


Figura IV.81 Factor Paisaje.

Aun y cuando en el sistema ambiental se identificaron diferentes usos de suelo y tipos de vegetación, dentro del área de influencia del proyecto los usos de suelo principales son el de tipo Agricola/Agropecuário y huertas frutales, mientras que se reconocieron e identificaron los diguientes tipos de vegetación, que fue del tipo secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y en mayor porcentaje pastizales cultivados; situación por el cual, en este apartado de paisaje sólo se considera estos usos de suelo y vegetación, derivado a que son sobre los cuales se realizarán las actividades constructivas del proyecto.

Con respecto a los centros de población identificados, fue principalmente la Comunidad de Tizimin (llegada de la línea de transmisión).

Con relación a los accesos, se cuenta como vía principal, la Carretera No. 295 la cual comunica Rio Lagartos con el municipio de Tizimín en el estado de Yucatán, cruzando el sistema ambiental de Norte a Sur, así como la carretera Tizimín – Chenkeken y finalmente la carretera Tizimín-Col. Yucatán, vías de comunicación de las cuales se derivan en su mayoría, accesos de terracerías y en menor grado a base de carpeta asfáltica, las cuales, todas ellas comunican poblaciones rurales y rancherías.

Específicamente, el área de estudio del proyecto (SA, AI y AP) se compone de un terreno plano con pendientes de hasta de 2 %, que se manifiesta de nor-noreste a sur-sureste en el sistema ambiental, mientras que en posición nor-noroeste a sur-suroeste, se encuentran pendientes en nivel cero; de manera general se presentan pendientes promedios de 0 a 1.5%.

Tanto el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto se compone por comunidades vegetal y de forma discontinua, que corresponde a la de tipo secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y en mayor porcentaje pastizales cultivados que se desarrollan sobre terrenos que una vez sustentaron vegetación primaria de dicha comunidad y que en la actualidad se presenta un uso de suelo muy marcado que es Pastizal, agrícola y pecuario.

Para el caso del proyecto, la calidad intrínseca (CI) del paisaje resulta baja debido básicamente a que el área no se presentan ecosistemas únicos, dado que la vegetación se encuentra deteriorado, dispersa y de forma discontinua derivado a la predominancia de terrenos con un uso de suelo gropecuario con amplios campos con peztizal cutlivado y bien distribuidos en el sistema ambiental, área de influencia y área del proyecto.

Para el caso de la calidad visual, ésta resultó Alta debido a que el proyecto será observado por un gran número de personas en varias partes de su trayectoria por la existencia de asentamientos humanos, caminos de carpeta asfáltica y caminos de terracería. Con respecto a la absorción visual, esta resultó como un valor medio para el proyecto, debido a: A) que se encuentran pendientes menores al 3 por ciento, B) que existe una homogeneidad media en cuanto a la diversificación de la vegetación, y C) que generalmente se observa una heterogeneidad media de colores y texturas ofrecidas por el contraste entre suelo/vegetación. Por todo lo anterior, el sistema representa una media capacidad de absorber la nueva infraestructura que conlleva el proyecto.

Subsistema Socioeconómico

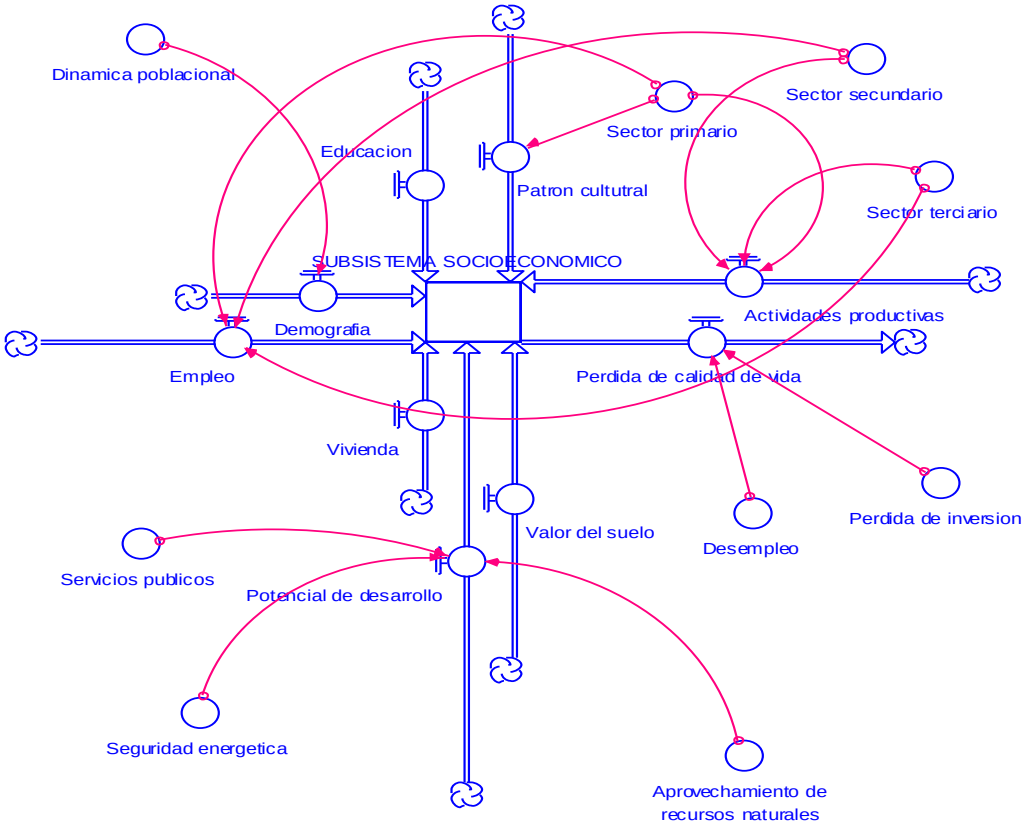


Figura IV.82 Factor Socioeconómico.

Población. La población de las localidades de Tizimín para el año 2015 cuenta con 77,621 habitantes.

Índice de Marginación. **En el Municipio de Tizimín,** en el año del 2010 el municipio fue clasificado con un grado de marginación promedio "Medio", y un índice de marginación de 29.296 % ocupando el lugar 55 de los 106 municipios que conforman el estado.

Población económicamente activa y actividades productivas. **Para el Municipio de Tizimín**, de acuerdo a los resultados que presenta al Censo de Población y Vivienda del 2010, se registraron 27,801 habitantes en el año 2010, de estos, 26,003 se encontraban ocupadas y 556 desocupadas.

El sector primario engloba a la agricultura, la pesca y la ganadería. La ganadería en la región de los alrededores de la ciudad ha hecho de sí misma la zona ganadera más productiva del estado y una de las más dinámicas de la península de Yucatán. El rápido crecimiento de la ganadería tizimileña provocó el aumento de la producción primaria de los municipios vecinos, formando la región ganadera de Yucatán, en donde se encuentran los municipios de Buctzotz, Calotmul, Cenotillo, Dzilam González, Espita, Panabá, Río Lagartos, San Felipe y Sucilá que para 1998 albergaba a las dos terceras partes de las cabezas de bovinos del estado. Sin embargo, el uso extensivo de praderas en la región ha deteriorado el ambiente y los suelos por lo que se ha pensado en buscar alternativas que permitan coexistir la biodiversidad. En el ramo de la agricultura, el territorio cercano a la ciudad tiene importantes plantaciones de maíz, trigo y jatropha, así como invernaderos dedicados a la producción de papaya.

El sector secundario engloba todo lo relativo a la industria. En el interior de la ciudad existe una planta refinadora de sal de mesa con tecnología de punta, desde la cual se envía la producción hacia el interior del país vía autotransporte y por ferrocarril. También, los pequeños productores tizimileños, hacen de la ciudad una las localidades con mayor producción de artículos de piel del estado, junto con las localidades de Mérida, Valladolid, Hunucmá y Espita.

El sector terciario engloba todas aquellas actividades económicas que no producen bienes materiales de forma directa, sino servicios que se ofrecen para satisfacer las necesidades de la población. En el municipio de Tizimín, al cual pertenece la ciudad, éste sector es el de mayor aporte en materia de empleo. El Mercado de Tizimín es el único administrado por el ayuntamiento y se ha propuesto la creación de un segundo asentamiento de igual magnitud en el interior de la ciudad.

Los municipios tienen un potencial económico en actividades como lo son la ganadería, agricultura, minería, comercio, pesca y la industria.
Con respecto al acceso al sistema de salud, en el Municipio de Tizimín, 17,050 habitantes (el 23.31% de la población total) no cuentan derechohabiencia a servicios de salud); 56,088 habitantes que, si cuenta con derechohabiencia en alguna institución pública, esta aficiada al eguro Popular en mayor proporcón y en niveles menores en el IMSS y El ISSSTE.

En el Municipio de Tizimín, en el año 2000 contaba con 13,973 viviendas particulares habitadas, con una población de 64,104 ocupantes; estas viviendas mantenían como índice de ocupación 4.58 habitantes por vivienda. Cifras que fueron en aumento para el 2010 ya que el número de viviendas se incrementó en 3,676 alcanzando un total de 17,644 viviendas particulares habitadas, con una población de 73,138 ocupantes; cabe señalar que el índice de ocupación disminuyo a 4.14 habitantes por vivienda.

En cuanto a la cobertura de servicios por vivienda, en el 2010 hubo un aumento considerable al presentar una cobertura de 90.51% de viviendas con agua entubada, 90.51% con drenaje, así mismo el 95.40% disponía energía eléctrica, dado que estos indicadores en el año 2000 eran de 30.92%, 38.00% y 86.77% respectivamente, lo cual denota un importante avance en las coberturas de los servicios de agua, drenaje y energía eléctrica.

En cuanto a la infraestrcutra de comunicación, Tizimín, es uno de los municipios del estado mejor comunicado, ya que cuenta con una infraestructura y red caminera muy completa. Esto se debe a que la topografía que es sumamente plana, permitiendo que la construcción de la red caminera sea menos costosa. Una de las principales vías de comunicación es la Carretera pavimentada de 2 carriles con sus acotamientos No. 176 y No.178 que comunica Tizimín con la Ciudad de Mérida, así como la No. 295 Valladolid - Tizimín.

3. Clasificación de los atributos de la unidad de análisis (subcuencas o sistema ambiental)

La clasificación de los atributos ambientales que integran la unidad de análisis (subcuencas o sistema ambiental) se realiza utilizando sus interrelaciones, con objeto de detallar su funcionamiento y determinar su fragilidad e importancia funcional.

El término Fragilidad implica el nivel de vulnerabilidad o facilidad de afectación del atributo ambiental; o de otra manera, su capacidad de soporte o de asimilación.

La Importancia Funcional (IF), se entiende como el papel que desempeña un atributo ambiental en el mantenimiento de la dinámica natural del sistema. Se considera que el valor de función incluye el valor estructural, ya que no hay importancia estructural, *per se*, sino por la función derivada de ella.

La importancia funcional de cada atributo, está en función del número de interrelaciones que guarda con los demás atributos, es decir está en función de los intercambios que mantiene con el resto del sistema, de tal modo que a los valores más altos de interacción le corresponde una clasificación “alta”, los valores intermedios a “media” y por último los valores bajos a “baja” de acuerdo a los rangos de valor en la Tabla siguiente.

De acuerdo con Salazar (2000), se considera que cualquier afectación sobre los atributos más frágiles o de mayor importancia funcional, generará una respuesta o cambio ambiental mayor, y las afectaciones sobre aquellos atributos menos frágiles e importantes tienen una respuesta o cambio ambiental menor.

Tabla IV.53. Rangos de clasificación de la fragilidad e importancia funcional de cada atributo.

% Interacciones	Fragilidad	Importancia funcional
<25	BAJA (B)	BAJA (B)
≥25–50≤	MEDIA (M)	MEDIA (M)
>50	ALTA (A)	ALTA (A)

La fragilidad del atributo está en función del número de atributos que pueden tener interacción con él mismo, como se muestra en el siguiente diagrama:



Importancia funcional de A.- cuando cambia A entonces cambia B
Fragilidad de A.- cuando cambia B entonces cambia A

Además, se tomaron en cuenta otras consideraciones:
-La información disponible del atributo (de acuerdo a los parámetros analizados en la caracterización del medio).
Comportamiento e interacciones (determina la estabilidad de la unidad de análisis (sistema ambiental)). Se consideraron los atributos que generan una inestabilidad en el sistema mayor al 50 % en el periodo que se tiene registro. Ejemplo: “Una especie que esté dentro de la NOM-059, podrá tener una alta fragilidad, pero si son pocos individuos entonces tendrá una Importancia funcional Baja dentro de la unidad de análisis (sistema ambiental)”.

- Regulación y legislación vigente, a la que se encuentra sujeto el factor o atributo ambiental. Se revisó la normativa y reglamentación que existe para determinar niveles aceptables del atributo. Ejemplo: Se analizan los

resultados de los análisis de agua subterránea y superficial, con respecto a los límites máximos permisibles de la NOM-127-SSA1-1994.

- Importancia dentro de la política de desarrollo municipal, estatal y nacional. Ejemplo: Se revisó si el atributo se encuentra considerado dentro de las estrategias de desarrollo nacional y regional, y si existen valores óptimos necesarios de acuerdo a los programas de desarrollo sectoriales.
- Análisis de expertos. Se analizó el comportamiento teórico del sistema, asumiendo diversos escenarios, integrando las funciones de cada atributo, de manera que por la experiencia de cada especialista, se corroborara el comportamiento asignado a cada factor ambiental.
- Revisión de otros estudios en el área y del sector.
- Lista de los factores y atributos ambientales recomendados por la metodología de análisis de sistemas complejos. Se revisan los listados que se han usado en el análisis de sistemas semejantes (García, 2001).

Con base en la descripción general de la unidad de análisis, de los atributos ambientales y apoyados en diagramas causales y una matriz de interacción, se determinaron las relaciones entre los atributos, analizado cuando éste es el generador del cambio de otro atributo (IF), así como cuando es el receptor del cambio o modificación (fragilidad). Considerando el número de interacciones los atributos se clasificaron de acuerdo a su IF y fragilidad para la unidad de análisis (sistema ambiental) (Tabla IV.54).

Tabla IV.54. Interacciones de los atributos ambientales. Categoría de Importancia del Atributo Ambiental.

	Sub sistema	Factor	Atributos	Fragilidad	IF
Sistema ambiental	Natural	Atmósfera (aire)	Calidad del aire	B	M
			Partículas suspendidas	B	M
			Nivel de ruido	B	M
		Geología y geomorfología	Relieve	B	M
			Geoformas	B	B
			Recursos pétreos	B	B
		Suelo	Uso del suelo	B	M
			Grado de erosión	M	B
			Propiedades químicas	B	M
			Propiedades físicas	B	M

	Sub sistema	Factor	Atributos	Fragilidad	IF
		Hidrología superficial	Calidad del agua	B	M
			Patrón de drenaje y flujo	B	B
			Disponibilidad del agua	B	M
			Coeficiente de escurrimiento	M	M
		Hidrología	Calidad del agua y flujo	B	M
		Vegetación	Cobertura	M	M
			Abundancia	B	B
			Riqueza de especies	B	M
			Especies comerciales	M	M
			Especies de lento	M	B
			Especies bajo protección	A	B
		Fauna Terrestre	Riqueza	B	B
			Abundancia	B	M
		Fauna Terrestre	Desplazamiento	B	B
			Valor de las especies	B	B
			Especies bajo protección	A	B
		Paisaje	Calidad visual	M	B
	Socioeconómicos	Socioeconómicos	Demografía	B	M
			Educación	B	M
			Vivienda	B	M
			Servicios públicos	B	M
			Empleo	M	M
			Potencial de desarrollo	B	B
			Patrón cultural	M	B
			Valor del suelo	B	M
			Actividades productivas	B	M
			Aprovechamiento de	B	M

4. Diagnóstico del sistema ambiental

Con relación al factor atmosfera, la unidad de análisis no presenta problemas de emisiones por no haber fuentes fijas de emisiones, solo se reduce a las partículas de emisiones por vehículos que transitan por carreteras y caminos de terracerías. La topografía del sistema ambiental es relativamente plana con pendientes suaves, menores al 3 por ciento.

Con respecto al uso de suelo y vegetación, este es forestal en ciertos tramos, en otros es agropecuarios con presencia de pastizales, además se presenta usos de suelo con infraestructura de servicios como comunicaciones, red de energía eléctrica y de telefonía.

En cuanto a la hidrología superficial y subterránea, en la unidad de análisis no se presentan ríos y arroyos, el agua que precipita una parte se evapotranspira y la otra

se infiltra o se va a los cenotes. El acuífero que se presenta provee del vital líquido a las localidades del Municipio de Tizimín.

Con respecto al factor socioeconómico, el municipio de Tizimín, resulta que más del 90% de las viviendas ocupadas presentan piso de material diferentes a los de tierra; presentan infraestructuras para la educación en los niveles preescolar, primaria, secundaria y profesional.

De la evaluación realizada, resulto una alta fragilidad para las especies protegidas de flora y fauna de conformidad con la legislación ambiental vigente, pero al implementar medidas de prevención y mitigación como es el caso del cuidado in situ y el rescate y reubicación de los individuos de flora y fauna, resulta que la importancia funcional decrementó.

Después de evaluar la unidad de análisis (sistema ambiental), se determinó que se trata de un sistema en donde el grado de conservación de los recursos naturales permanecen de manera general no conservados debido a que en la trayectoria de la línea de transmisión se encuentra de manera discontinua y ofrece una serie de parches, en donde se presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y en mayor porcentaje pastizales cultivados y vegetación secundaria por las actividades agropecuarias, aun así, las áreas de vegetación actualmente albergan especies de flora y fauna de importancia para la región y por esta razón se adoptarán medidas de prevención y mitigación: las actividades económicas de la región se concentran en el sector agrícola y en la ganadería, estos ubicados en las inmediaciones de las localidades cercanas al proyecto y a lo largo de la mayor parte de la traza del mismo.

Después de evaluar la unidad de análisis (sistema ambiental), **se determinó que la práctica totalidad los atributos de los diferentes factores ambientales presentan una baja y mediana fragilidad e importancia funcional** derivado de

las actividades constructivas de proyecto, con la excepción en los factores de vegetación y fauna de los atributos “especies bajo protección”; no obstante, el proyecto “Línea de Interconexión PE Tizimin – SET Tizimín” implementará las medidas de prevención y mitigación necesarias, que se describen en capítulo VI de esta manifestación; por todo ello se considera que la implantación del proyecto “Línea de Interconexión PE Tizimin – SET Tizimín” es viable ambientalmente y que su desarrollo es compatible con el sistema ambiental regional.

IV.6 Referencias

- Agenda Ecológica Federal, 2016. Ediciones fiscales ISEF, S.A. México, D.F.
- Allen S, D. 2000. National Audubon Society The Sibley Guide to Birds.
- Álvarez-Castañeda y S.T., Patton J.P. 2000. Mamíferos del Noroeste de México, Tomo I. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Álvarez-Castañeda, S.T., Patton J.P. 1999. Mamíferos del Noroeste de México, Tomo II. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Anderson, E.F. 2004. The Cactus family. Portland, Oregon 97204, U.S.A.
- Gismer, L. L, 2002. Amphibians and Reptiles of Baja California. University of California.
- González-Bernáldez, F., 1981. Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. CD Y PAÍS
- Guzmán, U, Arias, S, y Dávila, P. 2007. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad. México, D.F.
- INEGI, 1996. Estudio Hidrológico del Estado de Baja California Sur. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI, 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafología. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI, 2005. Guía para la interpretación de cartografía climatológica. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI, 2005. Guía para la interpretación de cartografía geológica. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI, 2005. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INGEI, 1995. Síntesis Geográfica del Estado de Baja California Sur. Aguascalientes, Aguascalientes.
- León de la Luz, J.L. y Coria, R. 1992. Flora Iconográfica de Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- McPeak, R. H. 2000. Amphibians and Reptiles of Baja California. Santa Rosa, CA, USA.

- Muñóz-Pedreros, A., 2004. La evaluación del paisaje. Una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156.
- National Geographics, 2006. Field Guide to the Birds of North America, Washington, D.C, U.S.A.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para inclusión exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Roberts, N,C, 1989. Baja California Plant Guide, Natural History Publishing Company. La Jolla, California 92037.
- Sibley, D.A. Eleventh Printing, June 2010. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society.
- Stebbins, R. C. 2003. Western Reptiles and Amphibians. 215 Park Avenue, New York, New York 10003.
- Transelec, S.A. 2009. DIA Línea de Transmisión Eléctrica Transelec: Línea Base de Paisaje. Golder Associates S.A., 25 pp.
- Velázquez, R.L, y Gómez, D.J, 1997. Calculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwite. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Suelos.
- Wiggins, I.L. 1980. Flora of Baja California. Stanford Universiyu Press. Stanford, California.
- Propuesta de Guía para elaborar Manifestaciones de Impacto Ambiental de Líneas de Transmisión de 115, 230 y 400 kV., Subdirección de Construcción de C.F.E., 2003.
- Caire W. 1976. Distribution and Zoogeography of mammals of Sonora, Mexico. University of Albuquerque, New México. Albuquerque, New México, U.S.A.
- Conant R. and Collins J. 1998. 3ª edition. Reptiles and Amphibians. Houghton Mifflin Company. Boston, New York, U.S.A.
- Epple Orth Anne. 1995. 1era Edition. Plants of Arizona. The Globe Pequot Press, P.O. Box 480, Guilford, Connecticut 06437, U.S.A.

- Gould F. 1978. Common Texas Grasses an Illustrated Guide. Texas A & M University Press. U.S.A. 266 p.
- Grimm W. 1993. The Ilustrated Book of Wildflowers and Shrubs. Stackpole Books. Pennsylvania, U.S.A. 637 p.
- Howell S. and Webb S. 1999. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford: University Press.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta uso de suelo y vegetación G12-3 INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Edafológica, G12-3. INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Geológica G12-3. INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).Carta de Hidrología Superficial G12-3. INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).Carta de Hidrología Subterránea G12-3 INEGI. México.
- INEGI. 1980. Carta de Climas. Tijuana. 1:1'000,000 INEGI. México.
- INEGI. 2000. Tabulados Básicos Sonora. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) tomos del I al V, México.
- INEGI. 1993. Estudio Hidrológico del Estado de Sonora. INEGI y Gobierno del Estado de Sonora. Hermosillo, Son.
- Ceballos Gerardo. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Primera Edición, México D.F., 986 P.
- Rau J. and Wooten D. 1980. Environmental Impact Analysis Handbook. McGraw-Hill Book Company. New York, U.S.A. Cap. 8.
- Rzedowski, J., 1986, Vegetación de México, Editorial Limusa, Tercera Reimpresión, México, D.F., 432 p.
- Rzedowski, J. y Mc. Vauch. R., 1966, La Vegetación de la Nueva Galicia, University Herbarium, University de Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA. 123 p.

- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
- Álvarez-Castañeda, S.T. y Patton, J.L. 1999. Mamíferos del noroeste de México. La Paz, B.C.S, México.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO-Instituto de Ecología. A.C. 212 pp.
- Bibby, C.J., N.D. Burguess y D.A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press, 257 pp.
- Bell, P y Wright, D. 1987. Rocas y minerales. Guías-Prácticas Omega. Editorial Omega.
- Burt, W. y Grossenheider, R. 1998. Mammals. Peterson Field Guides. E.U.A.
- Canter, W. L., 1999. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. McGraw-Hill. España. 841 pp.
- Casas-Andreu, G. y C. J. McCoy. 1979. Anfibios y reptiles de México. Limusa, México.
- Conesa, F. V., 1997, Instrumentos de la Gestión Ambiental de la Empresa, Ediciones Multi – Prensa, Madrid, Barcelona, España 541 p.
- Conesa Fdez-Vítora, V., 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. 2ª. Ed. España. 390 pp.
- Derruau, M. 1966. Geomorfología. Editorial Ariel
- Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10
- Flores-Villela, O. y P. Gerez, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO. 439 pp.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20 (2):1-31. México.
- Flores-Villela, O., 1993. Herpetofauna Mexicana: lista anotada de especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies, Cornegie Museum of Natural History, Special Publications 17:1-73.

- González-Bernáldez, F., 1981. Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. CD Y PAÍS
- Guerra-Peña, F. 1980. Fotogeología. Universidad Nacional Autónoma de México
- Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons, Vol 1 y 2.
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, 849 pp.
- INEGI. 2010, Tabulados básicos, XII Censo de Población y Vivienda 2010.
- INEGI. 2010. II Conteo de población y vivienda 2010, www.inegi.gob.mx
- Leopold, L. B. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey. Circular 645. Washington, D.C.
- Lira, I., et.al. 1994. Diccionario de mamíferos. AGT Editor, S.A. México, D.F.
- Lugo-Hubp, J. 1989. Diccionario geomorfológico. Universidad Nacional Autónoma de México.
- National Geographic, 2002. Field Guide to the Birds of North America. Washington, D.C., 480 pp.
- Muñóz-Pedreros, A., 2004. La evaluación del paisaje. Una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156.
- Pérez-Gil Salcido, R., F. Jaramillo Monroy, A. M. Muñiz Salcedo y M. G. Torres Gómez. 1996. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. PG7 Consultores S.C. y CONABIO, 170 pp.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif, 1994. Aves de México, Guía de Campo, Edit. Diana, S.A. de C.V., 2ª ed. México, 473 pp.
- SEMARNAT, 2005. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación del 21 de febrero de 2005.
- SEMARNAT, 1998. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Diario Oficial de la Federación del 25 de noviembre de 1988.

