



SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

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

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPITULO I

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

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

I.1 PROYECTO	2
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO	3
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO	3
I.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	4
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE	4
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	4
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE	4
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. EN SU CASO, ANEXAR COPIA CERTIFICADA DEL PODER CORRESPONDIENTE	5
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES	5
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	5
I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	5
I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP	5
I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO	5
I.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	5

Índice de cuadros

Cuadro 1. Características de la línea del proyecto	2
Cuadro 2. Coordenadas de la L.T. SET-Ixtepec Potencia (WGS 1984, UTM Zone 15N)	4

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto	3
----------------------------------	---

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

I.1 PROYECTO

El proyecto consiste en la instalación de una línea de transmisión eléctrica, la cual se define como aquella que conduce la energía eléctrica con tensiones de 400 kV o mayores, la cual iniciará en la futura Subestación SET y terminará en la Subestación Ixtepec Potencia.

Este proyecto tendrá una longitud de 24.1 km soportada en 80 estructuras de acero. En el siguiente cuadro se muestra la descripción técnica, de acuerdo a las especificaciones de ingeniería para este tipo de obras; así como las características particulares del proyecto.

Cuadro 1. Características de la línea del proyecto

Nombre del Proyecto	L.T. SET – IXTEPEC POTENCIA
Origen y destino de la línea	El proyecto partirá de la Subestación SET y concluye en la Subestación Ixtepec Potencia, atravesando los municipios de Unión Hidalgo, Juchitán de Zaragoza, Asunción Ixtaltepec y Ciudad Ixtepec en el estado de Oaxaca.
Tensión nominal	400 kilovolts (kV)
Número de circuitos	2 circuitos
Tipo de cable	1113 ACSR/AS
Numero de fases	3 fase por circuito
Longitud de la línea	24.1 kilómetros (km)
Ancho del derecho de vía	36.0 metros (m)
Número y tipo de torres	80 torres de acero, de tipo suspensión, deflexión y remate.
Distancia promedio entre torres	300 m
Vida útil	Permanente, requiriendo únicamente actividades de mantenimiento y sustitución de componentes como herrajes, aisladores, piezas de perfil estructural y cables del sistema de tierras, cuando se considere necesario y continuar con el servicio.

La subestación S.E. Ixtepec Potencia se encuentra en operación, sin embargo, se plantea una ampliación; mientras que la subestación S.E. SET es nueva, ambas actividades se consideran dentro de este estudio.

Cuadro 2. Características de la SE SET

Nombre del Proyecto	Subestación SET
Generales	Instalación nueva tipo subestación intemperie, la cual contará con dos alimentadores de 400 kV para recibir las líneas de transmisión que enlazan esta subestación con la SE Ixtepec Potencia
Bancos de transformación	Tres de 300 MVA cada uno, formados por autotransformadores monofásicos de 100 MVA cada uno con tensiones de 400/230/34.5 kV más una unidad de reserva

Banco de reactores	Un banco de 100 MVAR a barras de 400 kV formados por unidades monofásicos de 33.33 MAVr cada uno en tensiones de 400 kV más una unidad de reserva
Bahía de un amarre	Bahía de una amarre en 230 kV
Bahía de transferencia	Bahía de transferencia en 230 kV
Otros	Alumbrado exterior en la zona eléctrica y barda perimetral, así como sistema contra incendios en caseta de control y zona eléctrica

I.1.1 Nombre del proyecto

L.T. SET – Ixtepec Potencia y SE.SET

I.1.2 Ubicación del proyecto

La L.T. SET – Ixtepec Potencia, se encuentra localizada en territorio nacional, dentro del estado de Oaxaca. De acuerdo al Marco Geoestadístico Municipal del 2010 (INEGI 2010), atraviesa por los municipios de Unión Hidalgo, Juchitán de Zaragoza, Asunción Ixtaltepec, Ciudad Ixtepec. El plano de ubicación regional de la L.T. SET – Ixtepec Potencia (Escala 1:50,000) se presenta en el Anexo Cartográfico, donde se puede verificar la trayectoria del proyecto.

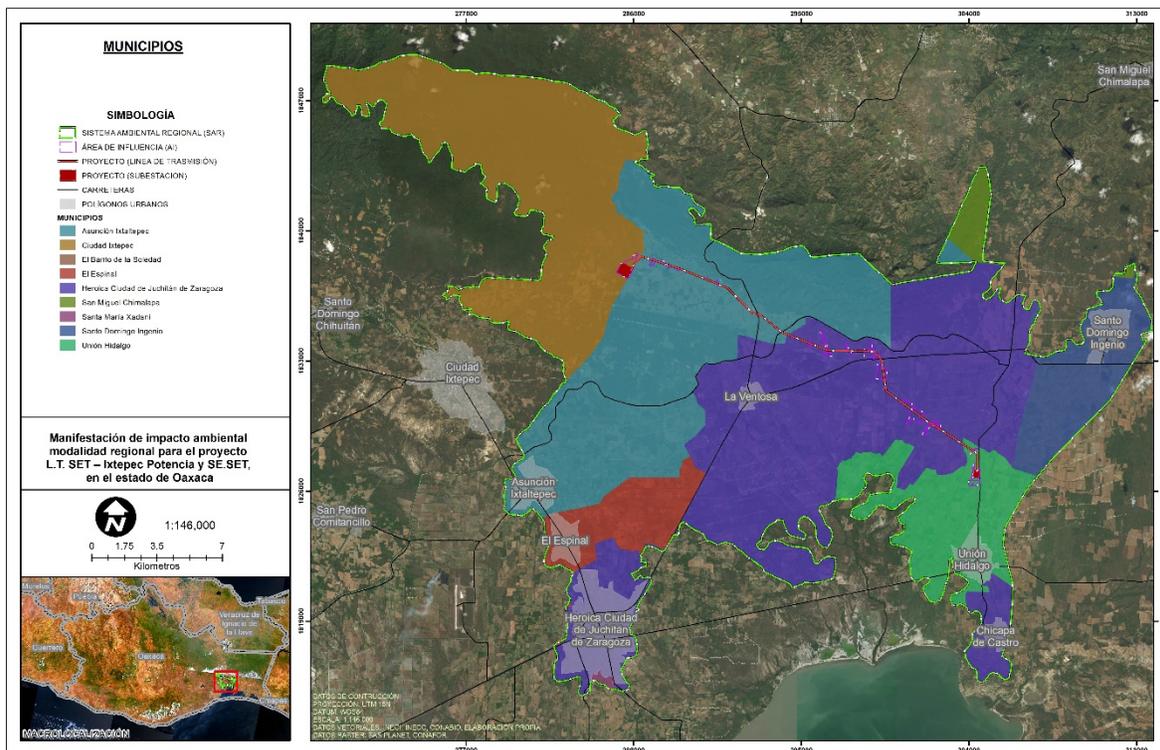


Figura 1. Ubicación del proyecto

El acceso principal para llegar al tramo de la Línea de Transmisión es por la carretera número 190, tramo La Ventosa – Santo Domingo Zanatepec. A continuación, se presentan las coordenadas UTM de inicio y fin de la L.T.

Coordenadas de Inicio: PI-Bahía de Salida: X 304,426.88 – Y 1,827,029.00

Coordenadas de Fin: PI Bahía: X 285,812.66 – Y 1,837,833.17

Las coordenadas de los puntos de inflexión se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Coordenadas de la L.T. SET-Ixtepec Potencia (WGS 1984, UTM Zone 15N)

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y
Bahía de salida	304,426.88	1,827,029.00
1	304,426.89	1,828,036.58
2	302,127.98	1,829,532.02
3	301,875.01	1,829,680.00
4	299,549.31	1,831,391.98
5	299,325.16	1,833,018.66
6	298,919.26	1,833,505.93
7	296,393.66	1,833,571.27
8	293,939.26	1,834,549.79
9	292,765.62	1,835,514.11
10	292,366.14	1,835,580.25
11	291,025.81	1,836,932.57
12	288,515.99	1,837,951.13
13	286,424.13	1,838,614.25
14	285,999.64	1,838,174.34
15	285,852.56	1,837,902.55
Bahía de Llegada	285,812.66	1, 837, 833.17

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

El proyecto se considera de utilidad permanente; sin embargo, se estima una vida útil de 40 años debido a la calidad y duración de los materiales con los que se construye. Cabe señalar que durante este periodo la infraestructura recibirá mantenimiento tanto preventivo como correctivo, y es probable que la infraestructura sea renovada.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social

Banco INVEX, S.A., Institución de Banca Múltiple, INVEX Grupo Financiero

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

BIN940223KE0

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

Jesús Abril Medina, Martinho Noro de SA, se anexa copia del poder.

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

Paseo de la Reforma 505, piso 37, C.P 06500, Colonia Cuauhtémoc, Delegación Cuauhtémoc, Cd de México

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**I.3.1 Nombre o razón social**

QUIITAIN CONSULTORIA AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

QCA090930JAA

I.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED]

I.3.3.1 Encargados de la elaboración del estudio

[REDACTED]

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

[REDACTED]

LOS ABAJO FIRMANTES BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD, DECLARAN QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR, DEL PROYECTO DENOMINADO **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA EL PROYECTO L.T. SET – IXTEPEC POTENCIA Y SE.SET, EN EL ESTADO DE OAXACA**, BAJO SU LEAL SABER Y ENTENDER, ES REAL Y FIDEDIGNA Y QUE SABEN DE LA RESPONSABILIDAD EN QUE INCURREN LOS QUE DECLARAN CON FALSEDAD ANTE LA AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DISTINTA DE LA JUDICIAL, TAL Y COMO LO ESTABLECE EL ARTÍCULO 247 DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, ASÍ MISMO DECLARAN QUE LOS RESULTADOS SE OBTUVIERON A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS COMÚNMENTE UTILIZADAS POR LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DEL PAÍS Y DEL USO DE LA MAYOR INFORMACIÓN DISPONIBLE, Y QUE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN SUGERIDAS SON LAS MÁS EFECTIVAS PARA ATENUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

PROMOVENTE

Martinho Noro de SA

Representante legal

[REDACTED]

Representante Legal de Banco INVEX, S.A.,
Institución de Banca Múltiple, INVEX Grupo Financiero

CONSULTOR

[REDACTED]

[REDACTED]

Responsable Técnico

MAYO 2019

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
II.1 Información general del proyecto	4
I.1.1 Naturaleza del proyecto	4
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización	7
II.1.4 Inversión requerida	11
II.1.5 Dimensiones del proyecto	12
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias	25
II.2 Características particulares del proyecto	33
II.2.1 Programa general de trabajo	38
II.2.2 Preparación del sitio	39
II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	42
II.2.4 Etapa de construcción	44
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento	49
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto	52
II.2.7 Etapa de abandono del sitio	53
II.2.8 Utilización de explosivo	54
II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera	57
II.2.10 Disposición final de residuos urbanos	59
II.2.11 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos	61