- SEMARNAT, 2006. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación del 30 de noviembre de 2006.
- SEMARNAT, 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación del 25 de febrero de 2003.
- SEMARNAT, 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación del 8 de octubre de 2003.
- SEMARNAT, 2002. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación del 30 de mayo de 2002.
- Sherbrooke, W. C, s/f. Introduction to Horned Lizard of North America. California Natural History Guides, University of California Press. p. 43-45
- SSA, 1982. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido. Diario Oficial de la Federación del 6 de diciembre de 1982.
- Stebbins, R. C. 1985. Western reptiles and amphibians. 2nd. Ed. Houghton Mifflin Co., USA.
- Vaughan, T.A., 2000. Mammalogy. Thomson Learning.
- Villa, B. y F. A. Cervantes, 2003. Los mamíferos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Grupo Editorial Iberoamérica, S: A. de C.V. 140 pp.
- Whitaker, Jo. O., Jr. 1996. Field guide to Mammals. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, Inc. New York.
- Wilson E. D., R. A. Medellín, D. V. Lanning y H. T. Arita. 1985. Los Murciélagos del Noreste de México, con una lista de especies. Act. Zool. Mex. (ns), 8. 1985. p. 1-25.
- Sánchez, C. E.A., Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cálculo de escurrimiento natural impactado por la anomalía de precipitación promedio de dieciséis modelos de circulación general atmosférica. Septiembre, 2009.
- Etchevers, B.J.D. et al., Formulación de indicadores para evaluar y monitorear la desertificación en México, SEMARNAT, INE, CP Y UAch.

- Ordóñez, J.E.B., 2010. Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas: Desarrollo de Nuevos Modelos en México. WWF México. Programa Agua
- Ascurra, C.F., S. Solari and D. E. Wilson, 1996. "Diversidad y ecología de los Quirópteros en Pakitza". Pp 593-612. *in*: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
- Avian Power Line interaction Comitte (APLIC), 1994.Mitigation Bird Collisions with Power Lines: The State of the Art in 1994. Edison Electric Institute. Washington, D. C.
- Bernard, E., 2001. "Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon", Brazil. Journal of Tropical Ecology (2001) 17: 115-126.
- Bernard, E., 1998. "Vertical stratification of bat communities in tree-fall gaps in Central Amazonian primary forest". Selbyana, 19: 268-269. *in*:Kunz,T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
- Berthold, P., 1993. Bird migration: a general survey. Oxford University. New York. 239pp.
- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
- Bojórquez Tapia, L. A. y O. García. 1998, "An Approach for Evaluating EIAs-Deficiencies of EIA in Mexico", Environmental Impact Assessment Review, 18: 217-218, 237.
- DeGraaf, R., y Rappole, J., 1995. Neotropical migratory bird: natural history, distribution and population. Comstock. Itahaca. 676 pp.
- Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10
- Ezcurra, E., 1995, "La evaluación de impacto ambiental", Gaceta Ecológica, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.
- Francis, C. M., 1990. "Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rain forest in Malaysia". Journal of Tropical Ecology., 6: 421-431. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago

- Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002. Electrocución de aves en líneas eléctricas de México: Hacia un diagnóstico y perspectivas de solución, México. 78 pp.
- Kalko, E. K. V., Handley C. O. & Handley D., 1996. "Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community".Pp. 503-551 in Cody, M. & Smallwood, J. (eds). Long term studies in vertebrate communities. Academic Press, San Diego.
- Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645,Washington.
- Navarro, A. G. y H. Benítez, 1995. El dominio del aire. Fondo de Cultura Económica.
- Simmons, N. B. and R. S. Voss, 1998. "The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna". Pt. 1. Bulletin of the American Museum of Natural History, 237: 1-219. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago.
- ANTEZANA J. 2001. Calibración de los factores de erosión utilizando la ecuación universal de Perfiles de suelo revisado RUSLE en sistemas de producción agrícola de la Cuenca Taquiña. Centro de Levantamientos Aeroespaciales y aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales (CLAS), Cochabamba, Bolivia. 77 p.
- ASCE. 1975. Sedimentation Engineering. Ed. V. A. Vanoni. American Society of civil engineering. Manuals and Reports No. 54. 745 pp.
- BECERRA, M. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 375 pp.
- CHEPIL, W.S., and N.P. Woodruff. 1963. The physics of wind erosion and its control. Adv. In Agron. 15: 211–302.
- FAO. 1979. A provisional methodology for soil degradation assesment.

- FIGUEROA, B. 1975. Pérdida de suelo y nutrimentos y su relación con el uso del suelo en la cuenca del rio Texcoco. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
- FIGUEROA, B., A. AMANTE, H. CORTES, J. PIMENTEL, E. OSUNA, J. RODRIGUEZ y F. MORALES. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Edit. SARH-Colegio de Posgraduados. Subsecretaría de Agricultura, Dirección General de Política Agrícola. México. D. F. 150 pp.
- FITZ, P., E.A. 1984. Suelos: Su formación, clasificación y distribución. C.E.C.S.A. México.
- FOSTER, G.R. 1982. Modeling the erosion process. In C T Hann, H P Johnson and D L Brakensick (eds), Hydrologic modeling of small watersheds. American Society of Agricultural Engineers Monograph 5: 297-380.
- HUDSON, N. W. 1995. Soil conservation. Third Edition. Batsford London. UK. 391 pp.
- LANGBEINn W.B and S.A Schumm. 1958. Yield of sedimens in relation to mean annual precipitation. Trnas. Am. Geophys. Union 39:1076-1084.
- LYLES, L. 1974. Speculation on the effects of wind erosion on productivity. Special Report to task Force on Wind Erosion Damage Estimates. Washington D.C. U.S Department of Agriculture. 70 pp.
- MANNAERTS, C. 1999. Factores de erosión. Módulo 11: Degradación de suelos. ITC. Curso de Postgrado en levantamiento de recursos hídricos. Cochabamba, Bolivia.
- Norma Oficial Mexicana NOM 011 CNA 2000, Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.
- Ortiz, M. M., Anaya, M. y J. W. Estrada-Berg. 1992. Evaluación y cartografía de la erosión eólica en la República Mexicana. Cuaderno de Edafología 19. Centro de Edafología, Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México, México. 161 pp.

- SCHOSINSKY, G. & LOSILLA, M., 2000: Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual.- Rev. Geol. Amér. Central, 23: 43-55.
- SCHOSINSKY, G. 2006: Calculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos mensual. Rev. Geol. Amér. Central, 34-35; 13-30
- SEMARNAT-UNAM. 2001. Inventario nacional forestal de la República Mexicana (cobertura digital). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- SEMARNAT. 2002. Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, esc. 1:1 000 000. México, D.F. 146 pp.
- WILSON S.J y R.U. Cooke. 1984. Erosión eólica. En R.J. Kirkby y R.P.C Morgan (eds). Erosión de Suelos. México. Limusa. 277-302 pp.
- WISCHMEIER, W.H. 1959. A rainfall erosion index for a universal soil loss equation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc.23 246 – 249.
- CONABIO, 1998. La Diversidad biológica de México: Estudio de País, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 341 pp.
- CONAFOR. 2010. Servicios ambientales. Comisión Nacional Forestal. Disponible en: **http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/servicios-ambientales**
- CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. **http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/reservas_biosfera.php**.
- CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. **http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/parques_nacionales.php**
- CONANP. 2010. Áreas protegidas decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. RAMSAR. http://ramsar.conanp.gob.mx/conanp_hum.php

- Congreso de la Unión. 2012. Ley General de Vida Silvestre. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 con su última reforma del 1 de febrero de 2007.
- Congreso de la Unión. 2012. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 2005. Ley General de Desarrollo Social. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO. 439 pp.
- González-Medrano, F. 2004. Las comunidades vegetales de México, Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. SEMARNAT-INE, 2ª ed.
- Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. Harla. México.753 pp.
- Medrano G., F., 2003. Las comunidades vegetales de México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología.
- Niembro R. A., 1990. Árboles y arbustos útiles de México. Universidad Autónoma de Chapingo, Dpto de Bosques. Limusa. México, D. F.
- Revista Mexicana de Biodiversidad: Anuales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Series Botánica y Zoología.
- Rzedowsky, J. 2006. Vegetación de México. 1ra edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
- SEMARNAT, Áreas Naturales Protegidas de México con Decretos Estatales, Volumen 2.
- SEMARNAT, 1998. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1998.
- SEMARNAT. 2010 Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: **http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/normasoficialesmexicanasvigentes.aspx**.

- SEMARNAT. 2011. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2011. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera edición. México.
- SEMARNAT. 2011. Convocatoria 2012 para la asignación de apoyos del programa PROARBOL de la Comisión Nacional Forestal. Publicado en el DOF el 21 de diciembre de 2011.
- SMN. 2010. Normales climatológicas por estación. Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75.
- Becerra Moreno, A. 2005. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 375p.
- Bernard, E., 1998. "Vertical stratification of bat communities in tree-fall gaps in Central Amazonian primary forest". Selbyana, 19: 268-269. *in*:Kunz,T. H. y M B. Fenton, eds. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago.
- Bernard, E., 2001."Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon", Brazil. Journal of Tropical Ecology (2001) 17: 115-126.
- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of environmental management 53, 91-99.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). 2008. Ley de Aguas Nacionales. (Última reforma a la Ley publicada 1 dic. 1992) Diario Oficial de la Federación (México MX). Consultado el 25 abr. 2008.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal)-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales (Manual de obras prácticas). 3ª Edición. Zapopan, MX. Comisión Nacional Forestal. 298 p.
- Cortés T, H. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis M.C. México, MX: Colegio de postgraduados. Montecillo.168 pp.

- Duinker, P.N y Beanlands, G. E., 1986. The significance of environmental impacts: An exploration of concepts. Environmental Management 10, 1-10
- Ezcurra, E., 1995, “La evaluación de impacto ambiental”, Gaceta Ecológica, Instituto Nacional de Ecología (INE), 36: 110.
- FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. FAO. Roma. 86 pp.
- Figueroa, S., B., A. Amante O., H. G. Cortés T., J. Pimentel L., E. S. Osuna C., J. M. Rodríguez O., F. J. y F. Morales (1991), *Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión,* Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Colegio de Postgraduados–CREZAS, San Luis Potosí, México.
- Francis, C. M., 1990.“Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rain forest in Malaysia”. Journal of Tropical Ecology, 6: 421-431. in: Kunz, T. H. y M B. Fenton, eds. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago
- Gandía, S; Meliá, J. 1993. La teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales. Climatología y desertificación. España. 189-192 Pp.
- Hernández D, C. 1990. Estimación de pérdidas de suelo en cuatro predios forestales del Municipio de Talpa de Allende, Jalisco. Tesis lic. DICIFO-UACh,
- Kalko, E. K. V., Handley C. O. & Handley D., 1996. “Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community”.Pp. 503-551 in Cody, M. & Smallwood, J. (eds). Long term studies in vertebrate communities. Academic Press, San Diego.
- Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw y J. R. Balsley, .1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Government Printing Office, Geological Survey Circular 645,Washington.
- Linner EA. 2007. A checklist of the Amphibians and Reptiles of Mexico. Occasional papers of the Museum of Natural Science. Louisiana, US. Louisiana State University. may. No. 80.
- Magurrán, A.E. 2004.Measuring biological biodiversity. USA. Blackwell Publishing.256 p.

- Manson, R. 2007. Efectos del uso del suelo sobre la provisión de servicios ambientales hidrológicos: monitoreo del impacto del PSAH. Informe final. (en línea) Consultado 25 jun. 2012. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/inf_final_ine_rhm_ma nson.pdf
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. SP. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Mostacedo, B. 2000. Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis de ecología vegetal. BO. BOLFOR. Santa Cruz. 87 p.
- Navarro, A. G. y H. Benítez, 1995. El dominio del aire. Fondo de Cultura Económica.
- Pagiola, S; Bishop, J; Landell-Mills, N. 2003.La venta de servicios ambientales forestales. 2da ed. México, MX. INE. 463 p.
- Roberts, N,C, 1989. Baja California Plant Guide, Natural History Publishing Company. La Jolla, California 92037.
- SINADES (Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales). 2008. Estrategia nacional de manejo sustentable de tierras frágiles. Versión para consulta. MX. 132 p.
- Thornthwite. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Suelos.
- UNEP (United Nations Environment Programme)-WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 2011. UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species. (en línea) Consultado 30 jun. 2012. Disponible en http://www.cites.org
- www. Inegi.gob.mx
- **www.conabio.gob.mx**
- www.semarnat.gob.mx

CAPÍTULO V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.



Índice

Capítulo V: Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales 1

V.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales 1
V.1.1 Indices numéricos para evaluar los impactos ambientales 3
V.2 Impactos ambientales generados 7
V.3. Descripción de los impactos ambientales identificados y evaluados 16

Capítulo V: Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

En este capítulo se identifican, evalúan y describen los impactos que se podrían ocasionar durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto denominado LÍNEA DE TRANSMISIÓN (LT) PARQUE EÓLICO TIZIMÍN - S.E. TIZIMÍN. También se identifican y evalúan las acciones a tomar que corresponden al presente proyecto.

V.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales

Para la identificación de impactos se utilizó la matriz de Leopold modificada; y para la valoración de los impactos identificados en dicha matriz, se utilizó una modificación de la metodología propuesta de Bojórquez *et al* (1998). La metodología utilizada comprende las siguientes etapas:

Elaboración de una lista de las actividades relevantes que comprende el proyecto. La primera etapa consistió en sintetizar y ordenar todas las actividades relacionadas con la preparación del sitio, la construcción, operación y mantenimiento del proyecto. Con base en esta información se elaboró una lista de las actividades principales.

Elaboración de una lista de factores y componentes ambientales. En esta etapa se elaboró el inventario de los factores y componentes ambientales del área de estudio que podrían ser afectados por las actividades del proyecto.

Identificación de interacciones ambientales. Para identificar las interacciones existentes entre las actividades del proyecto y obras asociadas y los componentes ambientales, se elaboró la matriz de identificación de interacciones ambientales (matriz de Leopold, modificada). En esta matriz se ordenaron sobre las columnas las actividades del proyecto que resultaron del desarrollo de la etapa 1 de este

apartado, y sobre los renglones o filas, se incluyeron los componentes ambientales relacionados en la etapa 2.

Asignación de categorías de impacto. Después de identificar las interacciones ambientales relevantes para las diferentes etapas del proyecto, se procedió a calificar su impacto, considerando para ello los índices básico y complementario propuestos por Bojórquez *et al* (1989).

Los parámetros básicos considerados fueron: dimensión, desarrollo o extensión, permanencia, certidumbre y reversibilidad. Los parámetros complementarios utilizados son: sinergia, acumulación, controversia y viabilidad y eficiencia de las medidas de mitigación adoptadas.

Tales parámetros se definen de la siguiente manera y los criterios de valoración se presentan en las Tablas V.1, V.2 y V.3.

Dimensión (D): el cual se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado componente. Esta magnitud se suele expresar cualitativamente, aunque puede intentar cuantificarse.

Desarrollo o extensión (E): considera la superficie afectada por un determinado impacto. Este criterio puede ser muy difícil de cuantificar, sin embargo, cuando su consideración es viable, es recomendable incluirlo ya que su definición es de gran ayuda en la valoración de los impactos al ambiente.

Permanencia (P): este criterio hace referencia a la escala temporal en que actúa un determinado impacto.

Certidumbre (C): este criterio se refiere a la probabilidad de que se produzca el impacto bajo análisis. Es común clasificarlo cualitativamente como cierto, probable, improbable y desconocido.

Reversibilidad (R): bajo este criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial.

Sinergia (acción conjunta de dos o más impactos) (S): el significado de la aplicación de este criterio considera la acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa de que el impacto total es superior a la suma de los dos impactos parciales.

Acumulación (aportación) (A): este criterio se enfoca a la medición del incremento del efecto en el ambiente ocasionado por un impacto determinado, derivado de la interacción con impactos de la misma naturaleza que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Controversia (Co): referentes a la existencia de posibles conflictos por el manifiesto interés de un sector de la sociedad por algunos de los elementos o componentes del entorno. Este interés se puede reflejar en normativa aplicable al componente, a la manifestación expresa de la preocupación por su cuidado o conservación o por el aprovechamiento del recurso.

Viabilidad de adoptar medidas de mitigación (M): desde este criterio se resume la probabilidad de que un determinado impacto se pueda minimizar con la aplicación de medidas de mitigación. Es muy importante que esa posibilidad pueda acotarse numéricamente para señalar el grado de que ello pueda ocurrir.

V.1.1 Indices numéricos para evaluar los impactos ambientales

Índice básico.

Este índice se obtiene utilizando los parámetros básicos (dimensión, extensión, permanencia, certidumbre y reversibilidad), mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{1}{15}\left(D_{ij} + E_{ij} + P_{ij} + C_{ij} + R_{ij}\right)$$

En donde:

Dij = Dimensión del impacto

Eij = Extensión del impacto

Pij = Permanencia del impacto

Cij = Certidumbre del impacto

Rij = Reversibilidad del impacto

Tabla V.1 Escala para la Determinación de los Criterios Básicos**.**

Criterios	Escala		
	1	2	3
Dimensión	*Puntual,* afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, dentro del derecho de vía.	*Local*, si el efecto ocurre dentro del derecho de vía a 1 km de separación del derecho de vía.	*Regiona*l, el efecto se manifiesta a más de 1 km del derecho de vía.
Desarrollo o Extensión	*Mínima*, si los valores de la afectación son menores al 50% del límite permisible por la normativa aplicable, o si las existencias afectadas son menores al 24% del total disponible en el área de estudio.	*Moderada*, cuando la afectación alcanza valores equivalentes entre el 50% y 100%, respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 25-49% de las existencias.	*Alta,* cuando la afectación rebasa los valores permisibles indicados en la normatividad aplicable, más del 100%, o si la afectación es superior a 50% de las existencias de la región.
Permanencia	*Corta,* cuando la actividad dura menos de 1 mes.	*Mediana*, la actividad dura entre 1 mes y 1 año.	*Larga*, la actividad dura más de 1 año.
Certidumbre	*Poco probable*, la probabilidad de ocurrencia de determinada afectación puede ocurrir bajo condiciones extraordinarias o imprevistas.	*Probable,* cuando la actividad implica riesgos potenciales, aunque el efecto podría variar dependiendo de las condiciones del proyecto o del ambiente.	*Muy probable*, la probabilidad de ocurrencia del impacto es casi segura, determinada por la experiencia en otros proyectos del mismo giro.
Reversibilidad	*A corto plazo*, el impacto puede ser revertido por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	*A mediano plazo*, el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 2 años.	*A largo plazo*, el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a dos años.

Tabla V.2 Escala para la determinación de los Criterios Complementarios.

Criterios	Escala	
	1	**0**
Sinergia	*Existe:* Cuando se presentan interacciones entre los impactos	*No existe*.
Acumulación	*Existe*: Cuando se presentan efectos aditivos al impacto.	*No existe*.
Controversia	*Existe*: Cuando el criterio está regulado por la normatividad ambiental, o la manifestación expresa por el cuidado o conservación de los recursos.	*No existe*.

Tabla V.3 Escala para la determinación de los Criterios Complementarios.

Criterios	Escala		
	1	**2**	**3**
Viabilidad de adoptar medidas de mitigación	*Baja,* si la medida aminora la afectación hasta en un 25%.	*Mediana*, si la medida aminora la afectación en un 26 a 74 %.	*Alta*, si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75% o más.

El origen de la escala de valoración es 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$0{,}33 \leq IB \leq 1$

Índice complementario.

Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{1}{3}\left(S_{ij} + A_{ij} + C0_{ij}\right)$$

En donde:

Sij = Sinergia

Aij = Acumulación

Coij = Controversia

En este índice el origen de la escala es de 0, debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente rango:

$0 \leq IC \leq 1$

Índice de impacto.

El índice de impacto está dado por la combinación de los parámetros básicos y complementarios

Cuando existe alguno de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del índice básico se incrementa; el índice de impacto se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Donde:

IBij = Índice Básico

ICij = Índice Complementario

Significancia de impacto.

Una vez obtenidos los indicadores IB, IC e II (básico, complementario y de impacto respectivamente) se procede a calcular la significancia del impacto, tomando en consideración la existencia y, en su caso, eficiencia esperada de las medidas de Mitigación (Mij).

Medidas de mitigación (Mij).

Donde:

IIij = Índice de impacto

Mij = Viabilidad y eficiencia de las medidas de mitigación

Los valores de la Significancia del Impacto (Sij) que se obtienen se clasifican de acuerdo con los siguientes rangos.

Bajo	≤ 0.24
Moderado	$\geq 0.25 \ \leq 0.49$
Alto	≥ 0.50 y ≤ 0.74
Muy alto	> 0.74

Cálculo de índices. Se calcularon los índices de acuerdo con la metodología sugerida (índice básico, índice complementario, índice de intensidad de impacto e índice de significancia), así como el rango de valores para la clasificación del Índice de Significancia. Los resultados de la evaluación se presentan en las Tabla V.7 Valoración de los criterios empleados para determinar la significancia del impacto ambiental identificado.

Construcción de matrices de resultados (Matriz cribada). Una vez obtenidos los valores de significancia de los impactos generados, se elaborará una matriz en donde se presenten el valor de significancia de los impactos identificados en la matriz de Leopold (Ver Tabla V.8).

Descripción de los impactos identificados por etapa del proyecto. En esta etapa de la metodología se describen los impactos ambientales identificados y los resultados parciales de su evaluación, señalando dimensión, extensión, permanencia, certidumbre, reversibilidad, sinergia, acumulación, controversia, susceptibilidad y eficiencia de medidas de mitigación y la significancia del impacto. Las medidas de mitigación que se recomienda aplicar, se describen en el capítulo VI.

V.2 Impactos ambientales generados

Como resultado de la aplicación de la metodología señalada anteriormente, se llegó a los siguientes resultados:

Etapas 1 y 2. Las acciones por etapa del proyecto se presentan en la Tabla V.4, los factores y componentes ambientales susceptibles de ser afectados se presentan en la Tabla V.5.

Tabla V.4 Actividades relevantes general Líneas

Etapa del proyecto	Actividades
Preparación del sitio	Localización de estructuras
	Rehabilitación de caminos de acceso
	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje
	Desmonte en áreas de poda y tala selectiva
	Apertura de áreas de maniobra y armado de estructuras
	Apertura de áreas de tendido y tensado de cable conductor
	Generación de residuos
	Uso de maquinaria
Construcción	Apertura de zanjas
	Tendido de tubos y cables de alta tensión, dieléctrico y de tierra
	Cámaras de empalme y cambio de dirección
	Relleno y compactado de zanjas
	Excavación de las cimentaciones de las torres
	Colocación de acero de refuerzo
	Colado de concreto en cimentaciones
	Relleno y compactado de cimentaciones
	Montaje de estructuras
	Instalación de sistema de tierras
	Vestido de estructuras
	Tendido y tensado de cable de guarda y conductor
	Pruebas y puesta en servicio
	Uso de maquinaria
	Generación de residuos
Operación y mantenimiento	Movimiento de vehículos
	Mantenimiento de caminos
	Mantenimiento de brecha
	Generación de residuos
	Operación

Tabla V.5. Factores y componentes ambientales que podrían ser afectados por la ejecución del proyecto.

Factor ambiental		**Componente ambiental analizado**
Medio físico	Geomorfología	Relieve (topoformas)
	Suelo	Características físicas
		Características químicas
		Procesos erosivos
	Atmósfera	Calidad del aire
		Nivel de ruido
	Hidrología superficial	Características físico-químicas
		Patrón de drenaje
		Uso actual
Medio biótico	Vegetación	Cobertura
		Composición
		Especies en estatus
		Especies comerciales
	Fauna	Abundancia y Distribución
		Composición
		Pérdida de hábitat
		Especies en estatus
		Especies comerciales
Medio Perceptual	Paisaje	Calidad estético-paisajística
Medio socio-económico		Uso del suelo
		Vías de comunicación
		Economía local
		Economía regional
		Servicios públicos
		Densidad de población
		Culturales/arqueológicas

Etapa 3. Una vez identificadas las actividades relevantes del proyecto, así como los factores y componentes ambientales susceptibles de ser afectados, se procedió a elaborar la matriz de identificación de interacciones ambientales (Tabla V.6), en la cual se establecieron las interacciones que corresponden con los impactos ambientales que podría causar el proyecto. Los factores ambientales se dividieron en: físicos, bióticos y socioeconómicos.

Etapas 4 y 5. Para evaluar la significancia del impacto ambiental de cada interacción identificada en la Tabla V.6 se elaboró la Tabla V.7 en donde se establecen las calificaciones obtenidas para cada interacción, aplicando los índices básicos, complementarios, de impacto y de significancia de impactos.

Etapa 6. A partir de las calificaciones obtenidas en las Tabla V.7 se generó la matriz de evaluación de impactos ambientales en la que se señala la significancia de cada impacto, (Tabla V.8).

Tabla V.6 Matriz de Interacciones

Matriz de identificación de interacciones para el proyecto Línea de Transmisión (LT) Parque Eolico Tizimin - S.E. Tizimin

FACTORES / COMPONENTES		ETAPAS / ACTIVIDADES / ASPECTO AMBIENTAL	PREPARACIÓN DEL SITIO							CONSTRUCCIÓN												OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
										OBRA CIVIL Y ELECTROMECANICA																	
			LOCALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS	REHABILITACION DE CAMINOS DE ACCESO	ÁREA DE MANIOBRA Y ARMADO DE ESTRUCTURAS	APERTURA DE BRECHA DE MANTENIMIENTO Y PATRULLAJE	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y	AREAS DE PODA Y TALA SELECTIVA	GENERACION, MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	USO DE MAQUINARIA	APERTURA DE ZANJAS	TENDIDO DE TUBOS Y CABLES	CAMARAS DE EMPALME Y CAMBIO DE DIRECCION	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS	EXCAVACIONES CIMENTACIONES DE TORRES	COLADO DE CONCRETO EN CIMENTACIÓN	RELLENO Y COMPACTADO DE CIMENTACIONES	COLOCACION DE SISTEMA DE TIERRAS	MONTAJE DE ESTRUCTURAS	VESTIDO DE ESTRUCTURAS	TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR Y GUARDA	GENERACION, MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	USO DE MAQUINARIA	MANTENIMIENTO DE CAMINOS	MOV DE VEHICULOS	MANTENIMIENTO DE BRECHA	GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	OPERACIÓN
FISICOS	GEOMORFOLOGIA	RELIEVE (Topoformas)			X	X	X		X																				
	SUELO	CARACTERISTICAS FISICAS			X	X	X		X						X	X						X							
		CARACTERISTICAS QUIMICAS							X						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		PROCESOS EROSIVOS			X	X	X								X														
	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE (GASES,PARTICULAS)			X	X	X	X		X					X	X	X	X	X	X	X		X						X
		NIVEL DE RUIDO								X						X	X	X	X	X	X		X						X
	HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	CARACTERISTICAS FISICO / QUIMICAS							X						X							X							
		PATRON DE DRENAJE																											
		USO ACTUAL																											
BIOLOGICOS	VEGETACIÓN	COBERTURA			X	X	X	X																					
		COMPOSICION			X	X	X	X																					
		ESPECIES EN ESTATUS NOM/059			X	X	X	X																					
		ESPECIES COMERCIALES			X	X	X	X														X							
	FAUNA	ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION			X	X	X	X																					
		COMPOSICION																						X	X	X	X		
		PERDIDAD DE HABITAT			X	X	X	X																					
		ESPECIES EN ESTATUS NOM/059			X	X	X	X														X							
		ESPECIES COMERCIALES			X	X	X	X														X							
	PAISAJE	CUALIDADES ESTETICAS																											X
SOCIALES Y ECONOMICOS		USO DEL SUELO			+	+	+	+																	+		+		
		VIAS DE COMUNICACIÓN																											
		ECONOMIA LOCAL			+	+	+	+		+					+	+	+	+	+	+	+								+
		ECONOMIA REGIONAL								+					+	+	+	+	+	+	+								+
		SERVICIOS PUBLICOS																											+
		DENSIDAD DE POBLACION																											
		CULTURALES/ARQUEOLÓGICAS																											

Tabla V.7 Matriz de Calificaciones

CALIFICACIÓN DE IMPACTOS PARA LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN (LT) PARQUE EÓLICO TIZIMÍN - S.E. TIZIMÍN																		
No.	Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Fase del Proyecto	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	INDICE BÁSICO (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	INDICE COMPLEMENTARIO (IC)	1- IC	INDICE DE IMPACTO (II)	Medidas de mitigación (M)	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO (SI)	GRADO
1	GEORMORFOLOGIA	RELIEVE	AREA DE MANIOBRA PARA ARMADO Y TENDIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	3	0.60	1	1	1	1.00	0.00	1.00	1	0.67	ALTO
2	GEORMORFOLOGIA	RELIEVE	APERTURA DE BRECHA DE MANIOBRA Y PATRULLAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	3	0.60	1	1	1	1.00	0.00	1.00	1	0.67	ALTO
3	GEORMORFOLOGIA	RELIEVE	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	3	0.60	1	1	1	1.00	0.00	1.00	1	0.67	ALTO
4	GEORMORFOLOGIA	RELIEVE	GENERACION, MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	3	0.60	1	1	1	1.00	0.00	1.00	1	0.67	ALTO
1	SUELO	CARACTERISTICAS FISICAS	AREA DE MANIOBRA PARA ARMADO Y TENDIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
2	SUELO	CARACTERISTICAS FISICAS	APERTURA DE BRECHA DE MANIOBRA Y PATRULLAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
3	SUELO	CARACTERISTICAS FISICAS	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
4	SUELO	CARACTERISTICAS FISICAS	GENERACION, MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
5	SUELO	CARACTERISTICAS FISICAS	EXCAVACIONES Y CIMENTACIONES DE TORRES	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
6	SUELO	CARACTERISTICAS FISICAS	COLADO DE CONCRETO EN CIMENTACIONES	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
7	SUELO	CARACTERISITICAS FISICAS	GENERACION, MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
8	SUELO	PROCESOS EROSIVOS	AREA DE MANIOBRA PARA ARMADO Y TENDIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
9	SUELO	PROCESOS EROSIVOS	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
10	SUELO	PROCESOS EROSIVOS	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
11	SUELO	PROCESOS EROSIVOS	EXCAVACIONES Y CIMENTACIONES DE TORRES	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
12	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	GENERACION DE RES. SOLIDOS	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
13	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	EXCAVACIONES	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
14	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	Colado de concreto en cimentaciones	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
15	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	RELLENO Y COMPACTADO DE CIMENTACIONES	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
16	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	Colocación sistemas de tierra	CONSTRUCCION	1	1	1	3	3	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
17	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	Montaje de estructuras	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
18	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	VESTIDO DE ESTRUCTURAS	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
19	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
20	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	GENERACION, MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
21	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	USO DE MAQUINARIA	CONSTRUCCION	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
22	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	MANTENIMIENTO DE CAMINOS	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
23	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	MOVIMIENTO DE VEHICULOS	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
24	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	MANTENIMIENTO DE BRECHA	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
25	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	GENERACION, MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
26	SUELO	CARACTERISITICAS QUIMICAS	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	1	1	3	2	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO

Tabla V.7 Matriz de Calificaciones

CALIFICACIÓN DE IMPACTOS PARA LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN (LT) PARQUE EÓLICO TIZIMÍN - S.E. TIZIMÍN																		
No.	Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Fase del Proyecto	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	INDICE BÁSICO (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	INDICE COMPLEMENTARIO (IC)	1- IC	INDICE DE IMPACTO (II)	Medidas de mitigación (M)	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO (SI)	GRADO
1	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	AREA DE MANIOBRA Y ARMADO DE ESTRUCTURAS	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
2	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	APERTURA DE BRECHA DE MANIOBRA Y PATRULLAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
3	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
4	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	AREA DE PODA Y TALA SELECTIVA	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
5	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	USO DE MAQUINARIA	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	1	0.53	0	0	1	0.33	0.67	0.66	2	0.22	BAJO
6	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	EXCAVACIONES Y CIMENTACIONES DE TORRES	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	0	0	1	0.33	0.67	0.66	2	0.22	BAJO
7	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	COLADO DE CONCRETO EN CIMENTACIONES	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
8	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	RELLENO Y COMPACTADO DE CIMENTACIONES	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
9	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	COLOCADO DE SISTEMA DE TIERRAS	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
10	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	MONTAJE DE ESTRUCTURAS	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
11	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	VESTIDO DE ESTRUCTURAS	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
12	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR Y GUARDA	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
13	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	USO DE MAQUINARIA	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
14	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	OPERACIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
15	ATMOSFERA	NIVEL DE RUIDO	USO DE MAQUINARIA	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	1	0.53	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
16	ATMOSFERA	NIVEL DE RUIDO	COLADO DE CONCRETO EN CIMENTACIONES	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
17	ATMOSFERA	NIVEL DE RUIDO	RELLENO Y COMPACTADO DE CIMENTACIONES	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
18	ATMOSFERA	NIVEL DE RUIDO	COLOCADO DE SISTEMA DE TIERRAS	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
19	ATMOSFERA	NIVEL DE RUIDO	MONTAJE DE ESTRUCTURAS	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
20	ATMOSFERA	NIVEL DE RUIDO	VESTIDO DE ESTRUCTURAS	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
21	ATMOSFERA	NIVEL DE RUIDO	TENDIDO Y TENSADO DE CABLE CONDUCTOR Y GUARDA	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
22	ATMOSFERA	NIVEL DE RUIDO	USO DE MAQUINARIA	CONSTRUCCION	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
23	ATMOSFERA	NIVEL DE RUIDO	OPERACIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
1	HIDROLOGIA SUPERFICIAL	CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS	GENERACION, MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	1	0.53	1	0	1	0.67	0.33	0.81	2	0.27	MODERADO
2	HIDROLOGIA SUPERFICIAL	CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS	EXCAVACION	CONSTRUCCION	2	1	2	3	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
3	HIDROLOGIA SUPERFICIAL	CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS	GENERACION DE RES. SOLIDOS	CONSTRUCCION	2	1	2	3	2	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO

Tabla V.7 Matriz de Calificaciones

CALIFICACIÓN DE IMPACTOS PARA LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN (LT) PARQUE EÓLICO TIZIMÍN - S.E. TIZIMÍN																			
No.	Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Fase del Proyecto	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	INDICE BÁSICO (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	INDICE COMPLEMENTARIO (IC)	1- IC	INDICE DE IMPACTO (II)	Medidas de mitigación (M)	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO (SI)	GRADO
1	VEGETACION	COBERTURA	AREA DE MANIOBRA PARA ARMADO Y TENDIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	0	1	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
2	VEGETACION	COBERTURA	APERTURA DE BRECHA DE MANTENIMIENTO Y PATRULLAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	0	1	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
3	VEGETACION	COBERTURA	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	0	1	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
4	VEGETACION	COBERTURA	AREAS DE PODA Y TALA SELECTIVA	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	0	1	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
5	VEGETACION	COMPOSICION	AREA DE MANIOBRA PARA ARMADO Y TENDIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
6	VEGETACION	COMPOSICION	APERTURA DE BRECHA DE MANTENIMIENTO Y PATRULLAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
7	VEGETACION	COMPOSICION	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
8	VEGETACION	COMPOSICION	AREAS DE PODA Y TALA SELECTIVA	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
9	VEGETACION	ESPECIES EN LA NOM 059	AREA DE MANIOBRA PARA ARMADO Y TENDIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
10	VEGETACION	ESPECIES EN LA NOM 059	APERTURA DE BRECHA DE MANTENIMIENTO Y PATRULLAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
11	VEGETACION	ESPECIES EN LA NOM 059	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
12	VEGETACION	ESPECIES EN LA NOM 059	AREAS DE PODA Y TALA SELECTIVA	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
13	VEGETACION	ESPECIES COMERCIALES	AREA DE MANIOBRA PARA ARMADO Y TENDIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	3	0.60	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
14	VEGETACION	ESPECIES COMERCIALES	APERTURA DE BRECHA DE MANTENIMIENTO Y PATRULLAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	1	3	3	0.60	1	1	1	1.00	0.00	1.00	2	0.33	MODERADO
15	VEGETACION	ESPECIES COMERCIALES	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	0	1	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
16	VEGETACION	ESPECIES COMERCIALES	AREAS DE PODA Y TALA SELECTIVA	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	0	1	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
17	VEGETACION	ESPECIES COMERCIALES	TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR Y GUARDA	CONSTRUCCION	1	1	2	3	3	0.67	0	1	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO

Tabla V.7 Matriz de Calificaciones

CALIFICACIÓN DE IMPACTOS PARA LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN (LT) PARQUE EÓLICO TIZIMÍN - S.E. TIZIMÍN																			
No.	Elemento ambiental afectado	Factor ambiental relevante afectado	Acciones Relevantes	Fase del Proyecto	Dimensión del efecto (D)	Extensión del impacto (E)	Permanencia de la actividad (P)	Certidumbre (C)	Reversibilidad del Impacto (R)	INDICE BÁSICO (IB)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C´)	INDICE COMPLEMENTARIO (IC)	1- IC	INDICE DE IMPACTO (II)	Medidas de mitigación (M)	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO (SI)	GRADO
1	FAUNA	ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION	AREA DE MANIOBRA PARA ARMADO Y TENDIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	0	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
2	FAUNA	ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION	APERTURA DE BRECHA DE MANTENIMIENTO Y PATRULLAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	0	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
3	FAUNA	ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	0	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
4	FAUNA	ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION	AREAS DE PODA Y TALA SELECTIVA	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	3	0.67	1	0	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
5	FAUNA	COMPOSICION	USO DE MAQUINARIA	CONSTRUCCION	1	1	2	3	3	0.67	1	0	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
6	FAUNA	COMPOSICION	MANTENIMIENTO DE CAMINOS	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	1	2	3	3	0.67	1	0	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
7	FAUNA	COMPOSICION	MOVIMIENTO DE VEHICULOS	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	1	2	3	3	0.67	1	0	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
8	FAUNA	COMPOSICION	MANTENIMIENTO DE BRECHA	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	1	2	3	3	0.67	1	0	1	0.67	0.33	0.87	2	0.29	MODERADO
9	FAUNA	PERDIDA DE HABITAT	AREA DE MANIOBRA PARA ARMADO Y TENDIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
10	FAUNA	PERDIDA DE HABITAT	APERTURA DE BRECHA DE MANTENIMIENTO Y PATRULLAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
11	FAUNA	PERDIDA DE HABITAT	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	CONSTRUCCION	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
12	FAUNA	PERDIDA DE HABITAT	AREAS DE PODA Y TALA SELECTIVA	CONSTRUCCION	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
13	FAUNA	ESPECIES EN LA NOM 059	AREA DE MANIOBRA PARA ARMADO Y TENDIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
14	FAUNA	ESPECIES EN LA NOM 059	APERTURA DE BRECHA DE MANTENIMIENTO Y PATRULLAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
15	FAUNA	ESPECIES EN LA NOM 059	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
16	FAUNA	ESPECIES EN LA NOM 059	AREAS DE PODA Y TALA SELECTIVA	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
17	FAUNA	ESPECIES EN LA NOM 059	TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR Y GUARDA	CONSTRUCCION	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
18	FAUNA	ESPECIES COMERCIALES	AREA DE MANIOBRA PARA ARMADO Y TENDIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
19	FAUNA	ESPECIES COMERCIALES	APERTURA DE BRECHA DE MANTENIMIENTO Y PATRULLAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
20	FAUNA	ESPECIES COMERCIALES	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y CONDUCTOR	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
21	FAUNA	ESPECIES COMERCIALES	AREAS DE PODA Y TALA SELECTIVA	PREPARACIÓN DEL SITIO	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
22	FAUNA	ESPECIES COMERCIALES	TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR Y GUARDA	CONSTRUCCION	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	2	0.28	MODERADO
1	PAISAJE	CUALIDADES ESTETICAS	OPERACIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	1	2	3	2	0.60	1	0	1	0.67	0.33	0.84	1	0.56	MODERADO
MAS 29 IMPACTOS POSITIVOS QUE NO SE EVALUARON																			

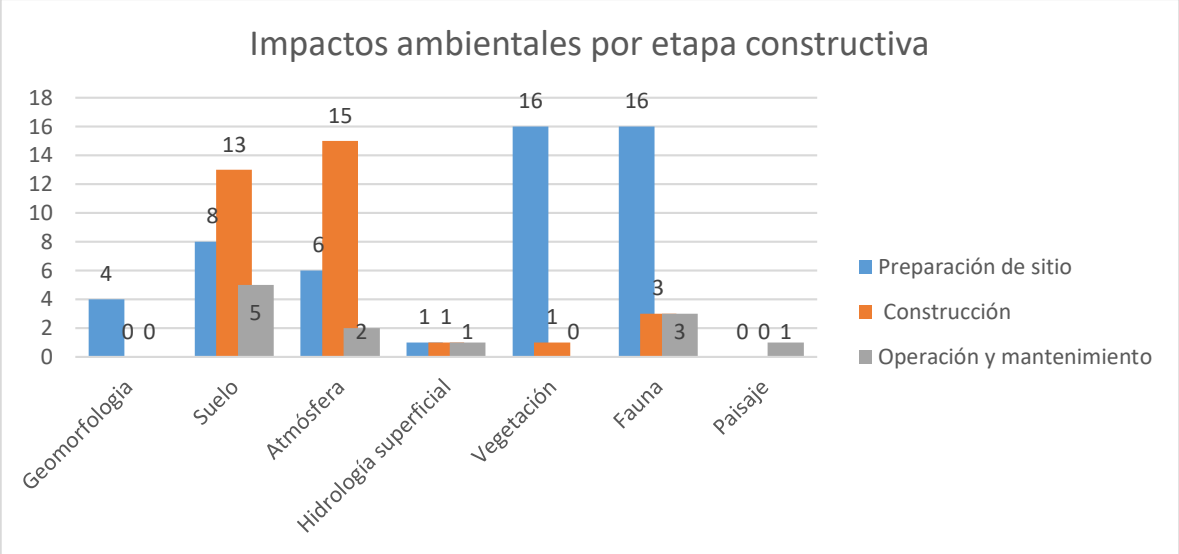
Tabla V.8 Matriz Cribada

MATRIZ CRIBADA DE LAS INTERACCIONES AMBIENTALES PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN (LT) PARQUE EOLICO TIZIMIN - S.E. TIZIMIN

FACTORES / COMPONENTES		ETAPAS / ACTIVIDADES / ASPECTO AMBIENTAL	PREPARACIÓN DEL SITIO								CONSTRUCCIÓN														OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
											OBRA CIVIL Y ELECTROMECANICA																			
			LOCALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS	REHABILITACION DE CAMINOS DE ACCESO	ÁREA DE MANIOBRA Y ARMADO DE ESTRUCTURAS	APERTURA DE BRECHA DE MANTENIMIENTO Y PATRULLAJE	APERTURA DE AREAS DE TENDIDO Y TENSADO DE CABLE DE GUARDA Y	AREAS DE PODA Y TALA SELECTIVA	GENERACION, MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	USO DE MAQUINARIA	APERTURA DE ZANJAS	TENDIDO DE TUBOS Y CABLES	CAMARAS DE EMPALME Y CAMBIO DE DIRECCION	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJAS	EXCAVACIONES CIMENTACIONES DE TORRES	COLADO DE CONCRETO EN CIMENTACIÓN	RELLENO Y COMPACTADO DE CIMENTACIONES	COLOCACION DE SISTEMA DE TIERRAS	MONTAJE DE ESTRUCTURAS	VESTIDO DE ESTRUCTURAS	TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR Y GUARDA	GENERACION, MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS	USO DE MAQUINARIA	MANTENIMIENTO DE CAMINOS	MOV DE VEHICULOS	MANTENIMIENTO DE BRECHA	GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	OPERACIÓN
FISICOS	GEOMORFOLOGIA	RELIEVE (Topoformas)			A	A	A		A																					
	SUELO	CARACTERISTICAS FISICAS			M	M	M		M						M	M						M								
		CARACTERISTICAS QUIMICAS							M						M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			
		PROCESOS EROSIVOS			M	M	M								M															
	ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE (GASES,PARTICULAS)			M	M	M	M		B					B	M	M	M	M	M	M		M							M
		NIVEL DE RUIDO								M						M	M	M	M	M	M		M								M
	HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	CARACTERISTICAS FISICO / QUIMICAS							M						M							M								
		PATRON DE DRENAJE																												
		USO ACTUAL																												
BIOLOGICOS	VEGETACIÓN	COBERTURA			M	M	M	M																						
		COMPOSICION			M	M	M	M																						
		ESPECIES EN ESTATUS NOM/059			M	M	M	M																						
		ESPECIES COMERCIALES			M	M	M	M														M								
	FAUNA	ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION			M	M	M	M																						
		COMPOSICION																						M	M	M	M			
		PERDIDAD DE HABITAT			M	M	M	M																						
		ESPECIES EN ESTATUS NOM/059			M	M	M	M														M								
		ESPECIES COMERCIALES			M	M	M	M														M								
	PAISAJE	CUALIDADES ESTETICAS																												M
	SOCIALES Y ECONOMICOS	USO DEL SUELO			+	+	+	+																	+		+			
		VIAS DE COMUNICACIÓN																												
		ECONOMIA LOCAL			+	+	+	+		+					+	+	+	+	+	+	+									+
		ECONOMIA REGIONAL								+					+	+	+	+	+	+	+									+
		SERVICIOS PUBLICOS																												+
		DENSIDAD DE POBLACION																												
		CULTURALES/ARQUEOLÓGICAS																												

V.3. Descripción de los impactos ambientales identificados y evaluados

Derivado de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, en general para la construcción de la Línea de Transmisión., se identificaron 96 impactos de los cuales 4 son altos, 2 bajos y 90 moderados además de 29 impactos positivos que no se evaluaron.

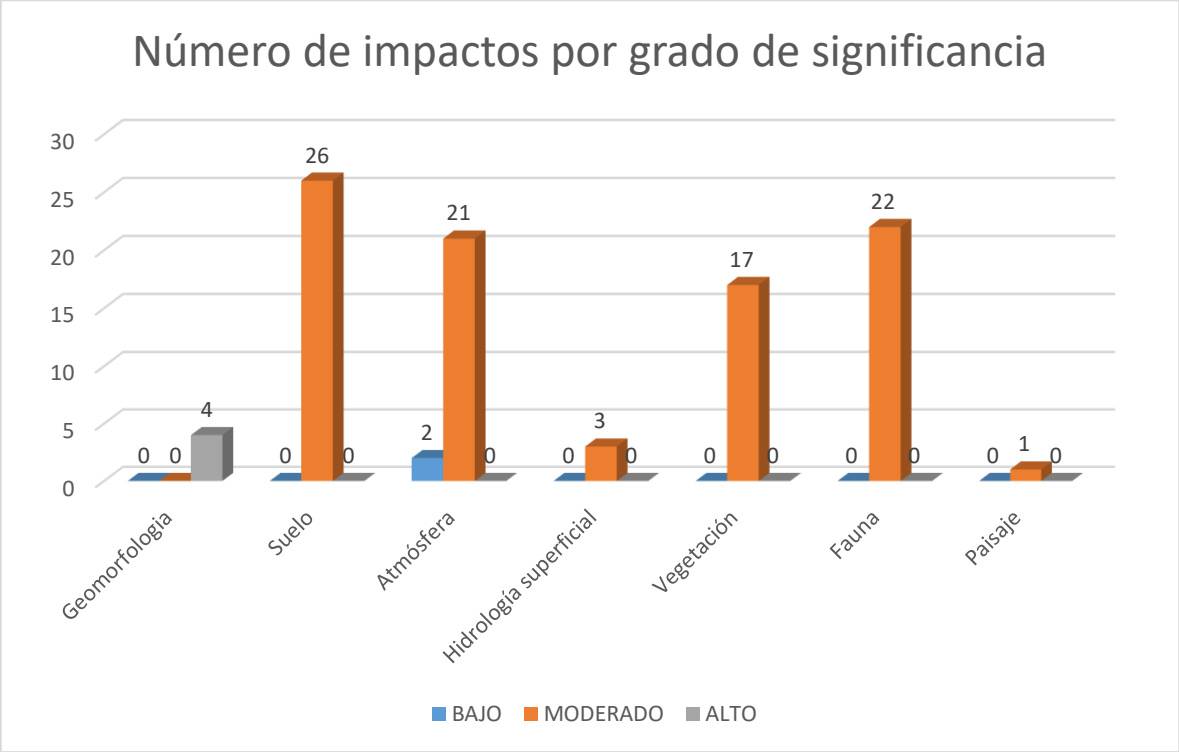


Grafica V.1 número de impactos ambientales por etapa constructiva

1. Uno de los criterios más importantes a considerar en la evaluación de los proyectos es la controversia y la eficacia de las medidas de mitigación, por lo cual, derivado del análisis de los impactos identificados y evaluados, a continuación, se presenta a manera de resumen los siguientes resultados:

Elemento Ambiental	Impactos ambientales por factor		
	Preparación de sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
Geomorfología	4	0	0
Suelo	8	13	5
Atmósfera	6	15	2
Hidrología superficial	1	1	1
Vegetación	16	1	0
Fauna	16	3	3
Paisaje	0	0	1
TOTAL	51	33	12

Elemento Ambiental	Grado de significancia por factor		
	BAJO	MODERADO	ALTO
Geomorfología	0	0	4
Suelo	0	26	0
Atmósfera	2	21	0
Hidrología superficial	0	3	0
Vegetación	0	17	0
Fauna	0	22	0
Paisaje	0	1	0



Una vez obtenidos los resultados de la evaluación de los impactos ambientales por cada uno de los factores ambientales podemos concluir que los valores más significativos se encuentran localizados en el factor geomorfología con 4 interacciones señaladas como altas seguidos por el factor suelo con 26 interacciones moderadas, fauna con 22 iteraciones moderadas, atmosfera con 21 iteraciones moderadas, vegetación con 17 iteraciones moderadas, hidrología

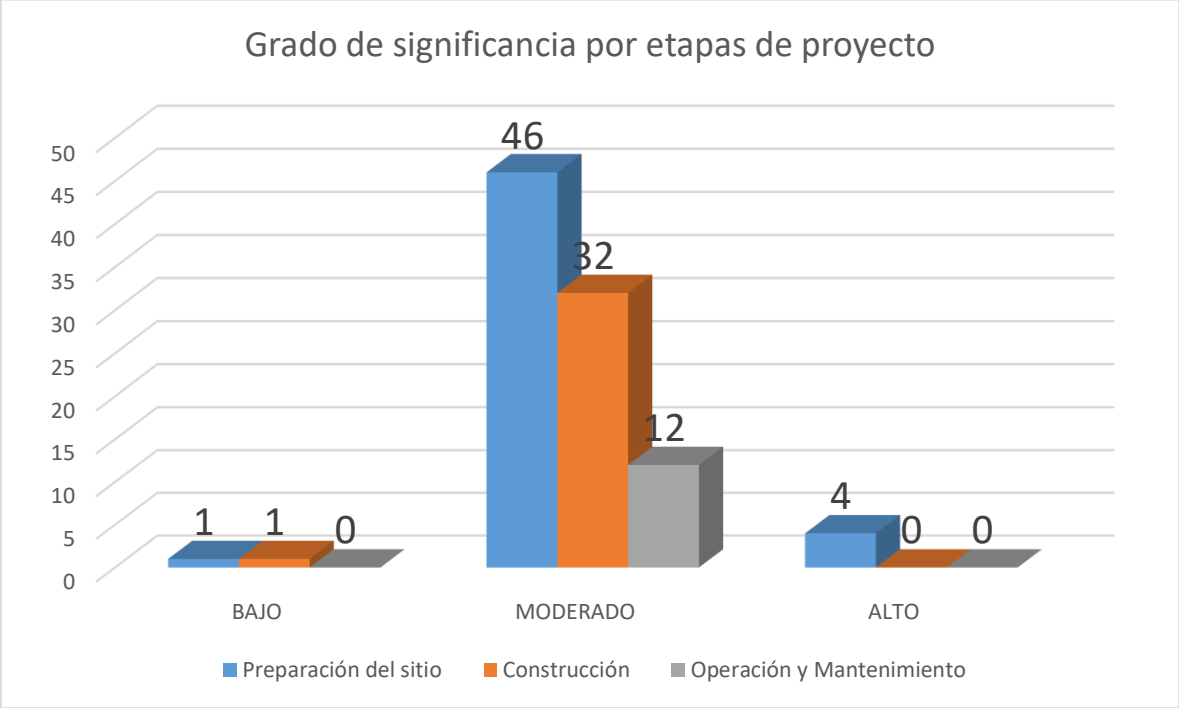
superficial con 3 iteraciones moderadas, las demás interacciones se clasifican como bajas con 2 iteraciones en el factor atmosfera.