Índice de cuadros

Cuadro 1. Características de la LT	4
Cuadro 2. Coordenadas de la L.T. SET-Ixtepec Potencia (WGS 1984, UTM Zona 15N)	8
Cuadro 3. Coordenadas de la ubicación de las torres. (WGS 1984, UTM Zona 15N)	9
Cuadro 4. Monto de inversión física en pesos requeridos para el proyecto	11
Cuadro 5. Superficies del proyecto	12
Cuadro 6. Superficie total del proyecto y descripción de las superficies por tipo de uso de suelo en general	12
Cuadro 7. Descripción de las superficies por tipo de uso en el área del derecho de vía y superficie total para la línea de transmisión.	14
Cuadro 8. Superficie con ocupación permanente por el proyecto	14
Cuadro 9. Superficies de ocupación por categorías de USVEG dentro del DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET; INEGI (Serie VI, 2016).	15
Cuadro 10. Superficies de ocupación por categorías de USVEG en el DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.; Fotointerpretación (FI, 2018).	19
Cuadro 11. Superficie total del proyecto	25
Cuadro 12. Porcentaje de superficie ocupada para obras permanentes	25
Cuadro 13. Superficies de ocupación por categorías de USVEG a nivel de SAR y AI (INEGI, Serie VI, 2016).	27
Cuadro 14. Comparativa del USVEG a nivel de AI, L.T SET- Ixtepec Potencia (DDV), SE Ixtepec Potencia y SE. SET., INEGI (Serie VI, 2016) y L.T SET- Ixtepec Potencia (DDV), SE Ixtepec Potencia Y SE. SET (Fotointerpretación), en áreas de afectación a la vegetación temporal y permanente.	28
Cuadro 15. Características particulares de la línea de transmisión	33
Cuadro 16. Programa general de trabajo para L.T SET- Ixtepec Potencia.	38
Cuadro 17. Programa de trabajo para la SE SET.	38
Cuadro 18. Programa de trabajo para la SE Ixtepec Potencia	39
Cuadro 19. Volumen de suelo derivado de excavaciones	41
Cuadro 20. Actividades de mantenimiento para la L.T. SET – Ixtepec Potencia y su periodicidad	52
Cuadro 21. Consumo de agua	53
Cuadro 22. Materiales y Sustancias de manejo especial para la línea de transmisión	54
Cuadro 23. Requerimientos de combustible	55
Cuadro 24. Maquinaria y equipo que se utilizará en la obra	56
Cuadro 25. Generación y manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para la L. T. Eléctrica SET – Ixtepec Potencia	58
Cuadro 26. Afectaciones al ambiente en las distintas etapas del proyecto.	60

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto	8
Figura 2. Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía del proyecto	13
Figura 3. A) Para INEGI la cobertura reportada es (VSa/SBK), B) Vista satelital donde se observa una instalación existente de SE. Ixtepec Potencia, donde no se presenta el tipo de vegetación reportado por INEGI, C) Vista terrestre del uso actual del suelo que forma parte de SE. Ixtepec Potencia, subestación donde se pretende recibir las líneas provenientes de la SE. SET.	16
Figura 4. A) Para INEGI la cobertura reportada es agrícola (TA), B) Vista satelital donde se establece un manchón con vegetación existente (VSa/SBK), C) Vista terrestre del uso actual del suelo con superficies forestales (VSa/SBK), por tanto, no puede considerarse como uso agrícola, cuando la cobertura existente es otra.	17

Figura 5. A) Para INEGI la cobertura reportada es (PC), B) Vista satelital donde se establece un manchón con vegetación existente (VSa/SBC), C) Vista terrestre del uso actual del suelo con superficies forestales (VSa/SBC), por tanto, no puede considerarse como un pastizal, cuando la cobertura existente es otra.	18
Figura 6. Condición de cobertura FI generada; A) Imagen satelital de Google Earth con algunos polígonos delimitados en base a su condición forestal y no forestal; B y D) Imagen terrestre con superficies “forestales”, C) Imagen terrestre con superficies “no forestales”.	21
Figura 7. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del SA, escala 1: 146,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo cartográfico.	26
Figura 8. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del AI, escala 1: 65,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo cartográfico.	27
Figura 9. En la zona de estudio y colindancias próximas se observan una gran cantidad de parques eólicos y líneas de transmisión eléctrica en operación.	30
Figura 10. En la zona del proyecto y colindancias se observan una gran cantidad de caminos en terracería y carreteras pavimentadas, mismos que presentan distintos anchos y condiciones.	30
Figura 11. Canal de riego de amplias dimensiones, en sus márgenes no se observa cobertura forestal, únicamente el desarrollo de especies herbáceas, donde es común el crecimiento de pastos que arropan los taludes.	31
Figura 12. Canal de riego que recorre amplias superficies que presentan pastizal cultivado, donde es común observar ganado, en estos sitios el agua del canal continuamente se desborda, esto genera encharcamientos en algunas áreas donde imperan los pastos.	31
Figura 13. Canal de riego donde predomina <i>Typha domingensis</i> (Tule), especie que ha colonizado una gran cantidad de canales formando masas muy densas.	32
Figura 14. Canal de riego, se muestran pastizales inundados por el desbordamiento, al fondo se observan líneas de transmisión eléctricas existentes y en operación.	32
Figura 15. Pastizales encharcados colindantes a un parque eólico en operación.	32
Figura 16. Esgurrimiento intermitente en barrancas formadas donde cruza el proyecto; cabe destacar, que la vegetación remanente observada forma parte de la VSa/SBC, sin formar comunidades riparias.	33
Figura 17. Ganado incorporado a jawey para hidratarse.	33
Figura 18. Subestación SET (proyecto nuevo)	35
Figura 19. Subestación Ixtepec Potencia estado actual	36
Figura 20. Subestación Ixtepec Potencia ampliación	37

Índice de gráficas

Gráfica 1. Comparación en hectáreas de USVEG de los datos obtenidos de INEGI (Serie VI, 2016) y fotointerpretación (FI, 2018).	19
Gráfica 2. Superficies en hectáreas para la condición de cobertura (DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.); Fotointerpretación (FI).	22
Gráfica 3. Porcentaje de ocupación para la condición de cobertura (DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.), en áreas de afectación a la vegetación temporal y permanente; Fotointerpretación (FI).	23
Gráfica 4. Áreas del proyecto. La escala representativa es logarítmica base 10.	29

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Con base a la magnitud y la dispersión geográfica de la demanda, así también como a la localización de las centrales generadoras de electricidad; la interconexión se ha hecho de manera gradual debido a que, en algunas partes del país, los centros de generación y consumo de electricidad se encuentran alejados entre sí.

Para poder integrar y aprovechar eficientemente los recursos de generación eléctrica instalados en el sistema, se debe contar con una red de transmisión confiable. Mientras tanto, con el tiempo se ha ido conformando un sistema de interconexión que cubre gran parte del país. Donde a través de la red troncal se realiza el intercambio de grandes bloques de energía entre regiones, formada por líneas de transmisión (niveles de tensión 400 kV).

La LT SET- Ixtepec Potencia, incluida en el proyecto 303 LT Red de Transmisión asociada a la Segunda Temporada Abierta de Oaxaca, forma parte de los proyectos de Infraestructura Productiva de Largo Plazo y tiene como objetivo transmitir toda la energía eléctrica que se genere en los parques eólicos de los auto abastecedores e interconectarla a la SE Ixtepec Potencia para su incorporación a la red del sistema eléctrico nacional.

I.1.1 Naturaleza del proyecto

Nombre del Proyecto: L.T. SET – Ixtepec Potencia y SE.SET

Características: 400kV-2C-24.10 km-1113-ACSR/AS-3C/F-TA

El proyecto LT SET- Ixtepec Potencia, este proyecto se considera como una línea de transmisión eléctrica, la cual se define como aquella que conduce la energía eléctrica con tensiones de 400 kV o mayores la cual iniciará en la futura Subestación SET y terminará en la Subestación Ixtepec Potencia, en el estado de Oaxaca.

En el siguiente cuadro se presentan las especificaciones técnicas más relevantes de la línea de transmisión:

Cuadro 1. Características de la LT

Características	Unidades
Longitud del proyecto	24.10 Km (24,100.00 m)
Ancho del derecho de vía	36.0 m
Voltaje	400 kV
Circuitos	2
Superficie total (DV*longitud)	86.76 ha (0.89 ha son compartidas con las poligonales de las subestaciones)
Número de estructuras	80

Por su parte las características de la subestación SET serán las de una instalación nueva tipo subestación intemperie (ver inciso II.2), la cual contará con dos alimentadores de 400 kV para recibir las líneas de transmisión que enlazan esta subestación con Ixtepec Potencia, contará también con:

- Tres bancos de transformación de 300 MVA cada uno, formados por autotransformadores monofásicos de 100 MVA cada uno con tensiones de 400/230/34.5 kV más una unidad de reserva.
- Un banco de reactores de 100 MVAr a barras de 400 kV formados por unidades monofásicos de 33.33 MAVr cada uno en tensiones de 400 kV más una unidad de reserva.
- Bahía de un amarre es 230 kV.
- Bahía de transferencia en 230 kV

Las características y dimensiones del proyecto de la Línea de Transmisión Eléctrica SET – Ixtepec Potencia están acorde a lo supuesto en el Artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y a lo indicado Artículo 5° del Reglamento de la misma Ley, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (inciso K) fracción III e inciso O) fracción I), siendo competencia de la Federación, su evaluación y autorización en materia de impacto ambiental.

Por lo consiguiente, el proyecto requerirá autorización para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), de un total de 25.42 ha (16 % del derecho de vía). Dicho permiso implica la realización de un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en el que se compruebe la viabilidad de la obra considerando el entorno social, económico y ambiental, del proyecto.

Se respetará toda aquella vegetación dentro del derecho de vía, y aunque la autorización de Cambio de Uso de Suelo permita su remoción, pero por su altura no interfiere en el adecuado funcionamiento de los circuitos, es decir si estos no afectan la instalación de los circuitos no se removerá; mientras tanto la vegetación que presente las dimensiones apropiadas para su aprovechamiento serán utilizadas por los dueños y/o poseedores de estos recursos, que para este caso en particular se pretende que sea principalmente madera en menor medida (de uso doméstico como leña). Las actividades que en conjunto conforman la línea de transmisión de energía eléctrica de este proyecto tienen como objetivo conectar las subestaciones de SET a la Subestación de Ixtepec Potencia, ubicadas en el Estado de Oaxaca.

La S.E. Ixtepec Potencia se encuentra en operación, pero se plantea una ampliación, mientras que la S.E. SET es nueva, ambas actividades se consideran dentro de este estudio.

No se realizará ninguna otra obra adicional, mientras se encuentre en ejecución este proyecto, debido a los procesos constructivos que se emplearán, asimismo los campamentos del personal estarán en los poblados cercanos de donde se encuentre laborando el personal en cualquier momento de la obra.