Es importante concluir que aunque la mayor cantidad de impactos se concentra en el factor suelo, atmosfera, vegetación y fauna, estos impactos son mitigables y minimizables por medio de la aplicación de las distintas medidas de mitigación, prevención y compensación que serán aplicables durante el proceso de preparación del sitio y la construcción del mismo, el componente que más influye en que se obtenga una valorización alta en relación a la significancia es que estos se encuentran reglamentados o tienen un requisito legal que influye directamente sobre el factor ambiental.

En relación al paisaje este es uno de los factores que resulta alto en su jerarquización de los impactos debido principalmente a la poca o nula efectividad de las medidas de control y mitigación del impacto visual por la operación de la línea de transmisión. Por lo cual las medidas a implementar van más enfocadas al aspecto visual del proyecto durante la construcción del mismo asociado con el manejo adecuado de los residuos que se pudieran generar por el desarrollo de la infraestructura.

El mayor impacto visual de la línea de interconexión se produce cuando ésta atraviesa las zonas de pastizales y con poca vegetación. Sin embargo, no debemos olvidar que el hecho de que la línea atraviese este tipo de zonas reduce los impactos que se producen sobre la vegetación a lo largo de la traza de la línea, puesto que en estos casos la vegetación que se ve afectada tiene una importancia mucho menor desde el punto de vista ambiental, evitando así la afección a otras áreas con un mayor grado de conservación o de mayor importancia ecológica.

Significancia por etapas de proyecto			
Etapa del proyecto	**significancia del impacto**		
	BAJO	**MODERADO**	**ALTO**
Preparación del sitio	1	46	4
Construcción	1	32	0
Operación y Mantenimiento	0	12	0
Total	**2**	**90**	**4**



como conclusión se puede resaltar que la etapa con valores de significancia alta se encuentra en la etapa de preparación del sitio con 4 impactos, la etapa que presenta el mayor número de impactos moderados se encuentra en la construcción con 46 y el número más bajo de significancia se encuentra en la etapa de operación y mantenimiento con 12 iteraciones.


CAPÍTULO VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

Contenido

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 2

VI.1.1 Normativa que deberá observarse en el desarrollo del proyecto 3

VI.1.2 Programa general de medidas de prevención y mitigación 4

VI.1.3 Clasificación de las medidas preventivas (P), de mitigación (M) y compensación (C), por componente ambiental ..... - 15 -

VI.1.4 Acciones específicas de mitigación ..... - 34 -

VI.1.5 Indicadores ambientales ..... - 37 -

VI.1.5 Especificaciones de protección ambiental para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto. ..... - 40 -

VI.1.6 Impactos residuales ..... - 41 -

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se producirán por la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto de la Línea de Transmisión (LT) Parque Eólico Tizimín - S.E. Tizimín realizado en el capítulo V, en este apartado se presentan las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, mitigar o compensar los efectos negativos que sobre los diversos factores ambientales generará el proyecto durante sus diferentes etapas.

Las medidas que en el presente capítulo se proponen, se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la subsiguiente evaluación de impactos realizada en el capítulo V. Se han analizado a partir de las características técnicas del proyecto y sus impactos significativos negativos y positivos, una serie de acciones y actividades, así como programas de protección y conservación que puedan evitar, disminuir o resarcir aquellos impactos significativos negativos.

Cabe destacar que el conjunto de medidas de prevención y mitigación propuesto para cada factor ambiental se desarrolla en función de los impactos que generará la obra sobre dichos factores ambientales, por lo que se considera lo siguiente:

- Las medidas de prevención, mitigación, compensación, remediación o rehabilitación, son propuestas con base en los impactos más significativos y las actividades de mayor efecto del proyecto, que fueron detectadas durante la evaluación de interacciones en las matrices de identificación de impactos.
- La ejecución de las medidas propuestas puede aplicarse antes, durante y después de la obra.
- La supervisión de la acción u obra de prevención y mitigación es un procedimiento de verificación para el cumplimiento de las medidas propuestas, mediante inspección y reportes en la bitácora ante la autoridad.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

El desarrollo de obras implica generalmente la generación de impactos adversos y benéficos sobre los componentes del sistema ambiental, así como en el ámbito social y económico, por lo que se hace necesario establecer un programa de medidas que anulen, minimicen o compensen los impactos adversos y a su vez, maximicen aquellos impactos positivos. Con la implementación del programa de medidas, se busca, además, demostrar la viabilidad y rentabilidad del proyecto. Dichas medidas pueden ser preventivas, de mitigación y de compensación, que se definen de la siguiente manera:

Medidas preventivas: Con la finalidad de anticiparse a las posibles modificaciones que pudiera ocasionarse con la realización de las actividades del proyecto y prevenir repercusiones negativas en el ambiente, se busca mantener la disponibilidad de los recursos naturales y de los bienes y servicios ambientales en la zona. Para ello, FUERZA Y ENERGÍA LIMPIA DE TIZIMÍN ejecutará un conjunto de acciones para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente, en la premisa de que es mejor no producir impactos negativos que establecer medidas correctivas.

Medidas de mitigación: su objetivo es disminuir los efectos adversos que se presentan de las acciones del proyecto, a pesar de que se efectúen medidas preventivas. De esta manera, los impactos que requieren este tipo de medida serán aquellos que inevitablemente se producirán. Para aplicar estas medidas de mitigación FUERZA Y ENERGÍA LIMPIA DE TIZIMÍN ejecutará un conjunto de acciones con el objeto de atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales, antes de la perturbación que se cause con la realización del proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de rehabilitación y/o compensación: Tiene como objeto equilibrar todos aquellos efectos negativos que provocan las actividades y que no puedan ser mitigadas. Para lograr este objetivo, se aplicará un conjunto de acciones para compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados al proyecto eléctrico, ayudando así a

restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

VI.1.1 Normativa que deberá observarse en el desarrollo del proyecto

A) Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.

B) Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

C) Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo.

D) Norma Oficial Mexicana NOM-060-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.

E) Norma Oficial Mexicana NOM-061-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.

F) Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

G) NOM-017-STPS-2001 referente al equipo de protección para los trabajadores en los centros de trabajo.

H) NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

I) NOM-011-STPS -2001 relacionada con las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

J) Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

K) Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales

L) Norma Oficial Mexicana NOM-062-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y agropecuarios.

M) Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

VI.1.2 Programa general de medidas de prevención y mitigación

Como se expuso con anterioridad, un programa de medidas debe enfocarse no solo a la eliminación, minimización o compensación de los efectos adversos provocados sobre los componentes del medio, sino que debe incluir, además, la maximización de los impactos benéficos que el desarrollo del proyecto genera.

De acuerdo a Weitzenfeld (1996), un programa de medidas debe incluir una o varias de las siguientes acciones:

Sobre impactos adversos o negativos

- Evitar: el desarrollo de proyectos sobre ecosistemas o áreas con alta sensibilidad ambiental.
- Preservar: prevenir acciones que puedan alterar negativamente un recurso o atributo ambiental no considerado en la autorización.
- Minimizar: reducir o limitar el alcance del impacto adverso sobre el recurso o atributo ambiental.
- Rehabilitar: rectificación del impacto mediante la reparación o mejoramiento del recurso afectado.
- Restaurar: rectificar los impactos adversos mediante la restitución de los recursos afectados a una condición similar a la de su estado inicial.
- Reemplazar: implica la compensación de un recurso ambiental en un lugar con la creación o protección de este mismo tipo de recurso en otro lugar.

Sobre impactos benéficos

- Mejorar: incrementar la capacidad de un recurso existente respecto a sus funciones ambientales.
- Aumentar: ampliar el área o tamaño de un recurso ambiental (extensión o morfología).
- Desarrollar: crear recursos ambientales específicos en un área donde actualmente están ausentes.
- Diversificar: incrementar la mezcla o diversidad de hábitat, especies u otros recursos ambientales en un área circunscrita.

Bajo el marco anterior se presenta el conjunto de medidas que deberá considerarse en las diferentes etapas del proyecto, y para cada uno de los factores y componentes ambientales afectados.

Descripción de las medidas preventivas (P), de mitigación (M) y compensación (C), propuestas para el desarrollo del proyecto

A Medidas para la protección de la flora y la fauna

1. Sensibilizar al personal que laborará en la obra por medio de pláticas, a fin de evitar o disminuir daños a la flora, a la fauna y en general. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal **(P)**.

2. Se respetará la vegetación que no represente un obstáculo para la construcción y operación del proyecto. Se responsabilizará al personal de cualquier ilícito en el que incurra él o sus trabajadores **(P)**.

3. El desmonte o poda se llevará a cabo principalmente por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina y direccional a fin de permitir que las especies de fauna silvestre presentes en el área tengan posibilidad de alejarse del sitio **(M)**.

4. Para evitar afectaciones a la flora se llevarán a cabo recorridos de prospección con la finalidad de identificar especies susceptibles a rescatarse, se consideran sujetas a rescate aquellas especies en riesgo incluidas en la NOM-59-SEMARNAT-2010, aquellas de importancia ecológica y de lento crecimiento, con un tamaño entre 20 cm y 0.8 m **(P y M)**

5. Previo a las actividades que requieran desmonte, se harán recorridos a fin de detectar nidos y madrigueras, los cuales se deberán revisar, y en su caso, ahuyentar a los organismos que ahí habiten y trasladar a la fauna que así lo requiera **(M)**.

6. No se permitirá la cacería, captura y comercialización con especies silvestres que se lleguen a encontrar en el área del proyecto, principalmente de aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. **(P)**

7. Los vehículos automotores y maquinaria en general, circulará a baja velocidad (30 km/h) con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que llegará a transitar por el sitio del proyecto, y aminorar el ruido que provoca el funcionamiento de los motores **(P y M)**

8. Para evitar afectaciones mayores a la vegetación por las actividades de tendido de los cables, éstas sólo se efectuarán dentro de los patios establecidos para tal fin y la brecha de maniobra y patrullaje (**P y M**).

9. Sólo se realizará el desmonte a ras de tierra permanente en la brecha de mantenimiento y patrullaje, y en las áreas de maniobra y armado de estructuras. En el resto del derecho de vía se realizará desmonte y poda selectiva de la vegetación que pueda interferir con el proceso constructivo **(M)**.

10. Cuando el despalme se realice mediante el uso de maquinaria pesada, se llevará a cabo en la superficie mínima necesaria que demandará la obra por realizar **(M)**.

11. Para no afectar a la vegetación y hábitat de fauna silvestre contigua a la línea de transmisión, el desmonte se efectuará dirigiendo la caída de los árboles hacia el centro de la brecha de mantenimiento y patrullaje o al centro de las áreas de maniobra, según sea el caso **(M).**

12. En cumplimiento a los artículos 118 y 124 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y lo establecido en los Lineamientos de operación para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se hará un depósito al Fondo Forestal Mexicano en función de lo que determine la CONAFOR, a fin de que

sea ésta la encargada de efectuar las actividades de compensación correspondientes **(C)**.

13. Para evitar la electrocución de aves y murciélagos por colisión con los cables de conducción eléctrica, se instalarán torres que mínimo tengan las siguientes características: una distancia mínima de 6.0 m entre cada circuito y una distancia mínima de 3.80 m entre cada fase o cable conductor (Ver **figura VI.1**.), con la finalidad de evitar que especies con envergadura mayor a 2 metros choquen o queden atrapados entre los cables conductores **(P)**.

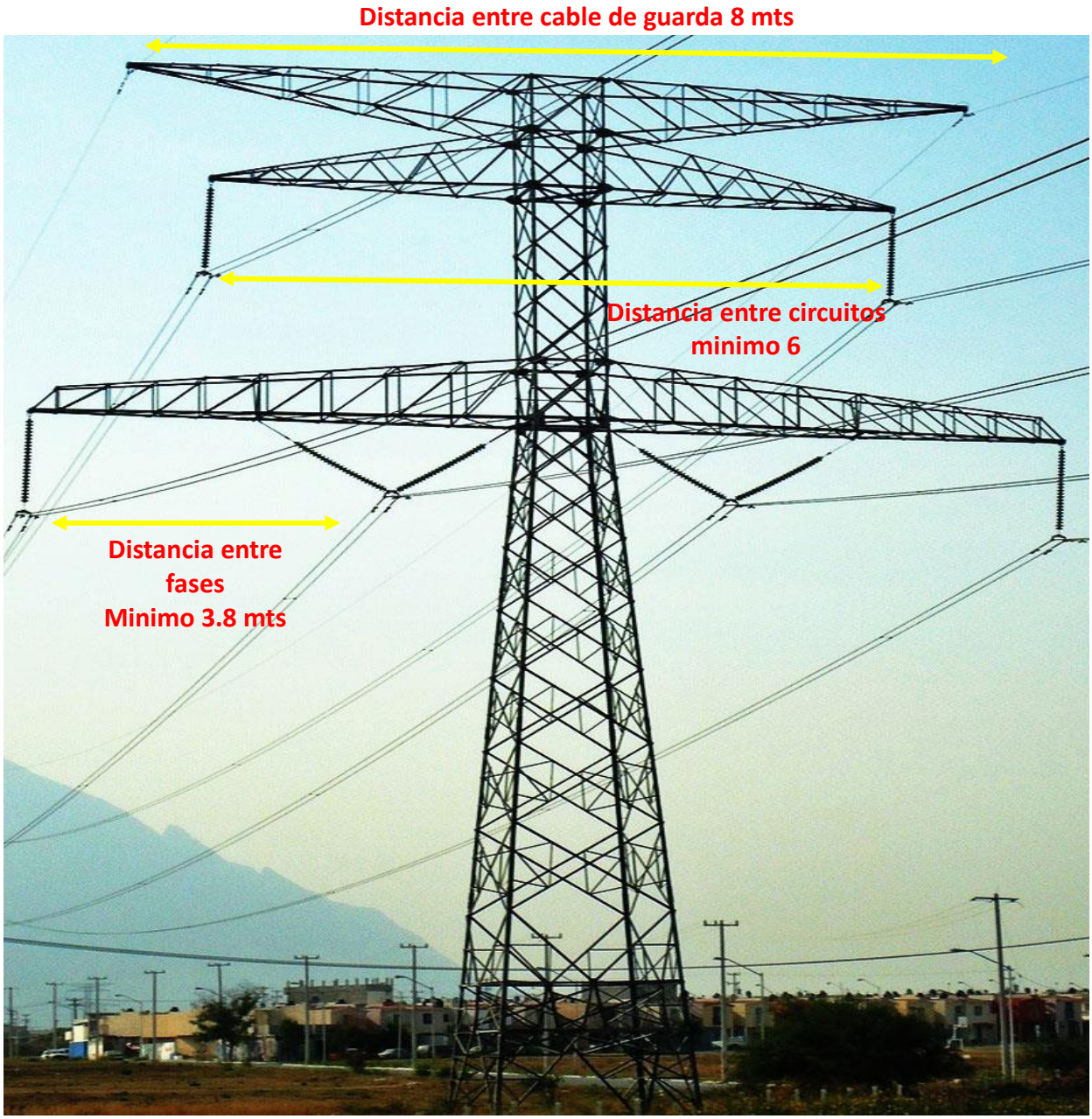


Figura VI.1. Distancia entre cable conductor y cable de guarda, y entre circuitos.

14. Con el fin de minimizar el efecto sobre las especies animales y de vegetación, especialmente las listadas en las NOM-059-SEMARNAT-2010 y las de importancia ecológica, se realizará un programa de vigilancia para la protección y conservación de flora y fauna **(M)**.

B. Medidas de prevención y mitigación para la protección del suelo y corrientes superficiales

15. Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas. No se permitirá que estas acciones se efectúen en el área de trabajo o en las cercanías de cuerpos de agua. Las áreas de servicio deberán tener piso de concreto, fosa separadora de grasas y aceites, y fosa de recuperación **(P)**.

16. Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso de fuego ni agroquímicos **(P)**.

17. Se deberán conservar el estrato herbáceo y los tocones de los árboles y arbustos cuando no interfieran con la construcción de determinada obra, ni con la ubicación de alguna instalación. Los tocones se dejarán a una altura mínima de 30 cm. Esto como medida de protección del suelo, disminución del riesgo de erosión y para dar oportunidad a que se regenere la vegetación mediante mecanismos naturales, así como para servir de refugio a la fauna local **(M)**.

18. Los residuos vegetales generados durante las acciones de construcción, se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo. Este tipo de residuos se deberá depositar sobre el derecho de vía de la obra, y áreas de armado de estructuras, en forma perpendicular al drenaje superficial **(M)**.

19. Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción **(C)**.

20. Se vigilará que la vegetación removida por el desmonte de la obra, y que pudiera caer sobre cuerpos de agua, sea retirada de forma inmediata, haciendo un manejo adecuado de los residuos vegetales **(P)**.

21. Sólo se removerá el suelo en los lugares determinados para las áreas de maniobra y brecha de mantenimiento y patrullaje. Si las condiciones del producto de la excavación son satisfactorias para el relleno y compactación del terreno requerido por las estructuras, éste será aprovechado nuevamente. El material excedente se esparcirá alrededor de las citadas áreas de maniobra **(M)**. En caso de que el material de excavación no cumpla con los requerimientos de compactación, éste se trasladará a lugar autorizado. **(P)**.

22. Al finalizar la jornada de cimentación o colado, se deberán recoger todos los residuos de mezcla de concreto, arena y grava; en casos de que los volúmenes de desperdicios de los mismos sean mínimos, se deberán depositar en las primeras capas del relleno y compactado de las cepas. Además, los restos del descimbrado se deberán retirar del sitio y disponer en un almacén **(M)**.

23. Se deberá transitar preferentemente por los caminos de acceso cercano y existente en el área de influencia del proyecto y por la brecha de mantenimiento y patrullaje del derecho de vía de la línea **(P)**.

24. Se establecerán procedimientos de protección ambiental para el manejo, incluyendo el programa de limpieza y recolección de la basura, residuos de obra y capacitación para sus trabajadores **(P y M)**.

25. Se deberán clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. En caso de que se generen residuos considerados

peligrosos, éstos deberán ser manejados conforme a la normativa aplicable en la materia **(M)**.

26. Los residuos domésticos e industriales no peligrosos serán colectados, transportados y enviados al basurero municipal o al sitio que indiquen las autoridades locales. Los residuos sólidos de tipo doméstico se manejarán por separado de acuerdo a sus características y se transportarán en bolsas de plástico cerradas. Para esto, en cada frente de trabajo los trabajadores deben contar con contenedores o bolsas de plástico para acopiar la basura que generen durante la jornada laboral diaria **(M)**.

27. Los materiales que puedan ser reutilizados serán colectados y almacenados temporalmente para su posterior utilización **(P)**.

28. Durante la construcción del proyecto se colocarán sanitarios portátiles con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre. Los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local, para lo cual deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos. En caso de no existir en la región el servicio de renta de sanitarios o la inaccesibilidad del sitio no lo permita, se construirán letrinas temporales y se usará cal para su estabilización **(M)**.

29. En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito y confinamiento **(P y M)**.

30. No se deberán verter los restos del cemento premezclado ni los residuos generados por el lavado de los camiones revolvedores, en ninguna de las áreas adyacentes al derecho de vía ni en el mismo derecho de vía, a excepción de las áreas de las cimentaciones; para lo anterior, se mantendrá una estricta supervisión durante el desarrollo de la obra percatándose de la disposición final de los mismos **(P)**.

C. Medidas para la protección a la calidad del aire

31. La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el proceso constructivo, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo. Para lo anterior, se llevará una bitácora de mantenimiento de maquinaria y de vehículos **(P)**.

32. Se utilizarán lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo, y/o humedecerá el material para evitar la dispersión de su contenido durante los recorridos **(P)**.

33. Durante la operación de la maquinaria y vehículos, especialmente en áreas aledañas a zonas urbanas, se deberá cumplir con los estándares para la emisión de ruido fijadas en el “Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido” (SEDUE, 1989) y la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición **(P)**.

34. Las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, cuyas emisiones de ruido sean excesivas, deberán desarrollarse en estricto horario diurno **(M)**.

D. Medidas para la protección del patrimonio cultural

35. Si durante las actividades constructivas como excavaciones y perforaciones se descubrieran piezas arqueológicas, de interés histórico o paleontológico, se notificará inmediatamente el hecho a la Dirección de Salvamento Arqueológico del Instituto Nacional de Antropología e Historia que corresponda, para que esta autoridad decida las acciones a seguir. Mientras esto ocurre, se suspenderá toda la actividad en el sitio de interés hasta que dicha Institución autorice lo correspondiente o la reiniciación de los trabajos **(P)**.

E. Medidas para protección del personal que labore en la obra y la población

36. El personal que labore en la obra deberá contar con las medidas mínimas de seguridad que señalan las normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, como son: NOM-017-STPS-2001 referente al equipo de protección para los trabajadores en los centros de trabajo, y NOM-011-STPS -2001 relacionada con las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo **(P)**.

37. Cuando sea necesario, a lo largo del derecho de vía de la línea de transmisión se colocarán estratégicamente señales de riesgo y/o precaución, dirigidas específicamente hacia la población **(P)**.

38. Las cepas que se abran para la cimentación de las patas de las estructuras de soporte de la línea de transmisión no deben quedar abiertas al término de cada jornada, o en su defecto, se deberán circular con alambre o cualquier otro material para evitar accidentes tanto de personas como de fauna silvestre y doméstica **(P)**.

VI.1.3 Clasificación de las medidas preventivas (P), de mitigación (M) y compensación (C), por componente ambiental

En la tabla número VI.1 (Línea de Transmisión) se clasifican las principales medidas que aplican a los factores y componentes ambientales que se podrían afectar negativamente por el desarrollo del proyecto, y que fueron identificados y evaluados en el capítulo V.

Tabla VI.1 Medidas que aplican a los factores y componentes ambientales que se podrían afectar negativamente por el desarrollo de la obra de la Línea de Transmisión (LT) Parque Eólico Tizimín - S.E. Tizimín

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
AIRE		
Calidad del aire	Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción, y operación y mantenimiento)	La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el proceso constructivo, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo. Para lo anterior, se llevará una bitácora de mantenimiento de maquinaria y de vehículos **(P).**
		Se utilizarán lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo, y/o humedecerá el material para evitar la dispersión de su contenido durante los recorridos **(P).**
Confort sonoro	Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción, y operación y mantenimiento)	Durante la operación de la maquinaria y vehículos, especialmente en áreas aledañas a zonas urbanas, se deberá cumplir con los estándares para la emisión de ruido fijadas en el “Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido” (SEDUE, 1989) y la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
		triciclos motorizados en circulación y su método de medición **(P).**
	Operación de la línea (operación y mantenimiento)	Las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, cuyas emisiones de ruido sean excesivas, deberán desarrollarse en estricto horario diurno (M).