El proyecto de manera imprescindible necesitará de estructuras de soporte que están fijadas sobre tierra firme, por lo tanto, se tiene que realizar un cambio de uso de suelo sobre el área de afectación, regulada por la Federación, a través de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento (LGDFS), paralelamente se ejecutará el

trámite para obtener el permiso de cambio de uso de suelo (ante la SEMARNAT) para obtener la autorización.

I.1.2 Selección de la trayectoria

I.1.2.1 Estudios de campo (Procedimiento de selección de trayectoria)

Para definir las alternativas de las trayectorias se consideran los siguientes parámetros de planeación:

Ambientales:

- Presencia de áreas naturales protegidas y sus restricciones.
- Minimizar la interferencia con zonas forestales y preferentemente forestales, así como la afectación a las mismas.
- Existencia de caminos y carreteras para facilitar el proceso de construcción y disminuir o evitar la apertura de nuevos caminos.

Económico:

- Reducir en lo posible los costos de construcción y de servidumbre de paso.
- Reducir el efecto de paso por zonas de alto valor económico.

Técnico:

- Distribución y ubicación de la infraestructura eléctrica existente, así como de las posibles ampliaciones o enlaces futuros.
- El trazo más factible para interconectar la S.E. SET con la S.E. Ixtepec Potencia.
- La Previsión de no-interferir con infraestructura existente, como son: oleoductos y/o gasoductos de PEMEX, carreteras autopistas, vías férreas, proyectos productivos de la SAGARPA, CNA. Así como con la propia infraestructura de la Comisión Federal de Electricidad.
- Que la trayectoria tenga el menor número de puntos de inflexión y de torres.
- Disponibilidad de infraestructura para almacenar los materiales de construcción.

Paisajístico:

- Evitar en lo posible la ubicación de torres en zonas con alto valor visual, como son las partes de los cerros o parte-aguas, lagos, entre otros.

I.1.2.2 Descripción de la alternativa de la trayectoria

Para este proyecto se consideró una sola alternativa de trayectoria para la cual se tomaron los siguientes aspectos, considerando los estudios de campo para su mayor eficacia:

Ambiental:

- Importancia de los hábitats que cruzan y la intensidad de afectación.
- Qué no se afecten áreas con vegetación conservada.
- Tratar de incidir en lo posible sobre el uso de zonas perturbadas históricamente por actividades antropogénicas (cultivos y potreros).
- Evitar o reducir la afectación en áreas naturales protegidas.

Social:

- Factibilidad de obtener anuencia de los propietarios de los predios afectados.
- Reducir en lo posible, la cercanía con zonas urbanas y/o suburbanas y zonas residenciales con alta plusvalía y en expansión.
- Antecedentes históricos de otros proyectos eléctricos que cruzan por la región.
- Evitar la afectación de patrimonios culturales existentes en la zona de estudio del proyecto.

Económico:

- Montos requeridos para la construcción del proyecto, incluyendo la estimación de costos indemnizatorios.
- Costos ambientales para la apertura de la brecha y delimitación del derecho de vía.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

La **L.T. SET – Ixtepec Potencia y SE SET**, se encuentra localizada en territorio nacional, dentro del Estado de Oaxaca. De acuerdo al Marco Geoestadístico Municipal del 2016 (INEGI 2016), atraviesa por los municipios de Unión Hidalgo, Juchitán de Zaragoza, Asunción Ixtaltepec, Ciudad Ixtepec. El plano de ubicación regional de la L.T. SET – Ixtepec Potencia (Escala 1:146,000) se presenta en el Anexo Cartográfico (Mapa Topográfico), donde se puede verificar la trayectoria del proyecto.

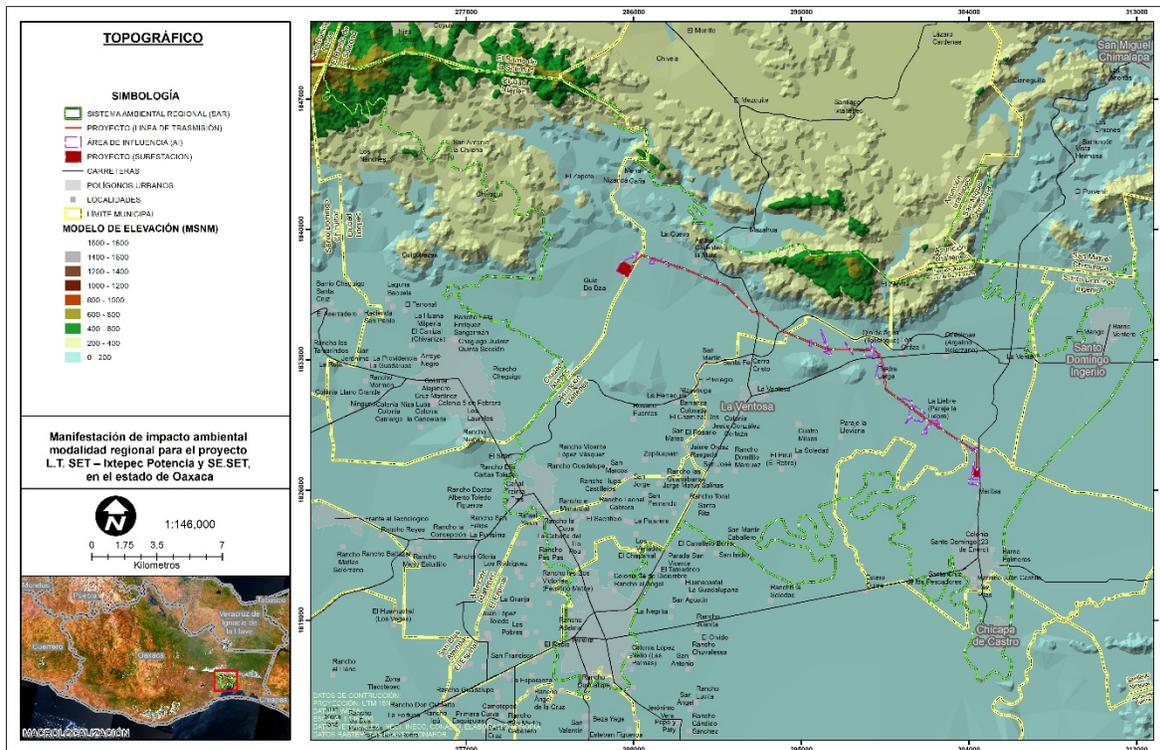


Figura 1. Ubicación del proyecto

El acceso principal para llegar al tramo de la Línea de Transmisión es por la carretera número 190, tramo La Ventosa – Santo Domingo Zanatepec. A continuación, se presentan las coordenadas UTM de inicio y fin de la L.T.

Coordenadas de Inicio: PI-Bahía de Salida:

X 304,426.88 – Y 1, 827, 029.50

Coordenadas de Fin: PI Bahía:

X 285,812.69 – Y 1, 837, 833.18

Las coordenadas de los puntos de inflexión se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Coordenadas de la L.T. SET-Ixtepec Potencia (WGS 1984, UTM Zona 15N)

Vértice	Coordenada x	Coordenada y
Bahía de salida	304,426.88	1,827,029.50
1	304,426.89	1,828,036.58
2	302,127.98	1,829,532.02
3	301,875.01	1,829,680.00
4	299,549.31	1,831,391.98
5	299,325.16	1,833,018.66
6	298,919.26	1,833,505.93
7	296,393.66	1,833,571.27

8	293,939.26	1,834,549.79
9	292,765.62	1,835,514.11
10	292,366.14	1,835,580.25
11	291,025.81	1,836,932.57
12	288,515.99	1,837,951.13
13	286,424.13	1,838,614.25
14	285,999.64	1,838,174.34
15	285,852.56	1,837,902.55
Bahía de Llegada	285,812.69	1, 837, 833.18

Cuadro 3. Coordenadas de la ubicación de las torres. (WGS 1984, UTM Zona 15N)

Torre	X	Y
1	304426.895	1827029.51
2	304426.895	1827329.26
3	304426.895	1827629.01
4	304426.895	1827928.77
5	304266.003	1828141.25
6	304014.733	1828304.7
7	303763.462	1828468.16
8	303512.189	1828631.61
9	303260.914	1828795.07
10	303009.638	1828958.52
11	302758.359	1829121.97
12	302507.08	1829285.43
13	302255.798	1829448.88
14	302000.847	1829606.39
15	301751.005	1829771.29
16	301509.593	1829949
17	301268.178	1830126.72
18	301026.762	1830304.43
19	300785.344	1830482.14
20	300543.924	1830659.85
21	300302.503	1830837.56
22	300061.08	1831015.28
23	299819.655	1831192.99
24	299578.228	1831370.7
25	299513.291	1831653.39
26	299472.37	1831950.37
27	299431.449	1832247.35
28	299390.527	1832544.33
29	299349.606	1832841.31

Torre	X	Y
30	299247.878	1833111.45
31	299055.998	1833341.79
32	298833.132	1833508.17
33	298533.438	1833515.92
34	298233.743	1833523.68
35	297934.049	1833531.44
36	297634.353	1833539.19
37	297334.657	1833546.94
38	297034.961	1833554.69
39	296735.264	1833562.44
40	296435.566	1833570.19
41	296154.12	1833666.78
42	295875.638	1833777.81
43	295597.155	1833888.84
44	295318.671	1833999.86
45	295040.184	1834110.89
46	294761.697	1834221.92
47	294483.208	1834332.94
48	294204.717	1834443.97
49	293928.417	1834558.7
50	293696.775	1834749.03
51	293465.131	1834939.37
52	293233.485	1835129.7
53	293001.837	1835320.03
54	292770.188	1835510.36
55	292475.665	1835562.12
56	292233.237	1835714.36
57	292022.181	1835927.3
58	291811.123	1836140.25
59	291600.064	1836353.19
60	291389.003	1836566.14
61	291177.941	1836779.09
62	290948.237	1836964.06
63	290670.42	1837076.81
64	290392.602	1837189.56
65	290114.782	1837302.31
66	289836.961	1837415.06
67	289559.138	1837527.81
68	289281.314	1837640.56
69	289003.488	1837753.3
70	288725.661	1837866.05
71	288445.873	1837973.36

Torre	X	Y
72	288160.056	1838063.97
73	287874.238	1838154.58
74	287588.419	1838245.18
75	287302.599	1838335.79
76	287016.777	1838426.39
77	286730.954	1838517
78	286445.129	1838607.6
79	286231.224	1838414.34
80	286023.022	1838198.57

II.1.4 Inversión requerida

Con base en la evaluación económica y financiera los proyectos son analizados en su rentabilidad, cuantificando los beneficios de los planes, con la finalidad de garantizar que la inversión asociada tenga una rentabilidad admisible. Se comparan las opciones de rentabilidad o costo mínimo, con el nivel de confiabilidad equivalente en el horizonte de estudio, donde cada una de ellas considera en Valor Presente (VP), los costos de inversión, operación y mantenimiento y pérdidas eléctricas. Y donde finalmente el plan más económico o viable es aquel cuyo VP resulta tener el mínimo costo.

Posterior a que se haya definido la opción de mínimo costo, se efectúa la evaluación económica, es decir un análisis de mínimo costo; a continuación, se muestran los costos totales que se requieren para realizar el proyecto.

En el cuadro siguiente se describe el monto de la inversión, tomando en cuenta el diseño, etapas del proyecto, trámites, actividades previas, construcción y monto total de la obra. Aunado a esto se reporta la información de la paridad (Fix) con respecto al dólar (moneda de USA), (\$20.29) al 9 de junio de 2018.

Cuadro 4. Monto de inversión física en pesos requeridos para el proyecto

Concepto	Monto (pesos \$)	Monto (dólares)
Actividades Previas requeridas para el proyecto	\$9,877,251.55	\$486,803.92
Costo para medidas preventivas y de mitigación ambiental	\$3,528,272.66	\$173,892.19
Construcción de la línea de transmisión eléctrica	\$99,443,089.85	\$4,901,088.70
Total para el proyecto	\$112,848,614.06	\$5,561,784.82
Ciento doce millones ochocientos cuarenta y ocho mil seiscientos catorce 6/100 M. N.		

II.1.5 Dimensiones del proyecto

II.1.5.1 Superficie del predio

El predio para la construcción de la línea de transmisión cuenta con una superficie de 85.87ha, resultado del análisis por medio de un sistema de información geográfica (SIG) (cabe mencionar que existe una variación de 0.89ha respecto al cálculo aritmético de la longitud de 24,100m multiplicados por el ancho del derecho de vía de 36m lo que nos arroja una superficie de 86.76ha, ya que la longitud de la línea de transmisión se encuentra inmersa en los polígonos de las subestaciones donde inicia y termina el proyecto) en base a la longitud de la línea y su derecho de vía (36 m), además de la superficie requerida para la instalación de la SE S.E.T. que es de 14.97 ha así como la superficie ocupada por la SE Ixtepec Potencia de 42.52 ha, lo que resulta en un total de 143.35 ha para el proyecto. Es importante mencionar que no se requiere una superficie nueva para las actividades de ampliación de la SE Ixtepec Potencia, ya que las actividades se realizan dentro del predio ocupado actualmente por la subestación.

Cuadro 5. Superficies del proyecto

Componente del proyecto	Superficie en Ha	Actividades
Línea de transmisión (LT)	85.87 (0.89 ha son compartidas con los polígonos de las SEs)	Proyecto a realizar (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).
SE S.E.T.	14.97	Proyecto a realizar (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).
SE Ixtepec Potencia	42.52	Proyecto de ampliación (construcción, operación y mantenimiento)
Total	143.35	

II.1.5.2 Superficie del proyecto

Dentro de la superficie del derecho de vía de la línea de transmisión, se instalarán tanto obras permanentes como temporales, para las cuales se requieren diferentes superficies. Por ello, en el cuadro siguiente se presentan los cálculos que se emplearon para determinar la superficie de ocupación para los diferentes componentes o áreas del Proyecto, mientras que en la figura se muestra el diagrama que esquematiza dichas áreas y se indica también el manejo de la vegetación que se tendrá dentro del derecho de vía del proyecto.

Para estos cálculos se considera la línea del proyecto como rectilínea por lo que las superficies ocupadas (temporales y permanentes) se puede simplificar a una relación de "longitud x ancho", dicha simplificación se utiliza en los cálculos mostrados, aunque cabe aclarar que las superficies ocupadas fueron calculadas también con apoyo de un SIG, de manera que se obtienen resultados más precisos para ser usado en el análisis de uso de suelo y tipos de vegetación (USVEG).

Cuadro 6. Superficie total del proyecto y descripción de las superficies por tipo de uso de suelo en general

Clave o nombre según	Fórmula
Área del derecho de vía (A)	$(\text{Longitud de línea} \times 36) / 10,000$

Área de la brecha de Maniobra y patrullaje (B)	$(\text{Longitud de línea} \times 4) / 10,000$
	Menos la superficie ocupada por la brecha de maniobra en cada torre $(12 \times 4 \times 80) / 10000$
Área para la base de las estructuras (C)	$((12 \times 12) \times 80) / 10,000$
Área de tendido o patio de tendido (D)	$(\text{Longitud de línea en m} / 5,000) \times ((36 \times 50) / 10,000)$
	Menos la superficie correspondiente a la brecha de maniobra y patrullaje de los patios de tendido. $(50 \times 4 \times 5) / 10,000$
Área de maniobras durante la construcción de estructuras (E)	$((36 \times 20) / 10,000) \times 80 - C1$
	Menos la superficie correspondiente al área de la brecha de maniobra y patrullaje $(20 \times 4 \times 80) / 10,000$

Nota. - si la longitud de línea y la longitud variable entre cada patio de tendido se toma en km, las fórmulas deberán omitir la división entre 10,000 para que su resultado quede en hectáreas.

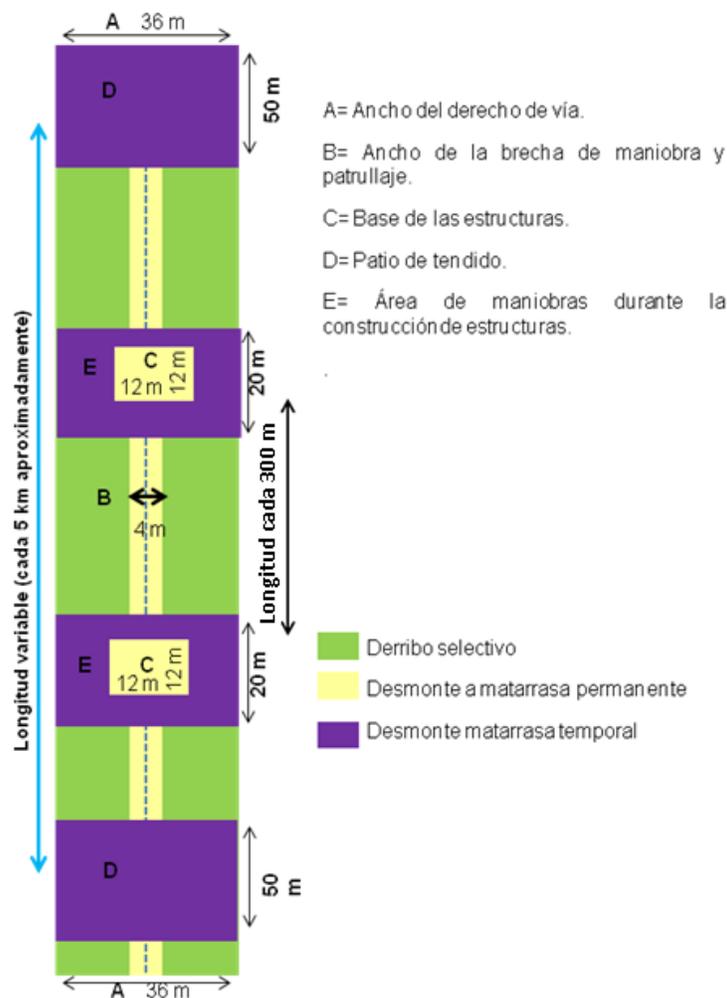


Figura 2. Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía del proyecto

Por otra parte, derivado de la aplicación de las fórmulas antes señaladas, en el siguiente cuadro se indica la superficie que se requiere para la construcción del Proyecto.

Cuadro 7. Descripción de las superficies por tipo de uso en el área del derecho de vía y superficie total para la línea de transmisión.

Clave o nombre según	Concepto	Superficie total (ha)	Superficie por tipo de afectación (ha)	
			Permanente	Temporal
A	Área del derecho de vía (obtenida por medio de SIG)	85.87	-	-
B	Área de la brecha de maniobra y patrullaje	9.64	9.64	-
C	Base de las estructuras	1.16	1.16	-
D	Patio de tendido	0.87	-	0.87
E	Área de maniobras para la construcción de estructuras	4.63	-	4.63

Por su parte la subestación SET al ser una instalación nueva, su instalación se realizará en un predio con superficie de 149,706.27 m² (14.97 ha) a ocupar de forma permanente.

Cuadro 8. Superficie con ocupación permanente por el proyecto

Superficie con ocupación permanente		
Concepto	Superficie (ha)	% del AI
Línea de transmisión	10.8	2.75
Subestación SET	14.97	3.81
Total	25.77	6.56

II.1.5.3 Superficie a afectar (ha) con respecto a la cobertura vegetal

En relación a la superficie sujeta a cambio de uso de suelo por la afectación de terrenos forestales (CUSTF), se presenta el desglose por tipo de vegetación. Para tal efecto, se justifican los resultados en apego a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento. Para poder determinar las afectaciones a la vegetación; fue necesario realizar un análisis de los elementos del proyecto y determinar las áreas requeridas para ubicar espacialmente las áreas a afectar. En este sentido, el proyecto contempla la instalación de una línea de transmisión eléctrica (L.T.), y de la Subestación SE. SET, la cual será el inicio de la Línea, y terminará en la Subestación SE. Ixtepec Potencia, en el estado de Oaxaca, considerando un derecho de vía (DDV) de 36 m.

Respecto a la vegetación a afectar tanto temporal como permanente, se realizó un trabajo mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando procedimientos de *Fotointerpretación* (FI) a partir de una imagen satelital de Google Earth y la caracterización de la vegetación en campo; con el fin de ajustar a mayor detalle las coberturas de uso de suelo y tipos de vegetación (USVEG), respecto a los datos vectoriales obtenidos de INEGI, (Serie VI, 2016); en este sentido, la FI se realizó a un solo nivel de proyecto que abarca el derecho de vía (DDV) de la L.T. y la futura Subestación

SE. SET; donde se pretenden llevar a cabo las actividades pretendidas para la afectación de la vegetación de forma temporal y permanente: Derribo selectivo (Ancho del derecho de vía), desmonte a matarrasa permanente (Brecha de maniobra y patrullaje y base de las estructuras) y desmonte a matarrasa temporal (Patio de tendido y área de maniobras durante la construcción).

Como primera base de análisis, los diferentes USVEG que serán afectados de manera temporal y permanente dentro del DDV de la L.T., y de la futura Subestación SE. SET., fueron obtenidos de datos vectoriales de INEGI (Serie VI, 2016), para conocer las áreas requeridas para las distintas obras y/o actividades del proyecto, con la finalidad de recopilar y revisar información cartográfica para generar un marco de referencia que permita identificar el área de interés y obtener un contexto general de la zona de trabajo como línea inicial. Vale la pena mencionar, que el proyecto integra superficies de la existente S.E. Ixtepec Potencia; sin embargo, en esta no se pretende llevar a cabo actividades de afectación a la vegetación, por lo que el área que conforma fue considerada como “no forestal”; más adelante se especifican las superficies referidas con fines prácticos. La siguiente tabla muestra en orden de mayor superficie los diferentes USVEG y superficies obtenidas en base a INEGI.

Cuadro 9. Superficies de ocupación por categorías de USVEG dentro del DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET; INEGI (Serie VI, 2016).