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
SUELO		
Características físicas (SUELO)	Estudio geotécnico (preparación del sitio y construcción)	Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas. No se permitirá que estas acciones se efectúen en el área de trabajo o en las cercanías de cuerpos de agua. Las áreas de servicio deberán tener piso de concreto, fosa separadora de grasas y aceites, y fosa de recuperación **(P)**. Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso del fuego ni agroquímicos **(P)**. Se deberán conservar el estrato herbáceo y los tocones de los árboles y arbustos cuando no interfieran con la brecha de mantenimiento y patrullaje, la construcción de determinada obra ni con la ubicación de alguna instalación. **(M)** Los residuos vegetales generados durante las acciones de construcción se picarán y dispersarán en el suelo para facilitar su integración al mismo. Este tipo de residuos se deberá depositar sobre el derecho de vía de la obra, los patios de tendido y tensado de cables y áreas de armado de
	Desmonte por apertura de brecha de mantenimiento y patrullaje, áreas de maniobra y patio de tendido (preparación del sitio y construcción)	
	Rehabilitación de caminos (preparación del sitio y construcción)	
	Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción)	
	Sistema de tierras (preparación del sitio y construcción)	
	Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción, y operación y mantenimiento)	

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
SUELO		
		estructuras, en forma perpendicular al drenaje superficial **(M)**. Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción **(C).**
Características químicas (SUELO)	Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción)	Sólo se removerá el suelo en los lugares determinados para las áreas de maniobra. Si las condiciones del producto de la excavación son satisfactorias para el relleno y compactación del terreno requerido por las estructuras, éste será aprovechado nuevamente. El material excedente se esparcirá alrededor de las citadas áreas de maniobra **(M).** En caso de que el material de excavación no cumpla con los requerimientos de compactación, éste se trasladará a lugar autorizado para su disposición final **(P).** Al finalizar la jornada de cimentación o colado, se deberán recoger todos los residuos de mezcla de concreto, arena y grava; en casos de que los volúmenes de desperdicios de los mismos sean mínimos, se deberán depositar en las primeras capas del relleno y compactado de las cepas. Además, los restos del descimbrado se deberán retirar del sitio y disponer en un almacén **(M)**. Se deberá transitar preferentemente por los caminos de acceso cercanos y por la brecha de
	Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción, y operación y mantenimiento)	
	Generación de residuos (preparación del sitio y construcción)	

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
SUELO		
		mantenimiento y patrullaje del derecho de vía de la línea **(P)**. Se establecerán procedimientos de protección ambiental para el manejo, incluyendo el programa de limpieza y recolección de la basura, residuos de obra y capacitación para sus trabajadores **(P y M)**. Se deberán clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. En caso de que se generen residuos considerados peligrosos, éstos deberán ser manejados conforme a la normativa aplicable en la materia **(M)**. Los residuos domésticos e industriales no peligrosos serán colectados, transportados y enviados al basurero municipal o al sitio que indiquen las autoridades locales. Los residuos sólidos de tipo doméstico se manejarán por separado de acuerdo a sus características y se transportarán en bolsas de plástico cerradas. Para esto, en cada frente de trabajo los trabajadores deben contar con contenedores o bolsas de plástico para acopiar la basura que generen durante la jornada laboral diaria **(M)**. Durante la construcción del proyecto se colocarán sanitarios portátiles con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre. Los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local, para lo cual deberá contratarse

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
SUELO		
		a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos. En caso de no existir en la región el servicio de renta de sanitarios o la inaccesibilidad del sitio no lo permita, se construirán letrinas temporales y se usará cal para su estabilización **(M)**.

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
SUELO		
Procesos de Intemperismo (Erosión) (SUELO)	Desmonte por apertura de brecha de mantenimiento y patrullaje, áreas de maniobra y patio de tendido (preparación del sitio y construcción)	Se establecerán procedimientos de protección ambiental para el manejo, incluyendo el programa de limpieza y recolección de la basura, residuos de obra y capacitación para sus trabajadores **(P y M).** Se deberá clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. En caso de que se generen residuos considerados peligrosos, éstos deberán ser manejados conforme a la normativa aplicable en la materia **(M)**. Los residuos domésticos e industriales no peligrosos serán colectados, transportados y enviados al basurero municipal o al sitio que indiquen las autoridades locales. Los residuos sólidos de tipo doméstico se manejarán por separado de acuerdo a sus características y se transportarán en bolsas de plástico cerradas. Para esto, en cada frente de trabajo los trabajadores deben contar con contenedores o bolsas de
	Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción)	
	Mantenimiento de la brecha de mantenimiento y patrullaje (operación y mantenimiento)	

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
SUELO		
		plástico para acopiar la basura que generen durante la jornada laboral diaria **(M)**. Los materiales que puedan ser reutilizados serán colectados y almacenados temporalmente para su posterior utilización **(P)**. Se deberán conservar el estrato herbáceo y los tocones de los árboles y arbustos cuando no interfieran con la construcción de determinada obra ni con la ubicación de alguna instalación. Los tocones se dejarán a una altura mínima de 30 cm. Esto como medida de protección del suelo, disminución del riesgo de erosión y para dar oportunidad a que se regenere la vegetación mediante mecanismos naturales, así como para servir de refugio a la fauna local **(M)**. Sólo se removerá el suelo en los lugares determinados para las áreas de maniobra y brecha de mantenimiento y patrullaje. Si las condiciones del producto de la excavación son satisfactorias para el relleno y compactación del terreno requerido por las estructuras, éste será aprovechado nuevamente. El material excedente se esparcirá alrededor de las citadas áreas de maniobra **(M)**. En caso de que el material de excavación no cumpla con los requerimientos de compactación, éste se trasladará a lugar autorizado para su disposición final **(P)**. Sólo se realizará el desmonte a ras de tierra permanente en la brecha de mantenimiento y

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
SUELO		
		patrullaje, y en las áreas de maniobra de estructuras. En el resto del derecho de vía se realizará desmonte y poda selectiva de la vegetación que pueda interferir con el proceso constructivo **(M)**. Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de la cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las áreas desmontadas, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción **(C)**.

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
AGUA		
Patrón de drenaje (H. SUPERFICIAL)	Desmonte por apertura de brecha de mantenimiento y patrullaje, áreas de maniobra y patio de tendido (preparación del sitio y construcción)	Durante la construcción del proyecto se colocarán sanitarios portátiles con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre. Los residuos deberán ser trasladados a los sitios donde indique la autoridad local, para lo cual deberá contratarse a una empresa especializada y autorizada para el manejo y disposición de los mismos. En caso de no existir en la región el servicio de renta de sanitarios o la inaccesibilidad del sitio no lo permita, se construirán letrinas
	Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción)	
	Sistema de tierras (preparación del sitio y construcción)	
	Mantenimiento de la brecha de mantenimiento y patrullaje (operación y mantenimiento)	
Calidad del agua (H. SUBTE RRÁNEA)	Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción, y operación y mantenimiento)	

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
AGUA		
		temporales y se usará cal para su estabilización **(M)**.
	Desmonte por apertura de brecha de mantenimiento y patrullaje, áreas de maniobra y patio de tendido (preparación del sitio y construcción)	Se vigilará que la vegetación removida por el desmonte de la obra, y que pudiera caer sobre cuerpos de agua, sea retirada de forma inmediata, haciendo un manejo adecuado de los residuos vegetales. En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito y confinamiento **(P y M)**. No se deberán verter los restos del cemento premezclado ni los residuos generados por el lavado de los camiones revolvedores, en ninguna de las áreas adyacentes al derecho de vía ni en el mismo derecho de vía, a excepción de las áreas de cimentaciones preestablecidas
	Armado de estructuras, tendido y tensado de cables, y vestido de estructuras (preparación del sitio y construcción)	
	Generación de residuos urbanos y peligrosos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento)	

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
AGUA		
		para este fin **(M).** El material forestal residual ocasionado por los desmontes en las áreas de maniobra y de la brecha de mantenimiento y patrullaje será picado y esparcido en el mismo derecho de vía y áreas de maniobra para amortiguar la caída de las lluvias y así se infiltre más la lluvia para su recarga al manto freático **(M)**. Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas. No se permitirá que estas acciones se efectúen en el área de trabajo o en las cercanías de cuerpos de agua. Las áreas de servicio deberán tener piso de concreto, fosa separadora de grasas y aceites, y fosa de recuperación **(P)**. Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso de fuego ni agroquímicos **(P)**. Sólo se removerá el suelo en los lugares determinados para las áreas de maniobra y brecha de mantenimiento y patrullaje. Si las

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
AGUA		
		condiciones del producto de la excavación son satisfactorias para el relleno y compactación del terreno requerido por las estructuras, éste será aprovechado nuevamente. El material excedente se esparcirá alrededor de las citadas áreas de maniobra **(M)**. En caso de que el material de excavación no cumpla con los requerimientos de compactación, éste se trasladará a lugar autorizado para su disposición final **(P)**. Al finalizar la jornada de cimentación o colado, se deberán recoger todos los residuos de mezcla de concreto, arena y grava; en casos de que los volúmenes de desperdicios de los mismos sean mínimos, se deberán depositar en las primeras capas del relleno y compactado de las cepas. Además, los restos del descimbrado se deberán retirar del sitio y disponer en un almacén **(M)**. Se deberán clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción. En caso de que se

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
AGUA		
		generen residuos considerados peligrosos, éstos deberán ser manejados conforme a la normativa aplicable en la materia **(M)**. Los residuos domésticos e industriales no peligrosos serán colectados, transportados y enviados al basurero municipal o al sitio que indiquen las autoridades locales. Los residuos sólidos de tipo doméstico se manejarán por separado de acuerdo a sus características y se transportarán en bolsas de plástico cerradas. Para esto, en cada frente de trabajo los trabajadores deben contar con contenedores o bolsas de plástico para acopiar la basura que generen durante la jornada laboral diaria **(M)**.

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
VEGETACIÓN Y FAUNA		
Cobertura vegetal (VEGETACIÓN)	Desmonte por apertura de brecha de mantenimiento y patrullaje, áreas de maniobra y patio de tendido (preparación del sitio y construcción)	Sensibilizar al personal que laborará en la obra por medio de pláticas a fin de evitar o disminuir daños a la flora, la fauna y en general. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal. Al respecto, se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurran sus trabajadores **(P).** Se respetará la vegetación que no represente un obstáculo para la construcción y operación de la línea. Se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurra él o sus trabajadores (P). El desmonte o poda se llevará a cabo principalmente por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina y direccional a fin de permitir que las especies de fauna silvestre presentes en el área tengan posibilidad de alejarse del sitio. En caso de que se utilice maquinaria pesada, se deberá respetar la superficie mínima establecida para la apertura de brecha de mantenimiento y patrullaje y las zonas de maniobra y armado de estructuras **(M).** Para evitar afectaciones a la flora se llevarán a cabo recorridos de prospección con la finalidad de identificar especies susceptibles a
	Mantenimiento de la brecha de mantenimiento y patrullaje (operación y mantenimiento)	

		rescatarse, se consideran sujetas a rescate aquellas en riesgo incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010,.de importancia ecológica, de lento crecimiento y con una altura menor a 0.8 m **(P y M)** Sólo se realizará el desmonte a ras de tierra permanente en la brecha de mantenimiento y patrullaje, y en las áreas de maniobra de estructuras. En el resto del derecho de vía se realizará desmonte y poda selectiva de la vegetación que pueda interferir con el proceso constructivo **(M).** Para no afectar a la vegetación y hábitat de fauna silvestre contigua a la línea de transmisión, el desmonte se efectuará dirigiendo la caída de los árboles hacia el centro de la brecha de mantenimiento y patrullaje o al centro de las áreas de maniobra, según sea el caso **(M).** Con el fin de minimizar el efecto sobre las especies animales y de vegetación, especialmente las listadas en las NOM-059-SEMARNAT-2010 y las de importancia ecológica, se realizará un programa de vigilancia para la conservación, rescate y reubicación de flora y fauna **(M).** Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso de fuego ni agroquímicos **(P).** Se deberán conservar el estrato herbáceo y los tocones de los árboles y arbustos cuando no interfieran con la construcción de determinada

		obra ni con la ubicación de alguna instalación. Los tocones se dejarán a una altura mínima de 30 cm. Esto como medida de protección del suelo, disminución del riesgo de erosión y para dar oportunidad a que se regenere la vegetación mediante mecanismos naturales, así como para servir de refugio a la fauna local **(M).** Se deberá transitar preferentemente por los caminos de acceso cercano y existente en el área de influencia del proyecto y por la brecha de mantenimiento y patrullaje del derecho de vía de la línea **(P).** En cumplimiento a los artículos 118 y 124 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y lo establecido en los Lineamientos de operación para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se hará un depósito al Fondo Forestal Mexicano en función de lo que determine la CONAFOR, a fin de que sea ésta la encargada de efectuar las actividades de compensación correspondientes **(C).**
Distribución de especies (FLORA Y FAUNA)	Desmonte por apertura de brecha de mantenimiento y patrullaje, áreas de maniobra y patio de tendido (preparación del sitio y construcción) Excavación de cepas, cimentación de estructuras, relleno y compactación	Sensibilizar al personal que laborará en la obra por medio de pláticas a fin de evitar o disminuir daños a la flora, la fauna y en general. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra. Para lo anterior, se establecerán reglamentaciones que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal. Al respecto, se

	(preparación del sitio y construcción)	responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurran sus trabajadores **(P).** Previo a las actividades que requieran desmonte, se harán recorridos a fin de detectar nidos y madrigueras, los cuales se deberán revisar, y en su caso, ahuyentar a los organismos que ahí habiten y trasladar a la fauna que así lo requiera **(M).** No se permitirá la cacería, captura y comercialización con especies silvestres que se lleguen a encontrar en el área del proyecto, principalmente de aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 **(P)** Los vehículos automotores y maquinaria en general, circularán a baja velocidad (30 km/h) con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que llegara a transitar por el sitio del proyecto, y aminorar el ruido que provoca el funcionamiento de los motores **(P y M).** Para evitar afectaciones mayores a la vegetación por las actividades de tendido de los cables, éstas sólo se efectuarán dentro de los patios establecidos para tal fin y la brecha de maniobra y patrullaje **(M)**. Sólo se realizará el desmonte a ras de suelo permanente en la brecha de mantenimiento y patrullaje donde sea necesario y en las áreas de maniobra de estructuras. En el resto del derecho de vía se realizará desmonte y poda selectiva de
	Sistema de tierras (preparación del sitio y construcción)	
	Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción, y operación y mantenimiento)	
	Operación de la línea (operación y mantenimiento)	
	Mantenimiento de la brecha de mantenimiento y patrullaje (operación y mantenimiento)	
Especies NOM-059-SEMARNAT-2010 (FLORA Y FAUNA)	Desmonte por apertura de brecha de mantenimiento y patrullaje, áreas de maniobra y patio de tendido (preparación del sitio y construcción)	
	Excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación (preparación del sitio y construcción)	
	Sistema de tierras (preparación del sitio y construcción)	

	Uso de maquinaria, equipo y vehículos (preparación del sitio y construcción y operación y mantenimiento)	la vegetación que pueda interferir con el proceso constructivo **(M).** Cuando el despalme se realice mediante el uso de maquinaria pesada, se llevará a cabo en la superficie mínima necesaria que demandará la obra por realizar. **(M)** Para no afectar a la vegetación y hábitat de fauna silvestre contigua a la línea, el desmonte se efectuará dirigiendo la caída de los árboles hacia el centro de la brecha de mantenimiento y patrullaje o áreas de montaje de estructuras **(M).** En cumplimiento de los artículos 118 y 124 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y lo establecido en los Lineamientos de operación para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se hará un depósito al Fondo Forestal Mexicano en función de lo que determine la CONAFOR, a fin de que sea ésta la encargada de efectuar las actividades de compensación correspondientes **(C y P).** Para evitar la electrocución de aves y murciélagos por colisión con los cables de conducción eléctrica, se instalarán torres que mínimo tengan las siguientes características: una distancia mínima de 6.0 m entre cada circuito y una distancia mínima de 3.80 m entre cada fase o cable conductor (Ver figura VI.1.), con la finalidad de evitar que especies con envergadura mayor a 2 metros choquen o

		queden atrapados entre los cables conductores **(P).** Con el fin de minimizar el efecto sobre las especies animales y de vegetación, especialmente las listadas en las NOM-059-SEMARNAT-2010 y las de importancia ecológica, se realizará un programa de conservación, rescate y reubicación de flora y fauna **(P y M).**

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
PERCEPTUAL		
Calidad estético-paisajística	Desmonte por apertura de brecha de mantenimiento y patrullaje, áreas de maniobra (preparación del sitio y construcción)	Se respetará la vegetación que no represente un obstáculo para la construcción y operación de la línea. Se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurra él o sus trabajadores **(P).** El desmonte o poda se llevará a cabo básicamente por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina y direccional a fin de permitir que las especies de fauna silvestre presentes en el área tengan posibilidad de alejarse del sitio. En caso de que se utilice maquinaria pesada, se deberá respetar la superficie mínima establecida para la apertura de brecha de mantenimiento y patrullaje y las zonas de maniobra y armado de estructuras. **(M)**. Para evitar afectaciones mayores a la vegetación por las actividades de tendido de los cables, éstas sólo se efectuarán dentro de los patios establecidos para tal fin y la brecha de mantenimiento y patrullaje **(M).** Sólo se realizará el desmonte a ras de suelo permanente en la brecha de mantenimiento y patrullaje y en las áreas de maniobra de estructuras. En el resto del derecho de vía se realizará desmonte y poda selectiva de la vegetación que pueda interferir con el proceso constructivo **(M)**. Cuando el despalme se realice mediante el uso de maquinaria pesada, se llevará a cabo en la superficie mínima necesaria que demandará la obra por realizar **(M).** Para no afectar a la vegetación y hábitat de fauna silvestre contigua a la línea, el desmonte se efectuará dirigiendo la caída de los árboles hacia el centro de la brecha de mantenimiento y patrullaje o áreas de montaje de estructuras **(M)**.

Componente Ambiental	Actividad impactante	Medidas de prevención y mitigación que aplican
PERCEPTUAL		
Calidad estético-paisajística	Desmonte por apertura de brecha de mantenimiento y patrullaje, áreas de maniobra (preparación del sitio y construcción)	Se establecerán procedimientos de protección ambiental para el manejo, incluyendo el programa de limpieza y recolección de la basura, residuos de obra y capacitación para sus trabajadores **(P y M)**. Los residuos domésticos e industriales no peligrosos serán colectados, transportados y enviados al tiradero municipal o al sitio que indiquen las autoridades locales. Los residuos sólidos de tipo doméstico se manejarán por separado de acuerdo a sus características y se transportarán en bolsas de plástico cerradas. Para esto, en cada frente de trabajo los trabajadores deben contar con contenedores o bolsas de plástico para acopiar la basura que generen durante la jornada laboral diaria **(M)**. Durante la construcción del proyecto se colocarán, de ser posible, sanitarios portátiles con la finalidad de mantener un estricto control de los residuos fisiológicos y evitar las evacuaciones al aire libre **(M)**. No se deberán verter los restos del cemento premezclado ni los residuos generados por el lavado de los camiones revolvedores, en ninguna de las áreas adyacentes al derecho de vía ni en el mismo derecho de vía, a excepción de las áreas de las cimentaciones preestablecidas para este fin **(M)**.

VI.1.4 Acciones específicas de mitigación

A continuación, se exponen los siguientes programas que se pretenden llevar a cabo, con la finalidad de aminorar los impactos a los factores ambientales.

1) **Programa para la conservación, rescate y reubicación de especies de flora y fauna**

Este programa se propone como una medida de prevención y mitigación de los impactos ambientales que durante la realización del proyecto se ocasionará sobre la fauna silvestre, en especial para aquellas especies en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT- 2010; así como aquellos individuos de lento desplazamiento.

Es importante mencionar que este programa está dirigido a: **a**) ahuyentar la fauna que se encuentre sobre la trayectoria de la línea de transmisión durante la etapa de preparación del sitio y construcción; **b**) detectar guaridas y refugios de fauna silvestre a fin de desplazar los individuos a lugares cercanos al sitio donde fueron encontrados, pero fuera del área del proyecto;, **c**) evitar la captura o cacería de estas especies por el personal de la compañía contratista; entre otras actividades., **d)** rescatar y transplantar las especies vegetales propuestas en el programa garantizando un alto índice de sobrevivencia de los individuos, **e)** identificar las especies vegetales bajo algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las especies de importancia ecológica. **f)** establecer los mecanismos y técnicas para el manejo adecuado de los ejemplares que se rescaten, dicho programa se encuentra en el anexo V

2) **Programa de manejo integral de residuos**

Para mitigar los impactos derivados de la generación de residuos sólidos durante la preparación del sitio, la construcción y la operación del proyecto, será necesario

diseñar los programas correspondientes de manejo de dichos residuos en todas las etapas del proceso (recolección, transporte y disposición final).

La meta y objetivos de este programa son: a) disponer de acciones sencillas y operativas que cubran los requerimientos básicos y permitan aplicar en las etapas del proyecto la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, y b) identificar los tipos de residuos sólidos e industriales no peligrosos que se generarán, contar con los mecanismos de recolección en obra y en todas las áreas de trabajo de los residuos generados, disponer de un transporte efectivo de residuos sólidos no peligrosos y crear los mecanismos para disponer de la infraestructura municipal (tiraderos a cielo abierto, rellenos sanitarios) en cuanto a la disposición final de los residuos.(Anexo V)

3) Programa de capacitación ambiental

El personal involucrado en la construcción del proyecto recibirá capacitación general sobre el cuidado del ambiente. Las pláticas de capacitación estarán enfocadas sobre la importancia de la protección y cuidado de los recursos naturales y el compromiso ambiental que deberán adquirir todos los involucrados. Estos cursos son de gran importancia ya que con ellos se estará haciendo labor de concienciación a las personas que trabajarán en el desarrollo del proyecto y que preferentemente serán de los poblados aledaños.

Los objetivos y alcances de este programa son: a) transmitir conocimientos para modificar conductas y concientizar ambientalmente al personal involucrado en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. El alcance del presente programa de capacitación es aplicable desde el inicio del proyecto con el fin de ir observando conductas y tener tiempo de corregir alguna (s) que cause (n) daño a la zona del proyecto. (Anexo V)

VI.1.5 Indicadores ambientales

Para evaluar la efectividad de las medidas propuestas anteriormente, se proponen los siguientes indicadores:

Tabla VI.2 Indicadores para evaluar la efectividad de medidas ambientales

Factor ambiental	**Aplica a todos los factores**
Medida	• Realización de talleres participativos con todo el personal involucrado en la construcción de la línea, mencionándoles la importancia de conservar el ambiente, y las sanciones legales que implica hacer un uso inadecuado de la flora y fauna sin contar con los permisos correspondientes.
Resultado esperado	• Fomentar la participación voluntaria en la conservación de la biodiversidad. • Evitar la extracción y saqueo de especies por parte del personal de la contratista involucrada en la obra.
Indicador	$R_1 = (100) * \frac{I_c}{I_C}$ Donde: R_1= Efectividad de los talleres participativos IC = Número de trabajadores que se contrataron para la construcción del proyecto Ic = Número de trabajadores que asistieron a los talleres <u>Efectividad de la medida</u> Efectiva >89 =100 Medianamente efectiva >78 <89% Poco efectiva >66 <78%
Factor ambiental	**Flora**
Medida	• El desmonte será de forma direccionada con el fin de que el material derribado quede al interior del predio, y de esta forma evitar la afectación de la vegetación contigua al mismo.
Resultado esperado	• Minimizar las áreas afectadas por el desmonte de la obra.
Indicador	$R_2 = \frac{SR_{CUSTF}}{SS_{CUSTF}} * 100$ Donde: R_2= Efectividad de la medida SRCUSTF= Superficie donde se realizó el desmonte de la obra SSCUSTF= Superficie solicitada para el desmonte de la obra

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
	Efectividad de la medida Efectiva ≤ 80% Medianamente efectiva > 80 ≤85% Poco efectiva >85%
Factor ambiental	**Flora y fauna**
Medida	• Realizar actividades de rescate y reubicación de flora y fauna de especies de importancia ecológica.
Resultado esperado	• Conservar *in situ* especies de importancia ecológica y aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Indicador	$$R_3 = \frac{I_r}{I_R} * 100$$ Donde: R3 = Efectividad en la reubicación IR = Número de individuos rescatados Ir = Número de individuos reubicados Efectividad de la medida Efectiva >85% Medianamente efectiva >75 ≤85% Poco efectiva <75%
Factor ambiental	**Flora**
Medida	Realizar un monitoreo en un periodo de seis meses como mínimo sobre las especies de flora rescatadas para evaluar su sobrevivencia.
Resultado esperado	Evaluar la sobrevivencia de las especies reubicadas.
Indicador	$$R_4 = \frac{Iv}{Ir} * 100$$ Donde: R_4 = Efectividad en supervivencia IV = Número de individuos vivos Ir= Número de individuos reubicados Efectividad de la medida Efectiva >85 =100%

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
	Medianamente efectiva >75 <85% Poco efectiva <75%
Factor ambiental	**Agua**
Medida	• Se vigilará que la vegetación removida por el desmonte de la obra, y que pudiera caer sobre cuerpos de agua, sea retirada de forma inmediata, haciendo un manejo adecuado de los residuos vegetales.
Resultado esperado	• Al término de la jornada, durante la realización de la remoción de la vegetación por el desmonte de la obra diaria, se retirarán los residuos vegetales que hayan caído en cuerpos de agua.
Indicador	$$R_6 = \frac{CL}{CI} * 100$$ Donde: R_6= Efectividad de la medida CL= Cuerpos de agua limpiados CI= Cuerpos de agua con residuos de material vegetal Efectividad de la medida Efectiva = 100% Medianamente efectiva ≥95 100% Poco efectiva <95%
Factor ambiental	**Suelo y agua**
Medida	• Mantener un Manejo Integrado de residuos sólidos que consistirá en levantar diariamente al término de la jornada, los residuos generados en las diferentes actividades de la obra, y disponerlos en contenedores rotulados debidamente para su separación en orgánicos e inorgánicos.
Resultado esperado	• Descartar la contaminación de cuerpos de agua y/o suelo, por residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, considerando que, en el caso de que se generen residuos considerados peligrosos, éstos serán retirados y se manejarán conforme a la normativa aplicable en la materia.
Indicador	$$R_7 = \frac{RC}{RG} * 100$$ Donde: R_7= Efectividad de la limpieza de cuerpos de agua/suelo RC= Cantidad de Residuos colectados

Factor ambiental	Aplica a todos los factores
	RG= Cantidad de residuos generados. Efectividad de la medida Efectiva = 100% Poco efectiva <100%
Factor ambiental	**Aire**
Medida	• Implementación del esquema de verificación vehicular, para que todos los vehículos que ocupe la contratista sean verificados en las instancias correspondientes a fin de dar cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable.
Resultado esperado	• Contribuir a mantener la calidad del aire actual, mediante la afinación de vehículos utilizados en el proyecto.
Indicador	$$R_8 = \frac{VPV}{VUP} * 100$$ Donde: R_8= Efectividad de la implementación del esquema de verificación vehicular VUP= vehículos utilizados en el proyecto VPV= vehículos que cumplieron con el esquema de verificación Efectividad de la medida Efectiva = 100% Poco efectiva <100%

VI.1.5 Especificaciones de protección ambiental para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Las siguientes especificaciones de protección ambiental serán establecidas en los términos del reglamento interno que las empresas subcontratistas, encargadas de llevar a cabo los trabajos de construcción de la línea de transmisión, se comprometan y serán aplicadas durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la obra:

- Programa de cumplimiento de las medidas de mitigación.
- Cumplimiento de un reglamento interno de protección ambiental.
- Resguardar comprobantes de cumplimiento para las diferentes actividades que lo requieran.
- Contar con bitácoras de control para residuos peligrosos, sanitarios, de manejo especial, residuos sólidos urbanos, etc.
- Disposición adecuada de residuos y llevar control de comprobantes para éstos.
- Separar los residuos de acuerdo a su origen colocando el almacén de residuos peligrosos de acuerdo al reglamento, contenedores para la adecuada separación y sitios provisionales de almacén de residuos de manejo especial (RME).
- Pláticas de atención a contingencia de derrames de residuos peligrosos (RP).
- Evaluación de cumplimiento de requisitos legales.