Clave	USVEG	Superficie (ha) y (%)
PC	Pastizal cultivado	58.00 (40.5)
VSa/SBK	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia	44.90 (31.3)
TA	Agricultura de temporal anual	33.26 (23.2)
VPI	Palmar inducido	4.45 (3.1)
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	2.74 (1.9)
Total		143.35 (100)
<i>(ha)=Hectáreas referidas; (%)=Porcentaje de ocupación.</i>		

La tabla anterior muestra que en el USVEG de las áreas requeridas para el proyecto en base a INEGI (Serie VI, 2016), suman un total de (143.35 ha), mismas que presentan diferentes coberturas; sin embargo, basado en las observaciones realizadas en campo, estas superficies no concuerdan del todo debido a la escala que manejan los datos vectoriales de INEGI; por ello, fue importante realizar procedimientos de *Fotointerpretación* (FI) dentro del DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET., para mostrar y evidenciar las condiciones actuales y existentes más reales de USVEG en la zona de estudio sobre las superficies pretendidas.

En tal sentido, las siguientes imágenes muestran una comparativa, misma que sirvió para realizar los procedimientos de FI mediante el empleo de imágenes satelitales de Google Earth de algunas áreas específicas del proyecto, donde se muestran las coberturas de USVEG reportadas por INEGI (Serie VI, 2016), y lo observado *in situ* durante los recorridos realizados en toda la longitud y colindancias del proyecto.



Figura 3. A) Para INEGI la cobertura reportada es (VSa/SBK), B) Vista satelital donde se observa una instalación existente de SE. Ixtepec Potencia, donde no se presenta el tipo de vegetación reportado por INEGI, C) Vista terrestre del uso actual del suelo que forma parte de SE. Ixtepec Potencia, subestación donde se pretende recibir las líneas provenientes de la SE. SET.



Figura 4. A) Para INEGI la cobertura reportada es agrícola (TA), B) Vista satelital donde se establece un manchón con vegetación existente (VSa/SBK), C) Vista terrestre del uso actual del suelo con superficies forestales (VSa/SBK), por tanto, no puede considerarse como uso agrícola, cuando la cobertura existente es otra.

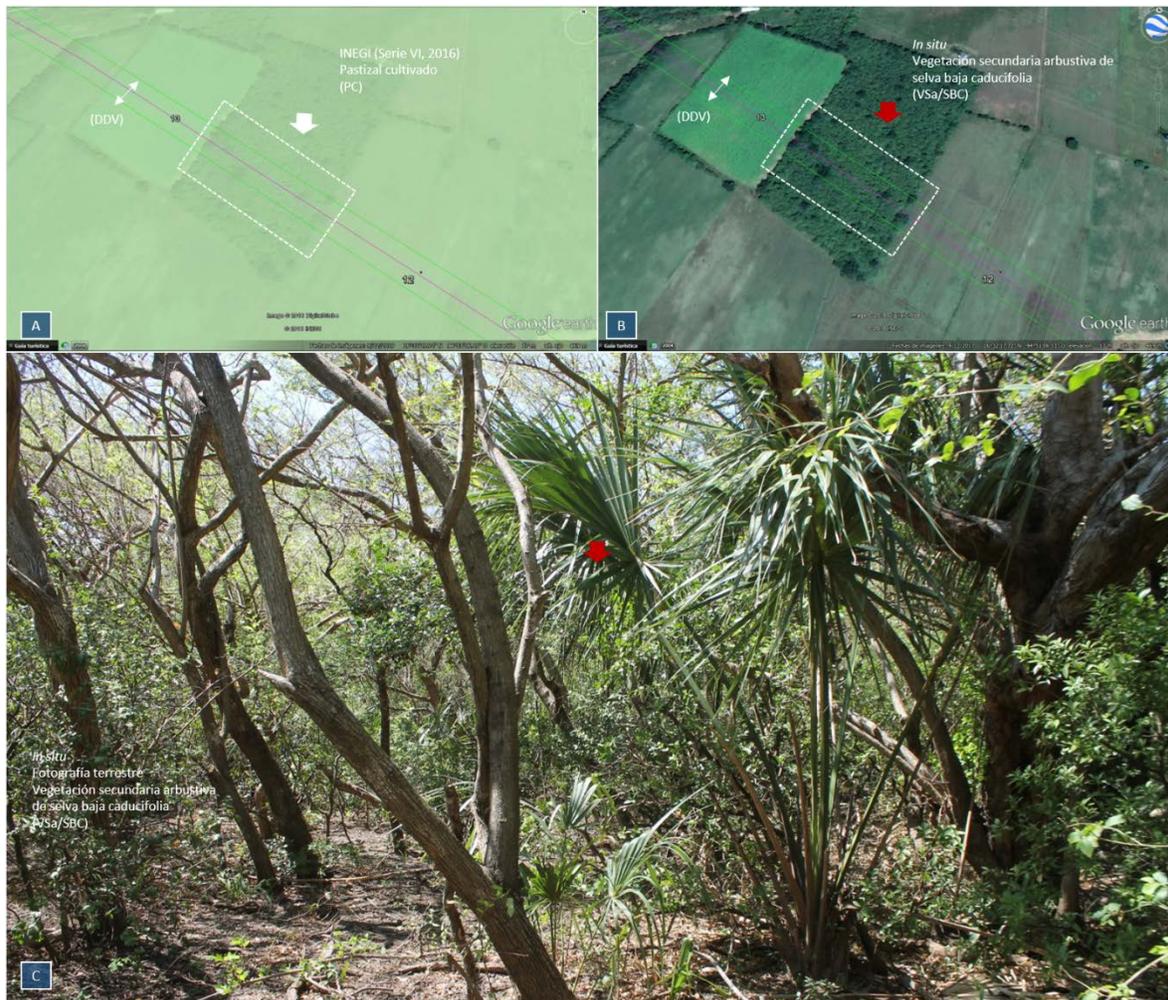


Figura 5. A) Para INEGI la cobertura reportada es (PC), B) Vista satelital donde se establece un manchón con vegetación existente (VSa/SBC), C) Vista terrestre del uso actual del suelo con superficies forestales (VSa/SBC), por tanto, no puede considerarse como un pastizal, cuando la cobertura existente es otra.

Por solo mencionar algunos ejemplos de lo reportado por INEGI con lo observado *in situ*, las imágenes anteriores muestran las coberturas de USVEG existentes en áreas del proyecto. Es importante mencionar, que a lo largo y ancho del proyecto y específicamente donde se llevaran a cabo las distintas actividades pretendidas existen amplias superficies agrícolas junto con pastizales cultivados donde se pastorea libremente al ganado; sin embargo, aún existen pequeños manchones distribuidos de manera discontinua con vegetación forestal asociada a la (VSa/SBK, VSa/SBC y VPI), donde la cobertura forestal observada conforma un mosaico y una matriz del paisaje bastante fragmentada a todo lo largo y ancho del proyecto.

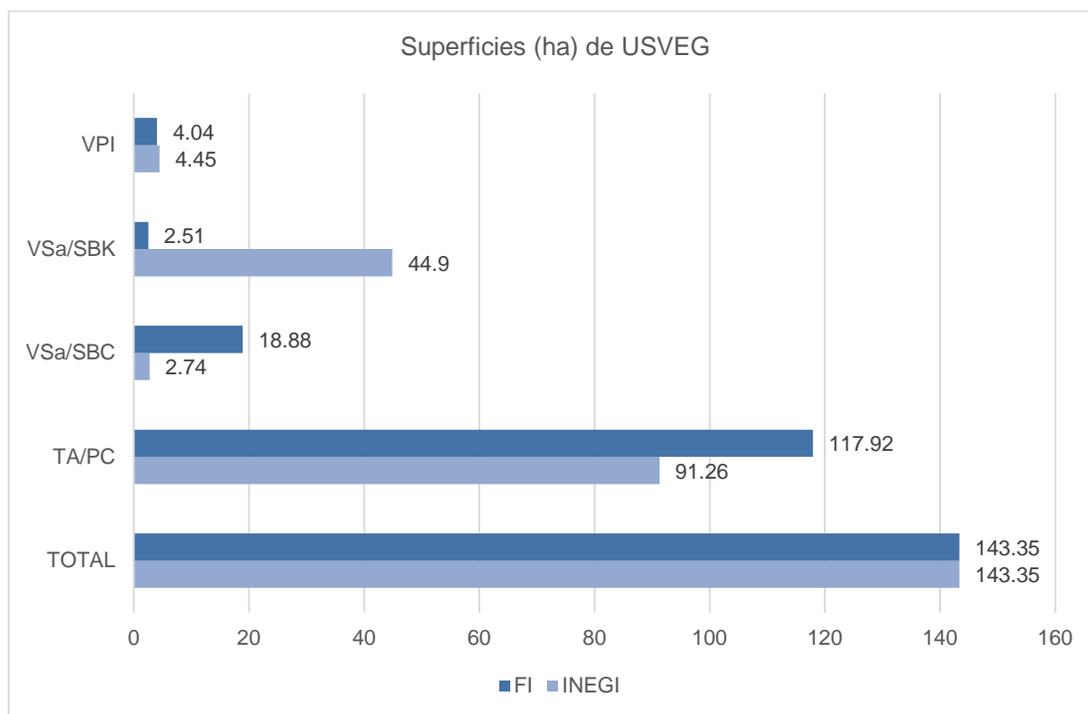
Por lo anterior, como segunda base de análisis y como se ha referido anteriormente, fue importante realizar procedimientos de *Fotointerpretación* (FI) mediante imágenes satelitales de Google Earth y fotografías terrestres, además de los recorridos de campo; posteriormente la información fue procesada en un sistema de información geográfica (SIG), generando algunos polígonos que presentarán vegetación en cualquier condición, para mostrar y evidenciar el USVEG observado *in situ* sobre la longitud total y superficies consideradas para el proyecto. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 10. Superficies de ocupación por categorías de USVEG en el DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.; Fotointerpretación (FI, 2018).

Clave	USVEG	Superficie (ha) y (%)
TA/PC	Agrícola / pastizales*	117.92 (82.3)
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	18.88 (13.2)
VPI	Palmar inducido	4.04 (2.8)
VSa/SBK	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia	2.51 (1.8)
Total		143.35 (100)

(ha)=Hectáreas referidas; (%)=Porcentaje de ocupación.
 (*) dentro de estas superficies se agrupo a la subestación S.E. Ixtepec Potencia, donde no se pretende ningún tipo de afectación a la vegetación por presentar una condición existente.

La tabla anterior muestra que la superficie total pretendida para el proyecto corresponde a (143.35 ha); mismas que están conformadas por distintos USVEG; sin embargo, la mayor parte está integrada por superficies agrícolas y pastizales, donde los escasos manchones con vegetación forestal ocupan la menor superficie que equivale a la afectación con respecto a la cobertura de USVEG de manera temporal y permanente. La siguiente grafica mediante un comparativo de superficies en hectáreas esquematiza las superficies del USVEG de los datos obtenidos de INEGI (Serie VI, 2016) y de la *Fotointerpretación* (FI) generada en la superficie total del proyecto.



Gráfica 1. Comparación en hectáreas de USVEG de los datos obtenidos de INEGI (Serie VI, 2016) y fotointerpretación (FI, 2018).

Los resultados obtenidos indican que, en las superficies referidas la agricultura y pastizales muestran extensas superficies ocupando el mayor puesto, donde se han reducido y desplazado áreas que anteriormente alojaban vegetación “forestal”, donde la

cobertura natural está asociada a la VSa/SBC, VSa/SBK y VPI. La grafica anterior, muestra de manera representativa las superficies de cada caso de los diferentes USVEG, donde los valores varían dependiendo de la información utilizada, tal es el caso de (TA/PC) y (VSa/SBC) donde los resultados más altos fueron de la FI, caso contrario en (VSa/SBK) y (VPI) donde resulto lo contrario, mismas superficies que INEGI reporta dominantes; en este sentido; vale la pena mencionar, que los resultados comparativos utilizados como herramienta de análisis muestran que aún existen áreas con presencia de vegetación mismas que no reporta INEGI y otras donde ya no existe y forman claras evidencias de actividad antropogénica como principal motor de cambio.

Superficies Forestales y No Forestales

Finalmente, resultado de los análisis anteriormente descritos de la FI que fue generada de acuerdo a la condición de cobertura, se determinaron dos tipos definidos por el USVEG de las áreas afectar de manera temporal y permanente en superficies referidas por el proyecto (DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.) mismas que se agruparon de la siguiente manera:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o predominantemente primaria y secundaria, en este caso, todos los tipos de vegetación con ocupación de las siguientes coberturas: VSa/SBC, VSa/SBK y VPI.
- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura “forestal”. Así mismo, se considera como “no forestal” aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: TA y PC.

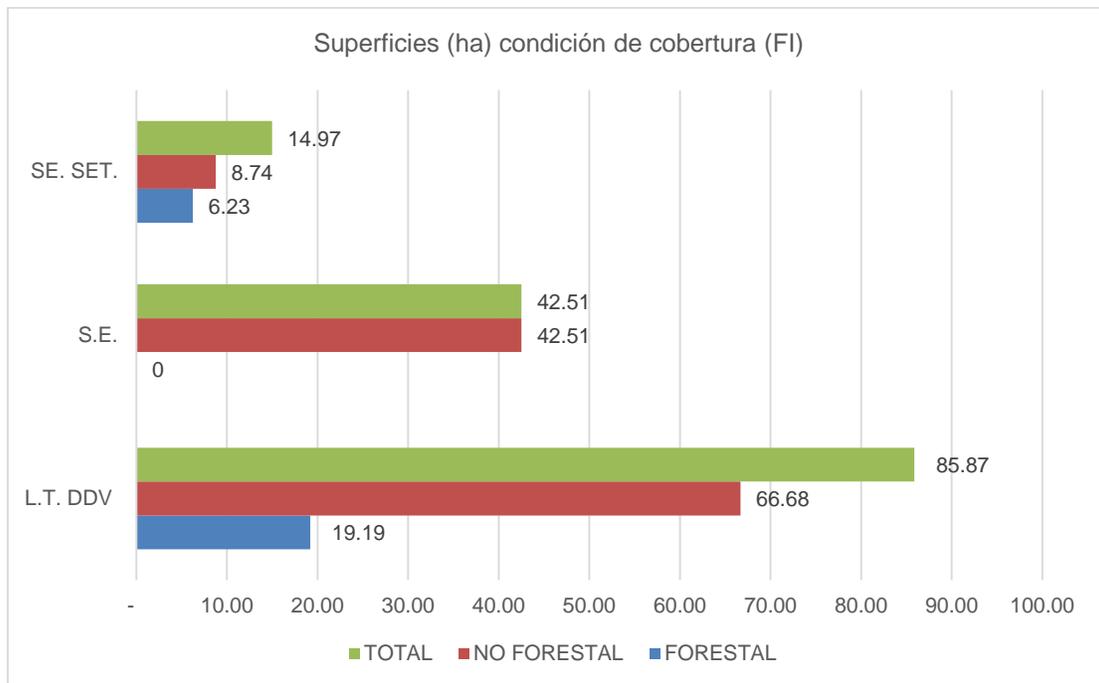


Figura 6. Condición de cobertura FI generada; A) Imagen satelital de Google Earth con algunos polígonos delimitados en base a su condición forestal y no forestal; B y D) Imagen terrestre con superficies “forestales”, C) Imagen terrestre con superficies “no forestales”.

Posteriormente se realizó el cálculo de las superficies forestales y no forestales (DDV de la L.T SET-Ixtepec Potencia, S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.), superficies que suman un total de 143.35 ha, de las cuales están conformadas de la siguiente manera:

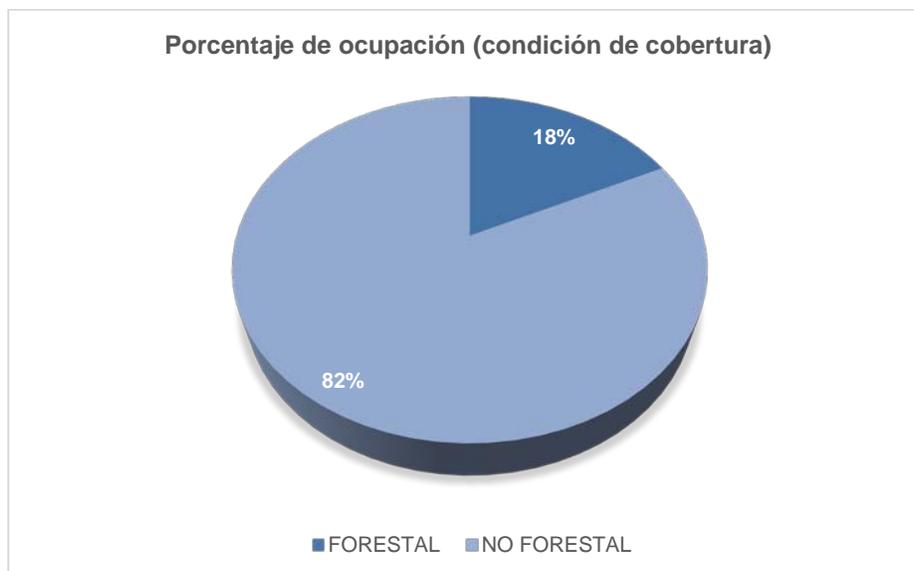
- L.T. DDV. (85.87 ha)
- S.E Ixtepec Potencia (42.51 ha), instalación existente, sin afectación
- SE. SET. (14.97 ha)

La siguiente grafica muestra los resultados obtenidos en base a la condición de cobertura en áreas pretendidas para el proyecto.



Gráfica 2. Superficies en hectáreas para la condición de cobertura (DDV de la L.T SET- Ixtepec Potencia., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.); Fotointerpretación (FI).

Como se muestra en la gráfica anterior la condición de cobertura que representa la mayor superficie en todos los casos (DDV de la L.T SET-Ixtepec Potencia, S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.), es “no forestal” sumando un total de 117.93 ha representado con un porcentaje de 82% donde resulta dominante la TA y PC; y sólo 25.42 ha con un porcentaje de 18% resulta ser “forestal”, donde la cobertura existente, fragmentada y reducida a pequeños manchones esparcidos de manera aislada y dispersa en superficies referidas, se encuentra asociada a comunidades como la VSa/SBK, VSa/SBC y VPI. Nuevamente vale la pena reiterar, que la subestación existente S.E Ixtepec Potencia muestra valores de “0” en el caso de la vegetación “forestal” ya que no se pretenden llevar a cabo actividades de afectación a la vegetación tanto temporal como permanente, por lo que se consideró su totalidad en condición “no forestal” al ser actualmente una instalación existente. La siguiente grafica muestra el porcentaje obtenido de la suma de las superficies consideradas para el proyecto, mismas que fueron representadas en la gráfica anterior.



Gráfica 3. Porcentaje de ocupación para la condición de cobertura (DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.), en áreas de afectación a la vegetación temporal y permanente; Fotointerpretación (FI).

Sin duda, el análisis y los datos obtenidos (INEGI, Serie VI, 2016 y la Fotointerpretación generada) ayudaron a conocer que en la zona del proyecto (DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.), las coberturas “no forestales” resultan dominantes con relación a las “forestales”, a pesar de que en la zona de estudio es clara la actividad antropogénica, aún existen algunas superficies con vegetación “forestal”, por lo que se deberán llevar a cabo medidas de prevención mediante un programa de rescate, manejo, reubicación, protección y conservación de flora silvestre de aquellas especies que presenten un mayor interés ecológico en superficies referidas, específicamente en áreas de afectación a la vegetación tanto temporal como permanente sin salirse de las áreas pretendidas (*consultar anexo 7*).

Cabe destacar, que las áreas consideradas para la afectación a la vegetación temporal que corresponde a superficies utilizadas como patio de tendido y área de maniobras durante la construcción y poda selectiva, la vegetación se eliminará a matarraza únicamente de manera temporal durante la preparación del sitio y construcción, ya que una vez terminada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural de la vegetación que se encuentra en estos sitios, lo que propiciará que la propia vegetación logre su recuperación al paso de los años y así lograr mitigar los impactos que genere el proyecto.

Así mismo, con la finalidad de corroborar si existirán áreas sujetas a CUSTF, fue importante consultar los términos enmarcados en la LGDFS y su Reglamento, del cual se describe a continuación.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**

ARTICULO 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.

LXXI. Terreno forestal:

Es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales.

LXXX. Vegetación forestal: *Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.*

- **Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS)**

Artículo 2. *Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:*

V. Bosque, *vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.*

XXXI. Selva, *vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.*

XL. Vegetación forestal de zonas áridas, *aquella que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.*

Una vez realizado el análisis anterior, vale la pena mencionar, que al llevar a cabo las diferentes actividades pretendidas por el proyecto será necesaria la remoción de vegetación “forestal”, por lo que existirá cambio de uso de suelo de terrenos forestales (CUSTF), lo anterior de conformidad con lo dispuesto en el artículo 7 fracciones V, LXXI y LXXX de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y lo dispuesto en el artículo 2 fracción XXXI, XL del reglamento; por lo anterior, deberá realizarse un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) por existir áreas sujetas a CUSTF.

Sin embargo, es importante destacar, que si bien, existirá remoción de vegetación “forestal” dentro de la totalidad de las áreas consideradas en el (DDV. L. T. SET Ixtepec-Potencia y SE. SET.), el proyecto únicamente se deberá ajustar a la superficie obtenida de los análisis realizados (25.42 ha) del total (143.35 ha), sin afectar ni considerar otras áreas fuera de las mencionadas en la MIA-R para llevar a cabo CUSTF. No obstante, los impactos ambientales a la vegetación y su flora dentro de las (25.42 ha) que serán generados por las distintas actividades que pretende el proyecto pueden ser mitigados y en el mejor de los escenarios, pueden ser prevenidos y compensados a través de diversas estrategias y acciones como el rescate, manejo y reubicación de flora silvestre de aquellas especies que presenten un mayor interés ecológico en superficies referidas, con la finalidad de mitigar y atenuar los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, esto logrará incrementar la calidad y funcionalidad ecológica a través de la protección y conservación de especies. Además, se deberán llevar a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y compensación que se proponen en el capítulo VI de la MIA-R, promoviendo un proyecto lo mayormente amigable con el medio ambiente.