También se deberá considerar lo siguiente:

- Se desarrollarán y aplicarán acciones de concienciación ambiental dirigidas al personal que laborará en el proyecto, cuyo objetivo sea promover y asegurar que los trabajadores estén enterados de las actividades que se realizan para minimizar la afectación al medio ambiente producida por la construcción del mismo, con la finalidad de hacerlos partícipes de las actividades de protección al ambiente.
- Se designará personal responsable con el perfil adecuado (biólogo, ecólogo, etc.) para verificar el cumplimiento de las disposiciones de protección ambiental.

VI.1.6 Impactos residuales

De acuerdo al análisis que se ha realizado en los apartados anteriores del presente capítulo, el valor de la significancia correspondería a los impactos residuales, ya

que para obtener dicho valor se involucra la existencia y eficacia de las medidas de mitigación.

Por lo anterior, con los resultados obtenidos de significancia se podrá fundamentar cualquiera de los impactos identificados que pudiera repercutir en diferentes grados sobre los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, y con ello se podrán identificar aquellos componentes ambientales sobre los que habrá que tener especial cuidado, implementando medidas de mitigación más estrictas, con el fin de evitar que con el desarrollo del proyecto se pongan en riesgo al hombre y a todos los organismos que conforman el sistema ambiental, así como la continuidad de los procesos naturales.


CAPÍTULO VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas

CONTENIDO

VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas. 3

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 4

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto 9

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 21

VII.4 Seguimiento Ambiental y Definición de Indicadores y Umbrales 29

VII.4.1 Definición del Control del Seguimiento Ambiental 40

VII.5 Conclusión 41

VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas.

Con base en los resultados obtenidos del sistema ambiental descritos en el Capítulo IV del presente documento y con el objeto de generar el escenario resultante del desarrollo del proyecto integral, se incorporan los impactos ambientales identificados en el Capítulo V y las medidas de mitigación descritas en el Capítulo VI, para construir el escenario final.

En el análisis del escenario final se considera la dinámica ambiental regional en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales, es decir, de aquellos impactos remanentes a pesar de la aplicación de las medidas de mitigación, de aquellos no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y de la estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos, así como de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación. Se estima la modificación de la calidad ambiental del sitio durante la vida útil del proyecto, respecto a las tendencias de desarrollo y/o deterioro de los ecosistemas.

Por otro lado, y de acuerdo con los objetivos del presente apartado se incorpora el análisis donde se visualizan los posibles escenarios futuros en el sistema ambiental, considerando primero al escenario sin proyecto, seguido del escenario con proyecto y finalmente, uno escenario que incluye al proyecto con sus medidas de mitigación.

Para la descripción y proyección de los escenarios se incluyeron los principales factores ambientales, que recibirán un impacto positivo o negativo por los tres diferentes escenarios. De la misma manera, se consideraron los factores ambientales que no serán afectados directamente o indirectamente debido a que la magnitud del impacto no es considerada significativa por las actividades de proyecto con la finalidad que obtener una referencia de la obra eléctrica respecto de los componentes ambientales.

Los componentes ambientales identificados fueron:

1. Geología y Geomorfología
2. Aire
3. Suelo
4. Agua; Hidrología Superficial y Subterránea
5. Paisaje
6. Vegetación
7. Fauna
8. Socioeconómico

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

A partir del diagnóstico ambiental descrito en el apartado IV.2.5 se formuló un escenario para el área de estudio sin considerar el proyecto como factor de cambio.

Geología y geomorfología

1. Dentro de la zona del Sistema Ambiental del proyecto se identificó solo un tipo de formación geológica, Sedimentaria caliza, los cuales que se originan a partir de los materiales depositados por medios químicos, donde los cristales son mantenidos juntos por uniones químicas o entrelazadas unos dentro de otros.
2. El terreno de la provincia Península de Yucatán es predominantemente plano. En la unidad de análisis su altitud promedio es menor a 26 m sobre el nivel del mar. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas (que contiene cal) que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente.
3. En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y úvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. La unidad de análisis se caracteriza por presentar un paisaje cárstico (Carso yucateco) constituido por hoyos, hendiduras, agujeros y cavidades generados por la disolución de la roca calcárea, con muy poco suelo.

4. El área de estudio se compone de un terreno relativamente plano, con topoformas de entre 6 y 26 metros sobre el nivel del mar y pendientes menores al 3 por ciento. Las unidades de topoformas que integra la geomorfología son del sistema denominado Playa o barra inundable y salina, Llanura rocosa de piso rocoso o cementado, Llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino, Llanura rocosa con hondonadas de piso rocoso o cementado y Llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado; de estas, la de mayor importancia por lo que a su extensión territorial en el Sistema ambiental se refiere es la denominada Llanura rocosa de piso rocoso o cementado que representa el 96.55% y es la única que se presenta tanto el área de influencia como en el área del proyecto

Suelo:

5. La constitución geológica, aunada a las condiciones topográficas y climáticas, son principalmente los elementos claves en la conformación de los suelos de Yucatán. Los suelos someros se encuentran distribuidos ampliamente en el mundo. En México ocupan el 23.96% de la superficie del país, y en la Península de Yucatán, más del 80%.
6. En el Sistema Ambiental se localizan las unidades de suelos primarios Rendzina y Litosol; mientras que en el área de influencia y área del proyecto se presenta la unidad Rendzina.
7. Para el Sistema ambiental se reporta degradación del suelo de grado ligero de tipo física por compactación derivado por actividades de sobrepastoreo en un 63.02% y del tipo química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica derivado por actividades agrícolas en un 20.43% el restante 16.55% no presenta degradación. Para el Área de Influencia y Área de Proyecto los suelos presentan Degradación física por compactación con un grado ligero por actividades de sobrepastoreo en un 20.43% y 2.11% respectivamente en relación a su superficie total, el restante porcentaje para ambos no presenta degradación.

Aire:

8. De acuerdo al diagnóstico realizado en el Sistema Ambiental, las fuentes móviles están limitadas a operar sobre redes de transporte (por ejemplo, los vehículos en redes carreteras pavimentadas y de terracerías específicas).
9. Estas fuentes, son las que presentan mayor conflicto para la calidad del aire, con la emisión de monóxido de carbono perceptible en los nodos viales más conflictivos en la parte sur del Sistema Ambiental, y la elevación de diversas partículas durante las horas pico.
10. Asimismo, existen otros elementos que pueden contribuir a incrementar las emisiones vehiculares como son: el uso de combustibles inapropiados, la cantidad de vehículos en circulación, el deficiente mantenimiento de los vehículos, la mutilación del sistema de control de emisiones y una red de tráfico y transporte público ineficiente e insuficiente, entre otros.
11. Además, la circulación de vehículos por calles no pavimentadas aumenta la contaminación por polvos.

Agua:

12. El Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, se caracterizan por la ausencia de ríos superficiales; la elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorecen la recarga del agua subterránea en toda su superficie y entonces propicia que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido. Al filtrarse el agua de lluvia provoca que las rocas calizas del subsuelo se disuelvan, provocando hundimientos que dejan al descubierto depósitos subterráneos de agua conocidos como cenotes o dolinas (CONAGUA, 2009), por lo que la única fuente de abastecimiento de agua potable para las distintas actividades de la sociedad es el agua subterránea (Graniel, 2010). Por lo anterior, el SA, AI y AP no se encuentra sobre o cerca de algún tipo de escurrimiento superficial, sin embargo, cabe mencionar que en el área de Tizimín se ubican una cantidad considerable de cenotes o dolinas, y que, dentro del Sistema Ambiental se ubican algunos

cuerpos de agua de este tipo, los cuales no se verán modificados ni alterados por las actividades del proyecto.

13. Se presenta un acuífero de tipo libre, de ahí que al manto de agua se le denomina como freático, donde los niveles de agua varían alrededor de más de 120 m de profundidad en la parte de lomeríos, 30 m en la parte de la planicie, hasta menos de 5m en una franja de 15 km de ancho paralela a la costa.
14. El agua que se presenta en el área de estudio con mayor abundancia es en tiempo de lluvias que se disipan antes de llegar al mar en temporadas de huracanes.
15. La calidad del agua para consumo humano va de dulce a salada con mayor ocurrencia de la intermedia y con familias predominantes: mixta, sulfatada-clorurada, principalmente en el límite con la zona de cerros y valles por ser esa un área de mezcla; mixta-clorurada, bicarbonatada; y mixta-bicarbonatada, clorurada con tendencia cálcica. La calidad del agua para riego es la C3-S1 (aguas altamente salinas y bajas en sodio) y la C2-S1 (salinidad media y baja en sodio).
16. En la zona funcionan sistemas de tratamiento de aguas residuales; principalmente en las granjas porcícolas con base en lagunas de oxidación en mayor proporción, ubicados en los municipios de Abalá, Kopomá, Mama, Cantamayec y Opichén; el destino final de las aguas tratadas es el acuífero, a través de pozos profundos.
17. En general la principal problemática Hídrica del acuífero de la Península de Yucatán, está asociada con la contaminación del acuífero por causas de origen natural y antropogénico que constituye una problemática compleja y dinámica, donde intervienen diversos actores que demandan su aprovechamiento para la satisfacción tanto de necesidades básicas de las personas, como para el impulso de las actividades productivas y el desarrollo económico.

Paisaje:

18. La calidad intrínseca (CI) del paisaje resulta baja debido a que el área presenta una composición de diferentes asociaciones de vegetación la cual se visto afectada por las actividades antropogénicas, como es el desarrollo de campos agrícolas, extracción de madera, grandes extensiones de pastizales para la productividad pecuaria.
19. Para el caso de la calidad visual, resultó Alta, ya que la obra se ubica dentro de una zona con un gran número de vías de comunicación: caminos de carpeta asfáltica, caminos de terracería y brechas, etc.; y asentamientos humanos los cuales transitan constantemente en dichas vías de comunicación.
20. Con respecto a la absorción visual, resultó como un valor medio para el proyecto, debido a: A) que su altitud promedio se encuentra por debajo de los 26 metros sobre el nivel del mar, B) que existe una homogeneidad media en cuanto a la diversificación de la vegetación, y C) que generalmente se observa una heterogeneidad media de colores y texturas ofrecidas por el contraste entre suelo/vegetación. Por todo lo anterior, el sistema representa una media capacidad de absorber la nueva infraestructura que conlleva el proyecto.

Vegetación:

21. La vegetación presente en el área de estudio se compone de selva baja caducifolia, vegetación secundaria, grandes extensiones de pastizales inducidos y agricultura (en el apartado IV.2.2.1 se presentan el listado de flora silvestre presente en el área de estudio).

Fauna:

22. La fauna silvestre en el área de estudio se encuentra relacionada con la vegetación, al brindarles refugio y alimentación; se encuentra bien representada por aves, mamíferos y reptiles, mientras que los anfibios se

encuentran restringidos a superficies donde se localizan rejolladas (en el apartado IV.2.2.2 se presenta el listado de fauna silvestre presente en el área de estudio).

Socioeconómico:

23. La ganadería en la región ha hecho de sí misma la zona ganadera más productiva del estado y una de las más dinámicas de la península de Yucatán.
24. El rápido crecimiento de la ganadería tizimileña provocó el aumento de la producción primaria de los municipios vecinos, formando la región ganadera de Yucatán, en donde se encuentran los municipios de Buctzotz, Calotmul, Cenotillo, Dzilam González, Espita, Panabá, Río Lagartos, San Felipe y Sucilá que para 1998 albergaba a las dos terceras partes de las cabezas de bovinos del estado. Sin embargo, el uso extensivo de praderas en la región ha deteriorado el ambiente y los suelos por lo que se ha pensado en buscar alternativas que permitan coexistir la biodiversidad.
25. En el ramo de la agricultura, el territorio cercano a la ciudad tiene importantes plantaciones de maíz, trigo y jatropha, así como invernaderos dedicados a la producción de papaya.
26. En el interior de la ciudad existe una planta refinadora de sal de mesa con tecnología de punta, desde la cual se envía la producción hacia el interior del país vía autotransporte. También, los pequeños productores tizimileños, hacen de la ciudad una las localidades con mayor producción de artículos de piel del estado, junto con las localidades de Mérida, Valladolid, Hunucmá y Espita.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

Considerando que, en el escenario actual, representado anteriormente no se abordan de manera específica los factores y componentes relacionados con las actividades del proyecto, en este apartado se presentan dichos factores o

componentes ambientales y su relación con el proyecto y sus actividades particulares. Para lo anterior, en la figura VII.1 se presenta un diagrama causal que representa las condiciones actuales específicas del área de estudio y las acciones del proyecto y sus respectivos efectos.

El Diagrama Causal, es un diagrama que recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos. Es importante empezar a hacer versiones que poco a poco nos vayan aproximando a la complejidad del modelo. La gama mínima de elementos y relaciones que permita reproducir la Referencia Histórica, será la que forme la estructura básica del sistema.

Una vez conocidas globalmente las variables del sistema y las hipotéticas relaciones causales existentes entre ellas, se pasa a la representación gráfica de las mismas. En este diagrama, las diferentes relaciones están representadas por flechas entre las variables afectadas por ellas.

El Diagrama de Flujo, es el diagrama característico de la Dinámica de Sistemas. Es una traducción del Diagrama Causal a una terminología que facilita la escritura de las ecuaciones. Básicamente consiste en la clasificación de los elementos del sistema. Los "niveles" son aquellos elementos que describen en cada instante la situación del modelo, presentan una cierta estabilidad en el tiempo y varían solo en función de otros elementos denominados "flujos".

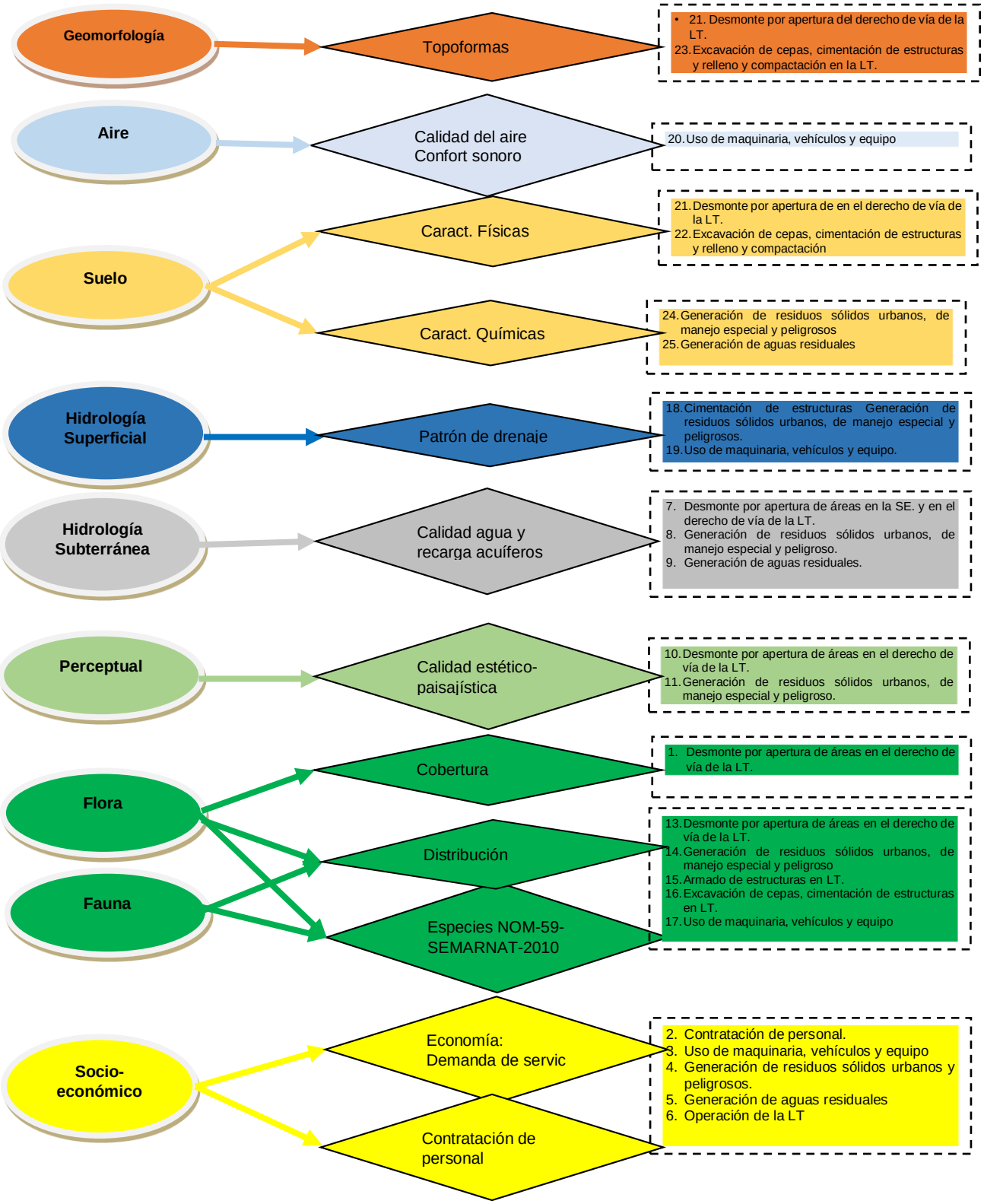


Figura VII.1 Diagrama causal de las acciones de construcción del proyecto sobre el sistema ambiental

Partiendo del escenario sin proyecto y tomando en cuenta la información de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se tiene que los principales impactos negativos que se presentan como consecuencia del desarrollo del proyecto están dirigidos especialmente a los suelos (características físicas y en menor medida a las químicas), a la flora y la fauna (cobertura vegetal, distribución de especies faunísticas y especies de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010) y al factor perceptual (paisaje).

Por ello, a continuación, se presenta una breve descripción de las condiciones actuales y cómo se espera que cambien las mismas con el desarrollo del proyecto:

1. Geomorfología

Debido a la excavación de cepas y relleno y compactación, con motivo de la conformación de las cimentaciones y en los sitios donde se ubicarán las estructuras, herrajes, etc., de la línea de transmisión, lo cual repercute en la forma actual del terreno.





2. Suelo

Derivado al uso de maquinaria, equipo y vehículos, y a la generación de residuos peligrosos y generación de aguas residuales se podría esperar que con un funcionamiento inadecuado (malas condiciones de operación de la maquinaria, equipo y vehículos) y mal manejo de los citados residuos, se podría incidir sobre las

características químicas del suelo; asimismo, todas las actividades que requieren de desmonte, de movimiento tierras, del uso de vehículos, maquinaria y equipo, representan un potencial efecto hacia las características físicas del mismo.

3. Agua (Hidrología superficial y subterránea)

El patrón de drenaje se podría ver afectado mínimamente como consecuencia de aquellas actividades que requieren de la remoción de la vegetación como es en las áreas de maniobras para el hincado de estructuras y en la brecha de patrullaje y mantenimiento, así mismo por la actividad de movimiento de tierras como producto de las excavaciones para el montaje de estructuras; sin embargo una vez concluida la actividad y dispersado el resto de material por la zona del proyecto no se tendrá un efecto hacia la calidad del agua o aprovechamiento de dichos cuerpos de agua, ya que la duración y magnitud de la afectación es mínima y puntual, y debido en gran manera a la capacidad del ecosistema de absorber el impacto derivado.

Por otro lado, derivado de un inadecuado manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso y de aguas residuales se podría incidir sobre la calidad del agua.

4. Aire

El uso de la maquinaria, equipo y vehículos durante todas las etapas del proyecto generarán emisiones a la atmósfera como consecuencia de la combustión interna de sus motores, así mismo se espera un incremento en los niveles sonoros localmente y un aumento en las partículas de polvo suspendidas.

5. Vegetación

Se espera que durante las actividades de derribo de la vegetación en las áreas donde se armarán y montarán las estructuras y en la brecha de patrullaje y mantenimiento de la línea de transmisión, repercuta en la cobertura de la vegetación y sobre las especies *Astronium graveolens* y la especie *Spondias radlkoferi* ambas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en estatus de Amenazadas (A).

De acuerdo a los trabajos de campo se registraron en los tres estratos un total de 103 especies, agrupadas en 32 familias de las cuales solo dos familias representan los 42 % del total, estas son la familia Fabacae con un 32 % y la Malvaceae con un 15 %.

Derivado de las actividades constructivas del proyecto, las especies que serán influenciadas por las actividades constructivas del proyecto se listan en la tabla VII.1.

Tabla VII.1. Composición de la vegetación en el área de estudio.

Familia	Especie	NOM-059
Acanthaceae	*Aphelandra deppeana*	
Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	A
Annonaceae	*Sapranthus campechianus*	
Apocynaceae	*Bahuinia divarigata*	
Arecaceae	*Sabal yapa*	
Asteraceae	*Eupatorium odoratum*	
Bignoniaceae	*Arrabidaea floribunda*	
Bignoniaceae	*Amphilophium paniculatum*	
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	
Boraginaceae	*Bursera simaruba*	
Boraginaceae	*Tournefortia glabra*	
Boraginaceae	*Tournefortia glabra*	
Boraginaceae	*Bourreria pulchra*	
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	
Capparaceae	*Forchhammeria trifoliata*	
Caricaceae	*Carica mexicana*	
Cecropiaceae	*Cecropia peltata*	
Convolvulaceae	*Ipomoea crinicalyx*	
Euphorbiaceae	*Coccoloba cozumalensis*	
Euphorbiaceae	*Coccoloba acapulcensis*	
Euphorbiaceae	*Coccoloba barbadensis*	
Euphorbiaceae	*Coccoloba spicata*	
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus*	
Euphorbiaceae	*Acalypha leptopoda*	

Familia	Especie	NOM-059
Fabaceae	*Erythrina folkersii*	
Fabaceae	*Erythrina standleyana*	
Fabaceae	*Zapoteca formosa*	
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	
Malpighiaceae	*Jatropha gaumeri*	
Malpighiaceae	*Malpighia glabra*	
Malpighiaceae	*Bunchosia swartziana*	
Malvaceae	*Hampea trilobata*	
Malvaceae	*Triumfetta ulmifolia*	
Malvaceae	*Triumfetta semitriloba*	
Malvaceae	*Lysiloma latisiliquum*	
Malvaceae	*Lonchocarpus xuul*	
Malvaceae	*Lonchocarpus rugosus*	
Malvaceae	*Lonchocarpus latifolius*	
Malvaceae	*Lonchocarpus sp.*	
Malvaceae	*Luehea candida*	
Malvaceae	*Lonchocarpus castilloi*	
Malvaceae	*Hampea integerrima*	
Malvaceae	*Lonchocarpus parviflorus*	
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	
Malvaceae	*Abutilon permole*	
Malvaceae	*Sida acuta*	
Meliaceae	*Maclura tinctoria*	
Moraceae	*Piscidia piscipula*	

Familia	Especie	NOM-059
Fabaceae	*Acacia pennatula*	
Fabaceae	*Acacia gaumeri*	
Fabaceae	*Centrosema plumieri*	
Fabaceae	*Gymnopodium floribundum*	
Fabaceae	*Guazuma ulmifolia*	
Fabaceae	*Acacia globulifera*	
Fabaceae	*Phoebe longicaudata*	
Fabaceae	*Cordia alliodora*	
Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	
Fabaceae	*Havardia albicans*	
Fabaceae	*Caesalpinia yucatenensis*	
Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	
Fabaceae	*Ehretia tinifolia*	
Fabaceae	*Acacia glomerosa*	
Fabaceae	*Albizia adinocephala*	
Fabaceae	*Croton glabellus*	
Fabaceae	*Croton flavens*	
Fabaceae	*Caesalpinea gaumery*	
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	
Fabaceae	*Cordia gerascanthus*	
Fabaceae	*Diospyros anisandra*	
Fabaceae	*Erytrhoxylum confusum*	
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	
Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	
Fabaceae	*Swartzia cubensis*	
Fabaceae	*Swartziana sp*	
Fabaceae	*Acacia cornigera*	
Fabaceae	*Diospyros cuneata*	

Familia	Especie	NOM-059
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	
Moraceae	*Psidium sartorianum*	
Moraceae	*Pisonia aculeata*	
Moraceae	*Pisonia aculeata*	
Myrtaceae	*Eugenia yucatanensis*	
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	
Myrtaceae	*Eugenia winzerlingii*	
Phyllanthaceae	*Margaritaria nobilis*	
Polygonaceae	*Randia truncata*	
Polygonaceae	*Platymiscium yucatanum*	
Polygonaceae	*Randia gaumeri*	
Rubiaceae	*Simira salvadorensis*	
Rubiaceae	*Blepharidium guatemalense*	
Rubiaceae	*Senna atomaria*	
Rubiaceae	*Alseis yucatanensis*	
Rubiaceae	*Machaonia lindeniana*	
Rutaceae	*Spondias mombin*	
Rutaceae	*Spondias radlkoferi*	A
Sapindaceae	*Talisia olivaeformis*	
Sapindaceae	*Serjania goniocarpa*	
Simaroubaceae	*Thouinia paucidentata*	
Solanaceae	*Solanum americanum*	
Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	
Theophrastaceae	*Jacquinia macrocarpa*	
Ulmaceae	*Phyllostylon brasiliensis*	
Verbenaceae	*Vitex gaumeri*	
Verbenaceae	*Trichilia glabra*	

En las siguientes imágenes se muestra el tipo y la estructura de la vegetación presente en la zona del proyecto.