Finalmente de los resultados obtenidos, para demostrar a la autoridad ambiental, la total congruencia respecto a las superficies sujetas o no a CUSTF, se elaboraron mapas que muestran el USVEG en superficies consideradas por el proyecto, mediante un sistema de información geográfica (SIG), donde se elaboraron mapas que respaldan lo indicado, con la finalidad de representar aquellas superficies que tienen una condición de la vegetación “forestal” respecto aquellas superficies “no forestales” en (DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.). Los mapas se encuentran y pueden ser consultados a detalle en el anexo 11 cartografía, específicamente en la carpeta nombrada “cartografía especializada, mapas de condición de la vegetación en superficies pretendidas para el proyecto”.

II.1.5.4 Superficie para obras permanentes indicar su relación con respecto a la superficie total

Como se indicó en apartados anteriores, la instalación del proyecto requiere que se ocupen superficies de forma temporal y de forma permanente. Las obras permanentes comprenden a las áreas para la brecha de maniobra y patrullaje y el desplante de las torres, la cual deberá mantenerse limpia y únicamente se permitirá el crecimiento de hierbas, por lo que su afectación es permanente. Las superficies temporales, son las correspondientes a las áreas de maniobra durante la construcción de estructuras y los patios de tendido. Así se obtiene la superficie permanente requerida para la línea de transmisión; y a continuación se indica su relación con la superficie total de acuerdo a su derecho de vía.

Cuadro 11. Superficie total del proyecto

Obra	Superficie
Línea de transmisión SET-Ixtepec Potencia	85.87 ha
SE SET(nueva)	14.97 ha
SE Ixtepec – Potencia (existente)	42.52 ha
Total	143.35 ha

Cuadro 12. Porcentaje de superficie ocupada para obras permanentes

Obra	Superficie ocupada permanentemente	% del total
Línea de transmisión SET-Ixtepec Potencia	10.80 ha	7.53
SE SET(nueva)	14.97 ha	10.29
SE Ixtepec – Potencia (existente)	42.52 ha	29.66
Total	68.29 ha	47.63

Por otra parte, cabe mencionar que la superficie con ocupación permanente (68.29 ha) representa el 17.19 % del Área de influencia delimitada para el proyecto (392.51 ha)

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

Dada la aplicación dirigida que tiene la MIA-R como se ha referido anteriormente fue importante obtener como información cartográfica que fue útil para conocer el uso actual del suelo y tipos de vegetación (USVEG) que se distribuye dentro del sistema ambiental regional (SAR)¹, área de influencia (AI)² y superficies consideradas para el proyecto, esto con el fin de tener una referencia como parte de la integración de una gama de información que permitió tener una base sólida como unidad de referencia y análisis, para ello, fue necesario la verificación directa en campo, además de consultar datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (Serie VI, 2016), para conocer la distribución, ubicación espacial y la superficie que ocupa cada uno de los diferentes USVEG. La carta temática que fue confeccionada finalmente se muestra en la siguiente imagen.

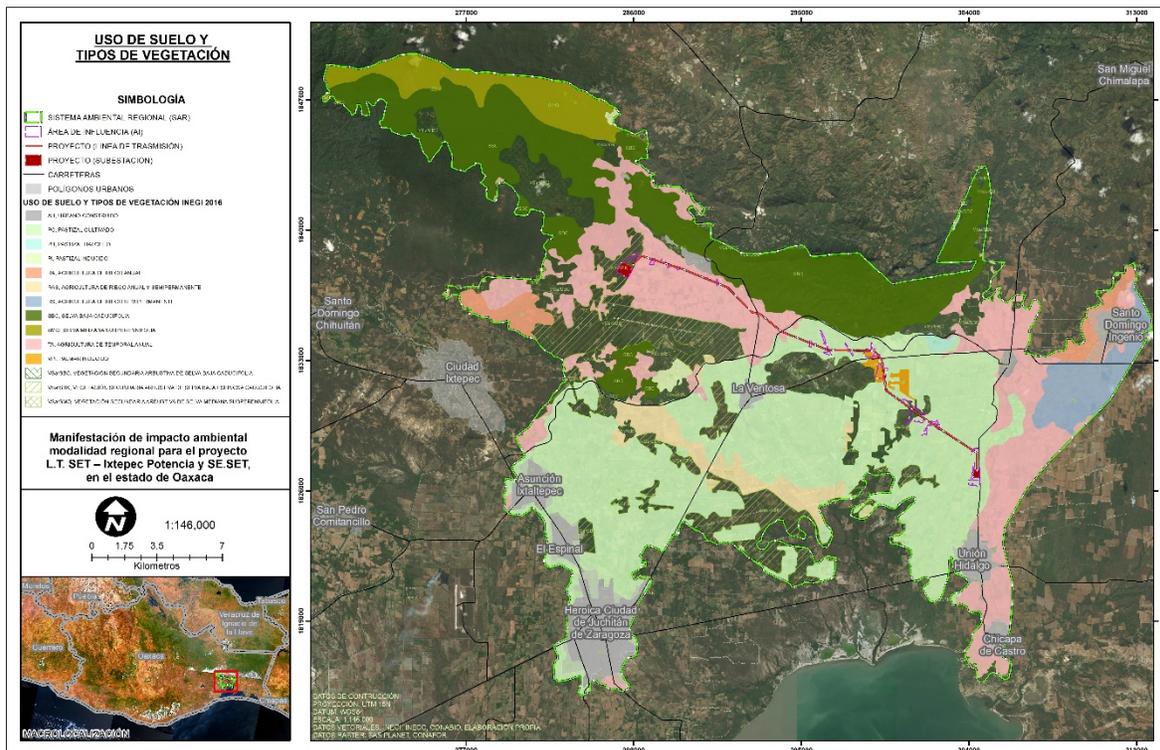


Figura 7. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del SA, escala 1: 146,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo cartográfico.

Posteriormente se realizó un recorte del área de influencia para conocer el USVEG asociado a la proximidad al proyecto.

¹ Límites concretos y con base a criterios relevantes, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

² Búfer entendido como una zona de proximidad al proyecto y funcionando como un área de amortiguamiento en la cual se alojaría la totalidad de los impactos probables

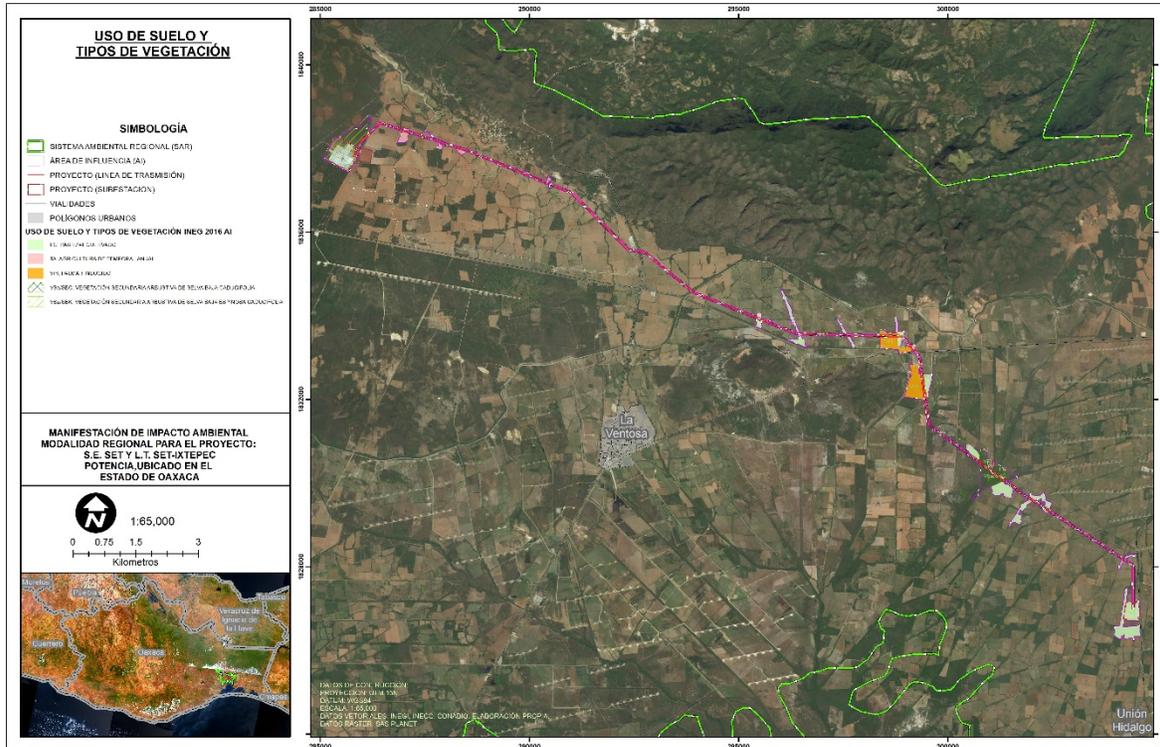


Figura 8. Conjunto de datos vectoriales de USVEG dentro del AI, escala 1: 65,000, INEGI (Serie VI, 2016). Consultar anexo cartográfico.

Las superficies obtenidas de USVEG reportadas por INEGI dentro del sistema ambiental regional (SAR) y área de influencia (AI), se muestran en la siguiente tabla.

Cuadro 13. Superficies de ocupación por categorías de USVEG a nivel de SAR y AI (INEGI, Serie VI, 2016).

Clave	USVEG	SAR (ha) y (%)	AI (ha) y (%)
AH	Urbano construido	3285.82 (5.4)	0
PC	Pastizal cultivado	19106.69 (31.3)	170.67 (43.5)
PH	Pastizal halófilo	108.24 (0.2)	0
PI	Pastizal inducido	242.98 (0.4)	0
RA	Agricultura de riego anual	1240.90 (2.0)	0
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	1702.01 (2.8)	0
RS	Agricultura de riego semipermanente	1702.57 (2.8)	0
SBC	Selva baja caducifolia	10934.14 (17.9)	0
SMQ	Selva mediana subperennifolia	2314.25 (3.8)	0
TA	Agricultura de temporal anual	10063.36 (16.5)	56.47 (14.4)
VPI	Palmar inducido	213.07 (0.3)	52.37 (13.3)
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	4842.65 (7.9)	41.83 (10.7)
VSa/SBK	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia	5337.73 (8.7)	71.18 (18.1)
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	28.74 (0.0)	0
Total		61123.14 (100)	392.51 (100)

La tabla anterior muestra que a nivel de AI muchas de las coberturas que se presentan y logran su distribución a nivel de SAR no son reportadas, esto se debe a las superficies territoriales totales en cada caso que varían considerablemente, donde el SAR tiene una superficie de (61,123.14 ha) y para el AI tan solo de (392.51 ha). Sin embargo, algunos USVEG se comparten en ambos casos debido a la afinidad geográfica, climática, edáfica, etc.; tal es el caso de (PC, TA, VPI, VSa/SBC y VSa/SBK); en el resto de los casos el USVEG reportado a nivel de SAR para el AI están ausentes, mismos que en la tabla superior se muestran con valores de "0".