Por lo cual se infiere, que durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se afectaran organismos de las especies antes señaladas, sin embargo, es importante considerar que con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación propuestas se minimiza en gran medida el impacto sobre las especies vegetales y por consiguiente sobre el entorno.

6. Fauna

Aves.- El grupo de las aves podría ser el menos afectado por el desarrollo del proyecto debido a su alta capacidad de movimiento; una de las posibles afectaciones a este grupo se podría dar en la etapa de operación del proyecto, lo que potencialmente podría ocasionar casos de choque o electrocución, principalmente para aquellas especies de amplia envergadura, como es el caso de las rapaces.







En cuanto a los resultados del muestreo de aves en el área del proyecto se registraron un total de 72 especies diferentes agrupadas en 29 familias; de estas especies *Aratinga nana, Buteo albicaudatus y Buteogallus urubitinga* se encuentran en categoría de protección de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mastofauna. - Este grupo podría verse afectado por el desarrollo del proyecto, principalmente las especies cuyas madrigueras son subterráneas y que presentan escasa movilidad, tal es el caso de algunas especies de ratones . Lo anterior como consecuencia de algunas de las acciones del proyecto, tales como la excavación de cepas, el uso de maquinaria, equipo y vehículos y el desmonte que se planea realizar para la apertura de la brecha de patrullaje y mantenimiento y áreas para el armado de estructuras para la línea de transmisión.




Con relación a la mastofauna se detectaron once especies de mamíferos agrupadas en diez familias de entre ellas la especie más representada con quince individuos fue para la especie *Artibeus jamaicensis*, seguido de la especie *Nasua narica* con catorce individuos, después la especie *Sciurus deppei* con siete, *Didelphis virginiana* con cinco, *Sylvilagus cunicularius* con cuatro, las especies *Urocyon cinereoargenteus, Dasypus novemcinctus y Procyon lotor* con tres, *Conepatus leuconotus* con dos y por último la especie *Orthogeomys hispidus* con un solo individuo.; de estas especies ninguna se encuentran en categoría de protección de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Anfibios y Reptiles: Los anfibios y reptiles podrían verse afectado por el desarrollo del proyecto, debido básicamente porque muchas de ellas presentan una baja movilidad y parte de su hábitat lo presentan en cuevas para su resguardo y reproducción, lo que puede influir a consecuencia de algunas de las acciones del proyecto, tales como la excavación de cepas, el uso de maquinaria, equipo y vehículos y el movimiento de vegetación que se planea realizar para la línea de transmisión.





Con respecto a la herpetofauna se observaron para el proyecto un total de ocho especies diferentes presentándose más observaciones con catorce individuos de la especie Ctenosaura similis cinco para Basiliscus vitatus, cuatro para *Anolis tropidonotus*, tres para *Coleonyx elegans, Elaphe flavirufa y Oxybelis fulgidus* y un solo individuo para *Ameiva undulata*.

En lo referente a los anfibios se detectaron seis especies de las cuales la mas representada fue la especie *Bufu marinus* con seis, seguido de la especie *Bufo valliceps* con cinco, después la especie *Agalychnis callidryas con* cuatro y por último las especies *Trachycephalus tifonius*, *Leptodactylus labialis y Rana berlandieri* con tres individuos.

De estas especies *Ctenosaura similis y Coleonyx elegans,* se encuentran en categoría de Amenazada y *Rana berlandieri* en Protección especial de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

7. Paisaje:

Como se señaló en la evaluación del paisaje previo y durante la operación del proyecto, al analizar los factores antes señalados para el caso del proyecto, la calidad intrínseca (CI), Calidad Visual y absorción visual los resultados nos arrojan valores que van de baja para CI, alta para la calidad visual y con respecto a la absorción visual esta resultó medio, los factores que más influyen en estos resultados son los usos del terreno que resultan para agricultura, de agostadero, vías de comunicación, poblaciones, la ausencia de pendientes en los predios donde se ubica la Línea de Transmisión, por lo cual se concluye que el impacto que se generará por la construcción y operación del proyecto es mediano y será asimilado por el entorno ya que la zona se encuentra impactada por los usos de suelo de tipo antropogénicos que se mencionaron anteriormente.

Los principales impactos negativos residuales que se presentan como consecuencia del desarrollo del proyecto están dirigidos al factor perceptual como consecuencia del armado, cimentación de estructuras, tendido y tensado de cables y vestido de estructuras de la línea de transmisión.

En las siguientes figuras se muestra el paisaje sin proyecto y el paisaje con la inclusión del mismo.



Figura VII.3. Vista general de la zona antes de la línea de transmisión.



Figura VII.4 Vista general de la zona con la infraestructura de la línea de transmisión.

El mayor impacto visual de la línea de interconexión se produce cuando ésta atraviesa las zonas de pastizales y con poca vegetación. Sin embargo, no debemos olvidar que el hecho de que la línea atraviese este tipo de zonas reduce los impactos que se producen sobre la vegetación a lo largo de la traza de la línea, puesto que en estos casos la vegetación que se ve afectada tiene una importancia mucho menor desde el punto de vista ambiental, evitando así la afección a otras áreas con un mayor grado de conservación o de mayor importancia ecológica.

8. Socioeconómico

Este factor se verá influenciado por impactos positivos y tiene que ver principalmente hacia la economía y los servicios que se requerirán de las comunidades, como es el caso del mantenimiento de la maquinaria, equipo y vehículos y la disposición de los residuos urbanos, así mismo sobre los servicios básicos como lo son la alimentación, hospedaje y requerimientos de materiales de construcción; otro factor a considerar es el ingreso económico local por la contratación de mano de obra como consecuencia de las actividades constructivas y durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, ya que con la ejecución se reforzará la interconexión del sistema eléctrico del país, particularmente de la región que se ubica el proyecto, y se mejorará la calidad del servicio eléctrico y, en consecuencia, de aquéllos dependientes de dicho servicio.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

El Escenario con proyecto representa las condiciones ambientales que se esperan al implementar las medidas de mitigación correspondientes para cada uno de los impactos que se estima ocasione el desarrollo del proyecto. Partiendo del escenario con proyecto y tomando en cuenta la información de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se tiene que los principales impactos negativos

residuales que se presentan como consecuencia del desarrollo del proyecto están dirigidos especialmente al factor perceptual (ver figura VII.6) como consecuencia del armado, cimentación de estructuras, vestido de estructuras tendido y tensado de cables de las líneas de transmisión y todos las estructuras, ya que en conjunto estas actividades dan como resultado la construcción de la Línea de Alta Tensión, la cual es permanente y no hay medidas viables de mitigación que puedan evitar o disminuir directamente el impacto.

Es así, que los impactos ambientales que se presentarán en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, son a los factores vegetación, suelo, fauna y agua y es donde se centran las medidas de prevención y mitigación.

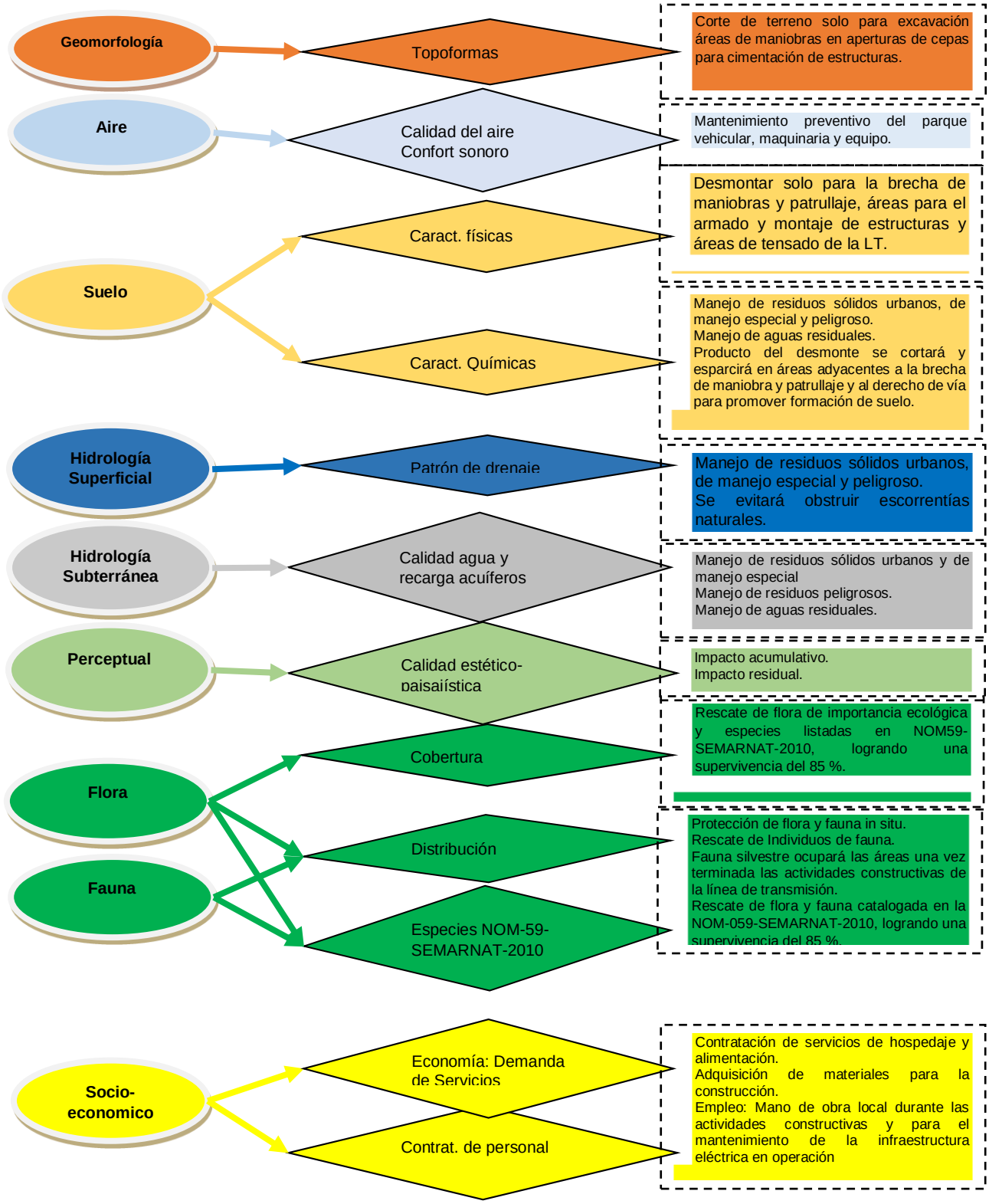


Figura VII.6 Escenario considerando las medidas de mitigación para la LT.

1. Geomorfología:

El impacto hacia la geomorfología como consecuencia del desarrollo del proyecto se presenta debido a la apertura de la brecha de maniobra que funcionará como camino de acceso para el personal, vehículos, maquinaria, equipo y la excavación de cepas, cimentación de estructuras y relleno y compactación. Los impactos se clasifican en general como poco significativos debido a que se trata de una topografía poco accidentada, más bien son terrenos con pendientes suaves, aunado a la presencia de caminos y al hecho de que otras actividades antropogénicas son muy manifiestas, por lo que se considera que los efectos a las condiciones topográficas actuales serán poco apreciables.

2. Suelo:

Con relación a los impactos que resultaron como poco significativos en el factor suelo, éstos se presentan principalmente en las características físicas, siendo uno de los criterios que juega un papel preponderante para ello la(s) medida(s) de mitigación disponible(s) para reducir el efecto, que se especifican en el capítulo de medidas de mitigación, así como la efectividad de las mismas, que en muchos de los casos se estima que aminoran el efecto en al menos el 30%; caso contrario para el caso de los impactos clasificados como no significativos, en los cuales se considera que los impactos pueden mitigarse hasta en un 60% y se presentan generalmente en las características químicas del suelo y los procesos de intemperismo.

Los anterior derivado al control durante las diferentes etapas del proyecto sobre el manejo de los residuos sanitarios, para los cual se contratará empresa en el ramo con todos los permisos que se requieren para dar cumplimiento a la normatividad; los residuos sólidos urbanos y de manejo especial se manejaran de acuerdo a la normatividad ambiental vigente; en tanto los residuos peligrosos para evitar su generación, previo a las actividades se verificaran las condiciones de las unidades vehiculares, maquinaria y equipo tendiente a detectar alguna falla o anomalía, de

generarse residuos considerados como peligrosos (grasas, aceites, combustibles fósiles) se manejaran de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.

3. Agua:

Hidrología superficial: Los impactos identificados se presentan básicamente en el patrón de drenaje, como consecuencia de aquellas actividades que requieren de la remoción de vegetación y el movimiento de tierras, sin embargo es importante señalar que, debido a las características del emplazamiento, apenas existe escorrentía superficial, el destino de la práctica totalidad del agua de lluvia es la recarga del acuífero a través del terreno kárstico o la evapotranspiración, ello hace que apenas vayan a producirse impactos sobre el patrón de drenaje o que éstos sean inexistentes. Es importante mencionar que el proyecto no cruza por corrientes o cuerpos de agua, por lo tanto, el proyecto no se tendrá un efecto hacia la calidad del agua.

Hidrología subterránea: Los impactos identificados para el desarrollo de la línea de transmisión que se presentan en la calidad del agua y la recarga de acuíferos, resultan generalmente no significativos durante el proceso de construcción y operación de la Línea de Transmisión.

Para el primer caso tal comportamiento se presenta debido básicamente a que se estima que las medidas de mitigación que se tienen para evitar contaminar las aguas subterráneas pueden disminuir el impacto en prácticamente su totalidad, independientemente de que la duración del efecto se haya clasificado como de mediana duración.

Esto se debe, entre otras medidas, principalmente al hecho de que no se producirán descargas de aguas residuales ya que se contratará un servicio de sanitarios portátiles que serán gestionados por una empresa que gestionará los residuos generados conforme a la normatividad vigente.

La excepción se presenta en la recarga del acuífero como consecuencia de la actividad de desmonte, cuyos impactos se clasifica como poco significativo debido básicamente a que se considera que las medidas de mitigación sólo pueden disminuir o compensar el impacto en no más del 30%. Para mitigar este efecto, el desmonte a matarrasa permanente solamente se realizará en las áreas de maniobra y armado de estructuras y en la brecha de maniobra y patrullaje, en las áreas de tendido y tensado de cable conductor el desmonte a matarrasa se realizará de forma temporal, y en el resto del derecho de vía obedecerá a la altura de la vegetación, realizándolo en forma selectiva, es decir, se derribará únicamente la vegetación que por su altura pudiera interferir con el límite de seguridad de la línea. De igual manera, se realizaría la poda en árboles que estén fuera del derecho de vía, pero solo en aquellos casos extraordinarios en los que por su altura pudieran poner en riesgo la operación de la línea si cayeran hacia los cables conductores.

Es importante mencionar que para el caso del aprovechamiento no se registran impactos debido a que no se realizará extracción del agua del acuífero en el sitio del proyecto, sino que el agua empleada se traerá al sitio del proyecto mediante camiones cisterna.

4. Aire:

Los impactos identificados sobre el factor aire, la gran mayoría resultó como no significativos, principalmente debido a que la maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante las distintas etapas del proyecto, se someterán de manera periódica a un programa de mantenimiento a fin de disminuir las emisiones de contaminantes y de ruido, y, por ende, a la calidad del aire y el confort sonoro, lo cual ayudará a mantener los niveles de emisiones y de ruido dentro de los límites permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-080-SEMARNAT-1994.

5. Vegetación:

Todos los impactos identificados y evaluados se presentan sobre la cobertura vegetal. De acuerdo con los resultados de la evaluación de dichos impactos, generalmente aquéllos identificados en el componente cobertura vegetal por la construcción del proyecto se clasificaron como poco significativos debido principalmente a lo siguiente:

A pesar de que la duración de los efectos se calificó como mediana para el caso de la cobertura vegetal, existen medidas de mitigación a instrumentarse que pueden reducir el impacto hacia la cobertura en menos del 30%. Dentro de dichas medidas cabe resaltar el manejo de la vegetación que se plantea realizar dentro del derecho de vía de la línea de interconexión.

Para el caso de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el impacto se clasificó como no significativo debido a que para dichas especies registradas y/o reportadas en la trayectoria de la LT como es *Astronium graveolens* y *Spondias radlkoferi*, se realizarán acciones de transplante que permitirán disminuir el efecto en más del 30% y factiblemente hasta el 60%.

6. Fauna:

Los impactos de mayor significancia (poco significativos) se presentan principalmente en la distribución de especies, como consecuencia básicamente del desmonte y la generación de ruido por el uso de maquinaria, equipo y vehículo. Dichos resultados en la significancia se presentan aún y cuando en todos los casos la duración del impacto se clasifica como mediana; sin embargo, las eficacias de las medidas de mitigación se consideran que pueden reducir el efecto hasta en menos del 30%.

Con respecto a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el impacto resultó mayoritariamente como no significativo debido básicamente a que las

medidas de mitigación podrían representar generalmente una eficacia por arriba del 60%.

Para el caso de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el impacto se clasificó como no significativo debido a que para dichas especies registradas y/o reportadas en la trayectoria de la línea de transmisión, como es *Ctenosaura similis, Rana berlandieri Coleonyx elegans* se realizarán acciones de rescate, protección y conservación que permitirán disminuir el efecto en más del 30% y factiblemente hasta el 60%.

7. Paisaje: Calidad estético – paisajística

Los principales impactos negativos residuales que se presentan como consecuencia del desarrollo del proyecto están dirigidos al factor perceptual como consecuencia del armado de estructuras, tendido y tensado de cables y vestido de estructuras de las líneas de transmisión, ya que son actividades que son permanentes y no hay medidas viables de mitigación que puedan evitar o disminuir directamente el impacto.

8. Socioeconómico:

De los impactos poco significativos, éstos se presentan principalmente de manera positiva hacia la economía y los servicios que se requerirán de las comunidades, como es el caso del mantenimiento de la maquinaria, equipo y vehículos y la disposición de los residuos urbanos.

Para el caso de los impactos moderadamente significativos positivos, éstos se presentarán especialmente en los servicios básicos, como consecuencia de la operación del proyecto, ya que con la ejecución del proyecto se reforzará la interconexión del sistema eléctrico del país, particularmente de la región en que se ubica el proyecto, y se mejorará la calidad del servicio eléctrico y, en consecuencia, de aquéllos dependientes de dicho servicio.

9. Residuos en general:

Durante las actividades constructivas del proyecto y cuando estas lleguen a su fin y la etapa de operación y mantenimiento dé inicio, todos los residuos que se hubiesen generado serán retirados y se dispondrán de acuerdo a la normatividad ambiental aplicable, quedando el área libre de estos y que pudieran influir en otros componentes del sistema como suelo, hidrología, etc.

10. Usos del suelo y Arqueología:

Los únicos impactos negativos que se presentan en el factor socioeconómico son los correspondientes al uso de suelo y la arqueología. Para el primer caso, los impactos resultaron como poco significativos, en tanto que para la arqueología no se presentan impactos, debido a que por una parte se realizó un estudio previo de la arqueología existente en el entorno del proyecto con objeto de minimizar la afección a la misma en la medida de lo posible, y a que por otra parte se llevará a cabo el rescate arqueológico de todos aquellos elementos registrados que pudieran verse afectados por las posiciones de las torres e infraestructuras del proyecto. Uno de los criterios que juega un papel importante en la significancia de dichos componentes ambientales es la duración del impacto (desmonte), el cual se valora como alta.

VII.4 Seguimiento Ambiental y Definición de Indicadores y Umbrales

El Seguimiento Ambiental se realizará físicamente mediante la supervisión, y se basará en indicadores y umbrales para evaluar la eficiencia del cumplimiento y aplicación de las medidas ambientales.

Los indicadores servirán para medir el grado de integración ambiental logrado por el proyecto y el alcance de los objetivos de cada uno de los instrumentos de aplicación de las medidas ambientales. Por el comportamiento de los indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar medidas correctoras y de carácter complementario.

Los indicadores que se usan serán de realización y de efectos. Los primeros medirán la aplicación efectiva de las medidas y los segundos, los resultados de tales medidas.

En cuanto a los umbrales, se tendrán de Alerta e Inadmisible: los de alerta señalan el punto en el que deben entrar en funcionamiento las medidas correctoras o complementarias, y los inadmisibles, se refieren al punto en el que será difícil o ya no se puede aplicar la medida ambiental (Gómez Orea, 1999).

Los indicadores y umbrales serán usados en cada comprobación de aplicación de medidas, y el resultado se registrará en Términos de la Conformidad del Cumplimiento y la Aplicación.

Aire

El seguimiento ambiental en el aspecto Aire se realizará a partir del registro contenido en el Programa y la Bitácora de mantenimiento de cada unidad de equipo, maquinaria y automotor, y la evaluación se basará en los indicadores señalados en la Tabla VII.2.

Tabla VII.2 Medidas ambientales para la Calidad del Aire

Duración	Preparación de sitio y construcción
Factor	Aire
Medida	Supervisión de vehículos y maquinaria sujetos a mantenimiento periódico según las especificaciones del fabricante.
Tipo de medida	Mitigación
Instrumento	Programa y bitácora de mantenimiento de maquinaria y vehicular que atienda las recomendaciones del fabricante y cumpla con la normatividad vigente.
Indicador de realización	100% de los mantenimientos programados para la maquinaria y vehículos de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
Indicador de efectos	Porcentaje de vehículos usados en la construcción, que cumplen la medida preventiva.

Umbral de alerta	Entre el 1 y 10% del parque vehicular y maquinaria con mantenimiento inadecuado, verificando en la bitácora el mantenimiento periódico de acuerdo con lo indicado por el fabricante.
Umbral inadmisible	Más del 10% del parque vehicular y maquinaria con mantenimiento inadecuado, verificando en la bitácora el mantenimiento periódico de acuerdo con lo indicado por el fabricante.
Cronograma de comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 18 meses para la obra (preparación del sitio y construcción) *Automotores* Primera comprobación con supervisión será en el mes 1 (durante la preparación de sitio) Segunda comprobación con supervisión será seis meses después (durante la obra civil y electromecánica) Informe Final de la eficiencia del indicador, al término de la obra. *Equipo y maquinaria* En el caso de equipo y maquinaría se fijará el periodo de comprobación en función de las recomendaciones de los fabricantes.
Puntos de comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: Oficina de obras En el sitio de construcción. En estos, se encontrará la información documental referente a la verificación del funcionamiento de equipo, maquinaria y automotores.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un biólogo, ecólogo o ingeniero ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo de la línea.
Registros de control de la supervisión ambiental	Bitácora ambiental. Se levantará la no conformidad y se definirán las medidas correctoras o complementarias y los compromisos adquiridos por el encargado de obra
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la supervisión: indicará la conformidad. 1. Se establece el compromiso obligatorio de regularizar el mantenimiento o reemplazo de la unidad. 2. Se establece la fecha de cumplimiento una semana posterior a la supervisión.

Suelo

El seguimiento ambiental del Suelo se apegará a las medidas de protección y de conservación de suelos y en los indicadores mostrados en la Tabla VII.3; Tabla VII.4; Tabla VII.5 y Tabla VII.6.

Tabla VII.3 Medidas del Suelo

Duración	Preparación de sitio y construcción
Factor	Suelo
Medida	Troceo, mezclado y esparcimiento de residuos vegetales (productos del desmonte, poda y despunte) para mantener los suelos.
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Medidas de protección y conservación de suelos
Indicador de realización	Porcentaje de la superficie total de los tramos programados del proyecto donde se realice la disposición de los residuos vegetales.
Indicador de efectos	El resultado de la superficie de disposición real de los residuos vegetales y la superficie de disposición programada del proyecto sea igual al 100%.
Umbral de alerta	Cuando el 10% de superficie de disposición, esparcimiento y mezclado de residuos vegetales no sea ejecutada frente a la programada sin justificación alguna.
Umbral inadmisible	Cuando la superficie de disposición, esparcimiento y mezclado no realizada sea superior al 10 %.
Cronograma de comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 18 meses Cada dos meses, a partir del primer mes de inicio de la obra, durante la preparación del sitio
Puntos de comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los frentes donde se estén realizando labores de conservación de suelos a largo de la línea de transmisión. Se hará en presencia del personal que ejecute las medidas de protección y conservación de suelos. Éstos presentaran su bitácora en la cual se encontrará la información documental.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un ingeniero ambiental o ingeniero con conocimiento afín, y en la relación ambiental con el proceso constructivo de la línea.
Registros de control de la supervisión ambiental	Bitácora ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones bimensuales que se practicarán al ejecutor del programa y se definirán las medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o	Resultado de la supervisión: indicará la conformidad o no conformidad.

complementarias	Una semana posterior a la supervisión: compromiso de regularizar la no conformidad con el programa.

Tabla VII.4 Medidas para Suelo y Agua

Duración	Preparación de sitio, construcción, y operación y mantenimiento
Factor	Suelo y agua
Medida	Los residuos sólidos municipales se depositarán en contenedores con tapas y en sitios temporales de acopio adecuadamente señalizados, y se dispondrán conforme a lo que establezca la normatividad aplicable.
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Bitácora de manejo de residuos sólidos municipales
Indicador realización	Se verificará en campo y bitácora que los residuos sólidos municipales generados sean manejados conforme a la normatividad aplicable (municipal, estatal o federal). El impacto se presentará en caso de una mala disposición de los residuos afectando el suelo.
Indicador efectos	Se comprobará en campo que no existan residuos regados o depositados sobre el suelo. En bitácora se verificarán los permisos correspondientes por parte de las autoridades a las empresas que se hagan cargo de la gestión de los residuos del proyecto.
Umbral de alerta	Cuando el 10 % de los residuos no se dispongan conforme a la normatividad aplicable.
Umbral inadmisible	Cuando el 10% o más de los residuos producidos no sean manejados o no cumpla con las disposiciones de la normatividad aplicable.
Aplicable. Cronograma de comprobación	Calendario de trabajo de 18 meses La comprobación con supervisión se realizará cada semana en los 18 meses del calendario de trabajo.
Puntos de comprobación	El punto de comprobación de la aplicación de la medida será en: cada uno de los tramos donde se realicen labores en la línea de transmisión y en las áreas donde se destinen para el depósito temporal de los residuos. Se comprobará en presencia del encargado de obra. Éste presentará la bitácora de manejo de residuos sólidos urbanos, en la cual se encontrará la información documental de los residuos generados por la obra y dispuestos en el depósito municipal, y las autorizaciones de las empresas que se hagan cargo del manejo y disposición final de los residuos generados.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y la relación ambiental con el Proceso constructivo del proyecto
Registros de control de la supervisión ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.

Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión. La No conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso obligatorio de regularizar la recolección y disposición de residuos sólidos urbanos de inmediato y conservar las áreas limpias. Retiro de los residuos sólidos no peligrosos y disposición adecuada En su caso, restauración de áreas afectadas Se levantará no conformidad al contratista, la cual sólo podrá ser cerrada hasta que se compruebe el adecuado manejo de los residuos y, en su caso, la restauración del sitio afectado; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplican las autoridades competentes.

Tabla VII. 5 Medidas para Suelo y Agua

Duración	Preparación de Sitio, Construcción, y Operación y Mantenimiento
Factor	Suelo y Agua
Medida	Recolección y disposición de Residuos Peligrosos generados en el proceso constructivo del proyecto en cumplimiento de la Normativa.
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Bitácora de Residuos Peligrosos
Indicador de Realización	Manejo y disposición de residuos peligrosos de acuerdo con el Reglamento y Normativa aplicables. El impacto se presentará en caso de que exista contacto entre el suelo, agua y algún residuo.
Indicador de Efectos	Se verificará en campo que no existan suelos contaminados con residuos peligrosos. En bitácora, se verificará que el volumen de residuos peligrosos reportados (R/R) sea igual al volumen de residuos manejados (RM) (almacenados,/o tratados, reciclados y/o dispuestos) conforme a la normatividad vigente RR/RM = 1
Umbral de Alerta	Cuando se localicen a lo largo de la trayectoria manchas de residuos en el suelo y se presente que el 2 % del volumen de residuos manejados no cumplan con la normatividad aplicable.
Umbral Inadmisible	Cuando el volumen de residuos manejados que no cumplan con la normatividad aplicable sea superior al 2 %.
Cronograma de Comprobación	Cronograma de comprobación Primera comprobación. Se realizará en el mes seis Segunda comprobación. Se realizará en el mes doce Tercera comprobación. Se realizará en el mes dieciocho

Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en las áreas de construcción a lo largo de la línea de transmisión. Se comprobará en presencia del Encargado de Obra. Éste presentará Bitácora de Residuos Peligrosos e información documental del Cumplimiento de la normatividad vigente aplicable, en la cual se encontrará la información documental referente a los residuos generados por la Obra.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o ingeniero ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de control de la supervisión ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no Conformidad cuando se alcance el umbral de alerta y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión. Indicará la no conformidad. En la siguiente supervisión: Compromiso obligatorio de regularizar la Recolección, Almacenamiento y Disposición de Residuos Peligrosos con la aplicación de la normatividad vigente aplicable. Restauración de suelos contaminados con residuos peligrosos. Se levantará una no conformidad al contratista, la cual sólo podrá ser cerrada hasta que compruebe la restauración del sitio afectado y el adecuado manejo de los residuos; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

Agua

El seguimiento ambiental en el aspecto Agua, se basará en términos del permiso municipal y en la supervisión de la fuente de abastecimiento.

Tabla VII.6 Medidas del Aspecto Agua

Duración	Preparación de Sitio y Construcción
Factor	Agua
Medida	Utilizar agua únicamente procedente de proveedor autorizado o toma municipal autorizada
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Permiso Municipal o autorización del proveedor
Indicador de Realización	Se verificará en la bitácora del contratista los comprobantes correspondientes de que el agua que será utilizada durante la preparación del sitio y construcción será suministrada de la toma municipal autorizada o de proveedor autorizado.

Indicador de Efectos	Se medirá la relación proporcional a los m^3 de agua que sean utilizados durante las actividades de la obra contra los m^3 que se abastezcan de la toma municipal o proveedor autorizado. Los volúmenes utilizados deben coincidir con los volúmenes adquiridos.
Umbral de Alerta	Cuando al revisar la bitácora se encuentren diferencias entre el 1 y 5% entre los volúmenes utilizados y los adquiridos.
Umbral Inadmisible	Cuando al revisar la bitácora se encuentren diferencias superiores al 5% entre los volúmenes utilizados y los adquiridos
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyectó: 18 meses Durante la etapa de preparación del sitio y etapa constructiva.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en los frentes de obra. Se hará en presencia del Encargado de Obra el cual presentará su Bitácora en la cual se encontrará la información documental: Permiso Municipal y registro del Abastecimiento, o autorizaciones de la empresa proveedora si fuera el caso.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o ingeniero ambiental y la relación ambiental del uso del agua en el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán al Encargado de Obra. Se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Determinar las causas de las diferencias entre los volúmenes. Se pedirá al contratista que compruebe que el suministrado provenga exclusivamente de la toma municipal autorizada o proveedor autorizado; en caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

Vegetación

Tabla VII.7 Medidas de la Vegetación

Duración	Preparación de Sitio y Construcción
Factor	Vegetación
Medida	Delimitación de las zonas de trabajo, para evitar afectar al máximo posible otras áreas que no sean las destinadas a la ejecución del proyecto Rescate de especies de flora

Tipo de medida	Preventiva Mitigación
Instrumento	Bitácora de Obra
Indicador de Realización	Verificar que las áreas de afectación estén correcta y claramente señalizadas desde el inicio de las actividades de desmonte y despalme.
Indicador de Efectos	El resultado del algoritmo (área de afectación real/área de afectación planeada) debe ser igual o menor a 1.
Umbral de Alerta	Cuando el resultado del algoritmo (área de afectación real / área de afectación planeada) sea mayor a 1 pero menor a 1.1.
Umbral Inadmisible	Cuando el resultado del algoritmo (área de afectación real / área de afectación planeada) sea mayor a 1.1.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 12 meses. La supervisión se realizará semanalmente en los 12 meses del Calendario de Trabajo
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada una de las áreas donde se estén realizando labores a largo de la línea de transmisión. Se hará en presencia del Encargado de Obra. Éstos presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o ingeniero ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que practicarán al Encargado de Obra o a los ejecutores del derribo, y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con lo establecido en el programa. Restauración de zonas afectadas Reparación o restitución de la señalización No conformidades y sanciones administrativas a los contratistas.

Fauna

El seguimiento ambiental de la Fauna se basará en un reglamento de Protección y Conservación de Fauna Silvestre y en los indicadores mostrados en las Tablas VII.8 y VII.9.

Tabla VII.8 Medidas de la Fauna Silvestre

Duración	Preparación de Sitio y Construcción
Factor	Fauna
Componente	Especies con estatus
Medida	Programa de Conservación y Reubicación de Flora y Fauna silvestre
Tipo de la medida	Preventiva
Instrumento	Reglamento de Protección y Conservación de Fauna Silvestre. Rescate de fauna.
Indicador de Realización	Efectuar la protección de fauna silvestre durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Se medirá por el número de especies sobrevivientes contra el número de especies rescatadas con especial atención a las incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Indicador de Efectos	El número de individuos rescatados sea igual a número de sobrevivientes durante el rescate hasta su liberación.
Umbral de Alerta	Cuando se alcance un 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
Umbral Inadmisible	Cuando se supere el 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 18 meses La supervisión se realizará diariamente durante la etapa de preparación del sitio, y para la etapa de construcción cuando se ejecuten labores de obra civil y la revisión de la bitácora ambiental será semanalmente en los 18 meses del Calendario de Trabajo de la obra.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de las áreas donde se estén realizando labores a largo de la línea de transmisión. Esta actividad se hará en presencia del personal que supervise el reglamento de protección de Fauna Silvestre, quienes presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o ingeniero ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de control de la supervisión ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará el levantamiento de no conformidades al que proceda. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no Conformidad con el Programa y la aplicación de las medidas arriba señaladas. Se pedirá al contratista

	que aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concienciación, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la fauna silvestre.

Tabla VII.9 Medidas de la Fauna Silvestre

Duración	Preparación de Sitio y Construcción
Componente	Fauna
Medida	Concienciar al personal sobre la importancia de proteger la fauna silvestre
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Programa de Conservación y Reubicación de Flora y Fauna silvestre
Indicador de Realización	Se medirá la relación proporcional del número de personas a las que se impartió la capacitación, respecto del total de empleados que laboran en la construcción.
Indicador de Efectos	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación/) es igual a 1.
Umbral de Alerta	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación) sea mayor a 1 pero menor a 1.1.
Umbral Inadmisible	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación) sea mayor a 1.1
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 18 meses La supervisión se realizará durante el tiempo que dure el programa de la obra o calendario de trabajo (preparación del sitio y construcción)
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo de la LT. Se hará en presencia del personal que supervise el proyecto. Éstos presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental (Mediante las listas de asistencia de las pláticas de capacitación).
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o ingeniero ambiental y en la relación ambiental con el Proceso constructivo del proyecto.
Registros de control de la supervisión ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.

Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad y se intensificará la supervisión. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no Conformidad y la aplicación de las medidas arriba señaladas. Se pedirá al contratista que aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concienciación, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la fauna silvestre

VII.4.1 Definición del Control del Seguimiento Ambiental

El Control que se realizará para darle seguimiento al Programa de Seguimiento Ambiental (PSA) se llevará a cabo como se indica en la Tabla VII.11.

Tabla VII.12 Matriz del control del Seguimiento Ambiental

	Entidad Ejecutante	Instrumento de Aplicación	Resp. de la Ejecución	Resp. de la Comprobación o Supervisión	Documento a Inspeccionar	Documento control de la Comprobación o	Punto de Comprobación/ Supervisión	Medidas correctoras o complementarias	Control del Seguimiento Ambiental
Aire	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV	Programa de Mantenimiento de equipo, maquinaria y automotores	Encargado de Obra	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV /Responsable en campo	Bitácora de mantenimiento de equipo, maquinaria y automotores	Bitácora Ambiental	Oficinas o sitio de Obra cuando se considere conveniente	Las Medidas correctoras o complementarias se definen en tiempo y forma a partir de la Comprobación o Supervisión Se atenderán las No conformidades por la Entidad Ejecutante y el Responsable de la ejecución	Informe semestral y Final
Suelo	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV	Medidas de protección y conservación de suelos Bitácora de residuos solidos no peligrosos Bitácora de residuos sólidos peligrosos	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV /Responsable en campo	Medidas de protección y conservación de suelos Bitácora de residuos sólidos no peligrosos Bitácora de residuos solidos peligrosos	Bitácora Ambiental.	En los tramos donde se estén realizando labores a largo de la LT y en los sitios de disposición temporal de residuos		
Agua	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV	Permiso Municipal o autorización de proveedor	Encargado de Obra	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV /Responsable en campo	Permiso Municipal o autorización de proveedor	Bitácora Ambiental.	Frente de obra		
Fauna	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV	Programa de Conservación y Reubicación de Flora y Fauna silvestre	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV /Responsable en campo	Bitácora de la Ejecución del Programa	Bitácora Ambiental	En los tramos donde se estén realizando labores a largo de la LT		
Flora	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV	Programa de Conservación y Reubicación de Flora y Fauna silvestre	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV	Fuerza y Energía Limpia de Tizimín SA de CV /Responsable en campo	Bitácora de la Ejecución del Programa	Bitácora Ambiental	áreas de maniobra y armado de estructuras, brecha de maniobras y patrullaje y áreas de tendido y tensado de cable		

VII.5 Conclusión

1. Considerando que con la construcción de este proyecto se contribuirá a satisfacer el crecimiento de la demanda de energía eléctrica esperada para las localidades del Municipio de Tizimín en el estado de estado de Yucatán, y de manera adicional, a las actividades productivas de la región.
2. Que, del análisis de los instrumentos normativos aplicables a la zona en estudio, el proyecto no se contrapone con alguna de sus políticas de Desarrollo Estatal o municipal.
3. Que, de los estudios de campo y el análisis del medio físico, biológico, social y económico, se determinó que la gran mayoría de los impactos identificados y evaluados pueden ser evitados, minimizados o compensados a corto y mediano plazo.
4. Y que por la construcción del proyecto se prevé impactar mayormente al suelo (características físicas y químicas), vegetación (cobertura), fauna (distribución) y al paisaje (calidad visual e intrínseca); sin embargo, con la aplicación de las medidas de mitigación descritas en el Capítulo VI, se estima minimizar y controlar en gran parte los impactos ambientales que resulten por la construcción y operación del proyecto. Cabe resaltar los impactos residuales se manifiestan principalmente en el factor perceptual como consecuencia del desmonte y del hincado y armado de estructuras, tendido y tensado de cables y vestido de estructuras. Para el caso del desmonte existen algunas medidas que se presume podrían minimizar el impacto; caso contrario para el caso del hincado y armado de estructuras, tendido y tensado de cables y vestido de estructuras.

Se concluye que con la instrumentación de las medidas de mitigación expuestas en el capítulo VI de la presente MIA, el proyecto LT Parque Eólico Tizimín – SE. Tizimín, es viable ambiental y socialmente.



CAPÍTULO VII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores

.

Contenido

VIII.1. Introducción 3

VIII.1.1 Planos definitivos 3

VIII.1.2. Estimación del balance hídrico:..... 3

VIII:1.3. Muestreo de flora..... 3

VIII:1.4 Muestreo de fauna silvestre: 5
VIII:1.5 Evaluar los impactos ambientales: 7
VIII:1.6 Metodología para evaluar los impactos ambientales 7
VIII:1.7 Elaboración de las medidas de mitigación: 8
VIII:1.8 Pronósticos ambientales: 8
VIII 2 Anexos 10

VIII.1. Introducción

En este apartado se presenta la metodología que se utilizó para la elaboración de la información contenida en los capítulos del presente estudio.

VIII.1.1 Planos definitivos

Los temáticos que se presentan en la Manifestación de Impacto Ambiental fueron elaborados en base a la cartografía digital de INEGI serie V.

Estos temáticos son la guía para la interpretación cartográfica.

Para el trabajo de las cartas con la inserción del proyecto se utilizaron los Programas AutoCad, ArcView y Arcgis.

VIII.1.2. Estimación del balance hídrico:

El balance hídrico para el Sistema Ambiental se estimó de acuerdo al segundo método de Thornthwaite (1948), a partir de los datos de temperatura y precipitación de cada estación climatológica, para la estimación de los índices e indicadores (en el Capítulo IV de la presente MIA se presentan los resultados).

VIII:1.3. Muestreo de flora

-Muestreo de flora realizado en el área donde se ubica el proyecto

Se llevó a cabo un análisis de la comunidad vegetal reconocida que se distribuye en el predio del proyecto, mediante el método de Müller-Dombois y Ellenberg (1974), en el cual se indica realizar un diseño de muestreo que a continuación se describe:

Para la medición de los parámetros estructurales de las comunidades vegetales del área del proyecto, se realizó en los meses de septiembre y octubre del 2016. Así mismo, se revisó y analizó la información bibliográfica sobre temas relacionados con vegetación y florística publicados para la región.

En esta visita de campo se realizó un reconocimiento del área, registro de los diferentes factores ambientales, condiciones ecológicas y aspectos

socioeconómicos; y posteriormente se realizó la medición o registro de los parámetros de los individuos vegetales y sus comunidades conforme a los siguientes puntos.

a) De acuerdo a la clasificación de INEGI (*Serie V*), se definieron las siguientes comunidades vegetales: vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y en mayor porcentaje pastizales cultivados en el área del proyecto. Se estableció la cantidad de sitios de muestreo con el fin obtener una muestra representativa de su estructura, composición y condiciones ecológicas.

b) Se hicieron recorridos con el objeto de seleccionar las áreas de acceso y así establecer las parcelas de muestreo mediante un muestreo estratificado; se determinó realizar parcelas de cincuenta metros por veinte metros para la vegetación arbórea y parcelas de cinco por cinco metros para el estrato arbustivo, por último, se realizaron parcelas de un metro por un metro para el estrato herbáceo después se procedió a medir y a contabilizar a todos los individuos presentes.

c) En cada parcela se registró nombre de la especie, número de individuos, altura de cada uno de ellos y su cobertura. Así mismo, se registraron características físicas y ecológicas del sitio.

d) Trabajo de gabinete. Se identificaron las especies y se determinaron los parámetros estructurales de la comunidad como: densidad relativa, cobertura relativa y frecuencia relativa con el fin de obtener el valor de importancia de cada especie mediante la suma de los parámetros para posteriormente proceder a la descripción de cada comunidad vegetal.

La determinación de los índices de valor de importancia se realizó de la siguiente manera:

$$Densidad = \frac{Número\ de\ individuos}{Área\ muestreada}$$

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ por\ especie}{Total\ de\ densidad\ de\ todas\ la\ especies} x\ 100$$

$$Dominancia = \frac{Total\ del\ área\ basal\ o\ cobertura\ de\ copa}{Área\ muestreada} x100$$

$$Dominancia\ relativa = \frac{Dominancia\ por\ cada\ especie}{Total\ de\ dominacia\ de\ todas\ la\ especies} x100$$

$$Frecuencia = \frac{En\ cuantos\ muestreo\ ocurrio\ la\ especie}{Total\ de\ muestreo} x100$$

$$Frecuencia\ relativa\ \frac{En\ cuantos\ muestreo\ ocurrio\ la\ especie}{Total\ de\ muestreo} x100$$

$$Valor\ de\ importancia = \frac{Densidad\ relativa + Dominancia\ relativa + Frecuencia\ relativa}{3} x100$$

$$índice\ de\ dominancia\ relativa = \frac{Densidad\ relativa + Dominancia\ relativa}{2} x100$$

La determinación del índice de Diversidad se utilizó el de Shannon o de Shannon-Wiener: $\boldsymbol{H' = -\sum_{i=1}^{s} pi\ (ln\ pi)}$

La determinación del índice de equidad de Pielou:

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

VIII:1.4 Muestreo de fauna silvestre:

En este apartado se describe la metodología, técnicas y materiales utilizados para obtener la información necesaria en la descripción y caracterización del medio biótico faunístico existente en el área de estudio del proyecto. El inventario de la fauna silvestre en el área de estudio se realizó en tres etapas:

Primera etapa: En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar, así como para conocer el estado que tienen las poblaciones que allí se distribuyen.

Segunda etapa: Durante esta etapa se realizó el trabajo de campo en los meses de septiembre y octubre del 2016. El muestreo de fauna se realizó para cuatro grupos faunísticos: Aves, Mamíferos, Anfibios y reptiles. El trabajo consistió en muestreos y observaciones de fauna en áreas representativas del proyecto, esto es, en los sitios donde se elaboraron los muestreos de vegetación preferentemente. Para la determinación de los individuos encontrados se utilizaron guías de campo, además con la experiencia del grupo participante se logró identificar gran parte de los hallazgos de la fauna.

También se realizaron muestreos nocturnos, recorriendo por veredas y brechas apoyados por linternas de mano. Otra técnica utilizada, tanto de día como de noche fue recorrer las brechas y caminos a una velocidad no mayor a los 30 km/h, a fin de detectar a los ejemplares que los cruzaran en tales momentos.

Cabe mencionar que, como complemento a los recorridos realizados en los sitios de muestreo de vegetación, se realizaron muestreos sistemáticos de fauna, es decir, además de aplicar el método de muestreo directo (trampeo), también se aplicaron técnicas del método indirecto (avistamientos, cámaras de infrarrojo, toma de fotografías e información de huellas, identificación por medio de excretas, plumas, cantos, etc.).

Tercera etapa: Durante esta parte, la información recabada de la bibliografía se complementó y se corrigió con la de campo, integrándose así el listado final potencial de las especies de vertebrados y los resultados de los trabajos de campo se procesaron y analizaron estadísticamente.

VIII:1.5 Evaluar los impactos ambientales

En el capítulo V de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se identifican, evalúan y describen los impactos que se podrían ocasionar durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, cabe mencionar que se identificaron y evaluaron las acciones correspondientes al proyecto.

VIII:1.6 Metodología para evaluar los impactos ambientales

Para la identificación de impactos se utilizó la matriz de Leopold modificada; y para la valoración de los impactos identificados en dicha matriz, se utilizó una modificación de la metodología propuesta de Bojórquez *et al* (1998). La metodología utilizada comprende las siguientes etapas:

1. Elaboración de una lista de las actividades relevantes que comprende el proyecto. La primera etapa consistió en sintetizar y ordenar todas las actividades relacionadas con la preparación del sitio, la construcción, operación y mantenimiento del proyecto. Con base en esta información se elaboró una lista de las actividades principales.

2. Elaboración de una lista de factores y componentes ambientales. En esta etapa se elaboró el inventario de los factores y componentes ambientales del área de estudio que podrían ser afectados por las actividades del proyecto.

3. Identificación de interacciones ambientales. Para identificar las interacciones existentes entre las actividades del proyecto y obras asociadas y los componentes ambientales, se elaboró la matriz de identificación de interacciones ambientales (matriz de Leopold,

modificada). En esta matriz se ordenaron sobre las columnas las actividades del proyecto que resultaron del desarrollo de la etapa 1 de este apartado, y sobre los renglones o filas, se incluyeron los componentes ambientales relacionados en la etapa 2.

4. Asignación de categorías de impacto. Después de identificar las interacciones ambientales relevantes para las diferentes etapas del proyecto, se procedió a calificar su impacto, considerando para ello los índices básico y complementario propuestos por Bojórquez *et al* (1989).

5. Los parámetros básicos considerados fueron: dimensión, desarrollo o extensión, permanencia, certidumbre y reversibilidad. Los parámetros complementarios utilizados son: sinergia, acumulación, controversia y viabilidad y eficiencia de las medidas de mitigación adoptadas.

VIII:1.7 Elaboración de las medidas de mitigación:

Las medidas de mitigación que se propusieron en el capítulo VI se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la evaluación de impactos realizada en el capítulo V. Se han analizado, a partir de las características técnicas del proyecto y sus impactos significativos negativos y positivos, una serie de acciones y actividades como los más adecuados para disminuir aquellos impactos significativos negativos.

VIII:1.8 Pronósticos ambientales:

Para el escenario sin proyecto se tomó como base en una primera instancia el Método de valoración a través de componentes del paisaje y se parte del concepto de Conesa Fdez-Vítora (1995), que define la Estética como "*aquello que está relacionado con las características tanto de los objetos observados como las de los*

seres humanos que los perciben y cuya combinación hace que el objeto sea agradable o desagradable".

Para el escenario con proyecto y para el escenario aplicando las medidas de mitigación se realizó mediante el Diagrama Causal (de flujo), es característico de la Dinámica de Sistemas y el cual recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos. Una vez que se tiene la información de los modelos, se realiza el análisis del escenario modificado por el proyecto.

VIII 2 Anexos

A continuación, se presentan el listado de anexos que forman parte de este apartado.

Anexo I.- Documentos legales del promovente

Anexo II.- Documentos legales del prestador de servicios

Anexo III.- Planos

Anexo IV.- Temáticos

Anexo V.- Programas

Anexo VI. - Memoria fotográfica

Anexo VII. – Matrices y memorias de cálculo (Digital)