Posteriormente con la finalidad de ir acotando la información obtenida a las superficies inmediatas y directamente involucradas al proyecto, mediante un comparativo entre las áreas ocupadas para AI, L.T SET- Ixtepec Potencia (DDV) SE Ixtepec Potencia. y SE SET, con datos de INEGI Serie VI, 2016; y L.T SET- Ixtepec Potencia (DDV), SE Ixtepec Potencia y SE SET con Fotointerpretación (FI), en áreas requeridas para la afectación a la vegetación temporal y permanente (AV), se muestra la siguiente tabla.

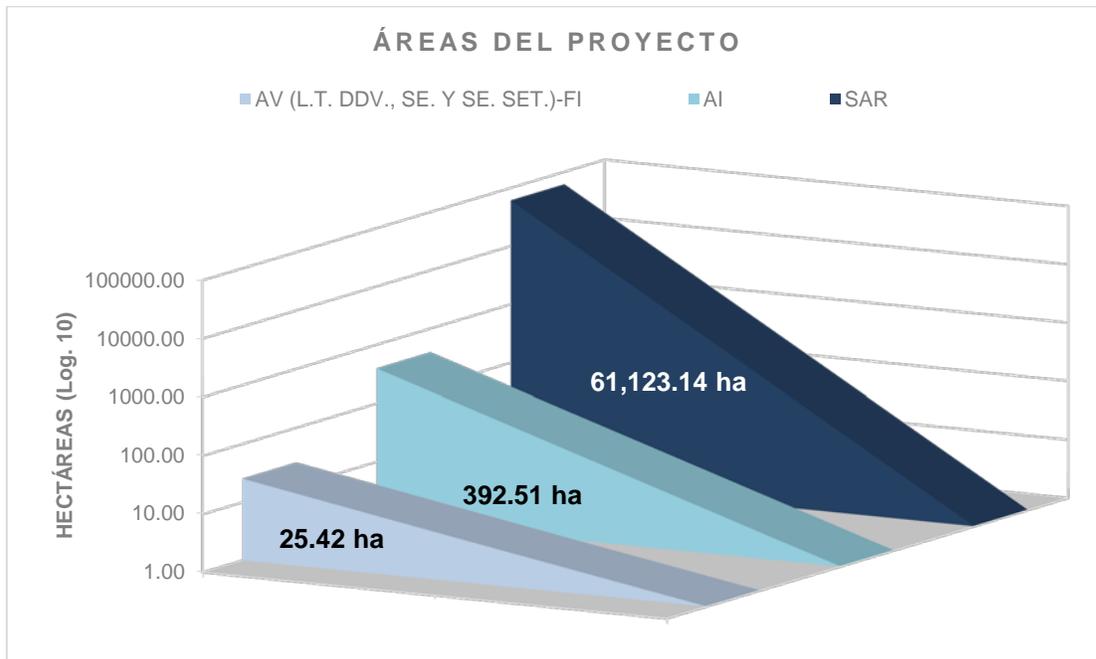
Cuadro 14. Comparativa del USVEG a nivel de AI, L.T SET- Ixtepec Potencia (DDV), SE Ixtepec Potencia y SE. SET., INEGI (Serie VI, 2016) y L.T SET- Ixtepec Potencia (DDV), SE Ixtepec Potencia Y SE. SET (Fotointerpretación), en áreas de afectación a la vegetación temporal y permanente.

Clave	USVEG	INEGI (Serie VI, 2016)		FI
		AI (ha) y (%)	L.T.SET-Ixtepec- Potencia (DDV), SE Ixtepec-Potencia y SE. SET (ha) y (%)	L.T. Ixtepec-Potencia (DDV), SE Ixtepec- Potencia y SE. SET AV (T/P) (ha) y (%)
PC	Pastizal cultivado	170.67 (43.5)	58.00 (40.5)	117.92 (82.3)
TA	Agricultura de temporal anual	56.47 (14.4)	33.26 (23.2)	
VPI	Palmar inducido	52.37 (13.3)	4.45 (3.1)	4.04 (2.8)
VSa/SBC	Vegetación secundaria arborescente de selva baja caducifolia	41.83 (10.7)	2.74 (1.9)	18.88 (13.2)
VSa/SBK	Vegetación secundaria arborescente de selva baja espinosa caducifolia	71.18 (18.1)	44.90 (31.3)	2.51 (1.8)
Total		392.51 (100)	143.35 (100)	143.35 (100)

La tabla anterior muestra los diferentes USVEG de INEGI y FI para el AI y L.T. SET- Ixtepec-Potencia (DDV), SE Ixtepec-Potencia y SE SET; mismos que se comparten en los tres casos, pero varían las superficies obtenidas de USVEG de los datos obtenidos. donde únicamente y en base a la FI se requieren (25.42 ha) de afectación temporal y permanente en base a la sumatoria de las coberturas forestales, en el caso de la agricultura y pastizales, mismos que mostraron los valores más altos fueron restados por presentar coberturas no forestales. Los resultados reiteran que dentro de las superficies consideradas para afectación a la vegetación temporal y permanente (L.T. SET-Ixtepec-Potencia (DDV), SE Ixtepec-Potencia y SE. SET.), las coberturas antrópicas dominan con respecto a las naturales que se muestran con valores muy bajos, tanto lo obtenido de INEGI como de la FI.

En este sentido, las áreas requeridas por el proyecto, tanto para su análisis dentro del SAR y AI y las requeridas físicamente para el proyecto, se muestran a continuación en la siguiente gráfica. Debido a las diferencias de área y para su representación se usó una

escala logarítmica base 10. El área total que se requiere para la afectación temporal y permanente en base a la FI generada únicamente es de (25.42 ha) que presentan superficies forestales del total (143.35 ha), misma superficie que representa tan sólo el 0.04 % del SAR, mientras que con respecto al AI es del 6.47 %.



Gráfica 4. Áreas del proyecto. La escala representativa es logarítmica base 10.

La grafica muestra que del total requerido (143.35 ha) en superficies consideradas (L.T. DDV., SE. Y SE. SET.), únicamente se requiere CUSTF en una superficie de 25.42 ha por la afectación de la vegetación temporal y permanente en base a la FI generada; en este sentido, las coberturas de USVEG por donde incidirá el proyecto son: TA, PC, VSa/SBC, VSa/SBK y VPI, mismas que se describen a detalle en el capítulo 4 de la MIA-R.

En las zonas de afectación a la vegetación existen formas de vida en distintas condiciones de tipo arbórea, arbustiva y herbácea que serán desmontadas de manera temporal y permanente; siendo la VSa/SBC, VSa/SBK y VPI, las comunidades naturales que resultaran afectadas; la vegetación en la zona de estudio muestra una estructura y composición con presencia de una cobertura cerrada, semiabierta, heterogénea y de baja estatura, dependiendo de cada sitio; por tanto, se prevé afectación en las áreas requeridas por el proyecto; sin embargo, el derribo deberá ser selectivo solo en las superficies mencionadas dentro de la MIA-R, con la finalidad de que la afectación sea puntual sin salirse de las áreas requeridas. Debido al tipo de obra aérea, con torres de apoyo a tierra, el impacto será puntualizado.

Por otro lado, es importante mencionar, que, a lo largo y ancho del proyecto, así como en las colindancias próximas del mismo, se encuentra infraestructura existente tales como líneas eléctricas y una gran cantidad de parques eólicos, observándose una saturación de infraestructura eléctrica en operación, además de varios caminos de terracería que comunican a las líneas eléctricas existentes, parques eólicos, terrenos agrícolas y pastizales cultivados; a los que se suman varias carreteras pavimentadas existentes.



Figura 9. En la zona de estudio y colindancias próximas se observan una gran cantidad de parques eólicos y líneas de transmisión eléctrica en operación.

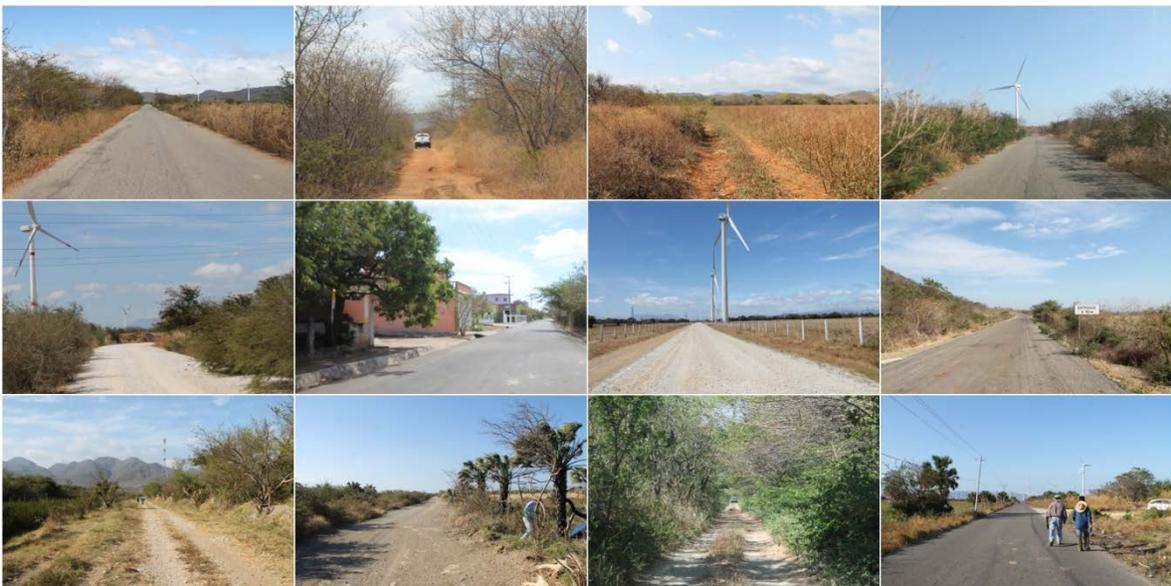


Figura 10. En la zona del proyecto y colindancias se observan una gran cantidad de caminos en terracería y carreteras pavimentadas, mismos que presentan distintos anchos y condiciones.

Cuerpos de agua en la zona del proyecto y colindancias próximas

En la zona de estudio no se pretenden afectar cuerpos de agua, ya que la ubicación de las torres fue proyecta en terrenos con las mejores características; sin embargo, durante los recorridos realizados se observa una profusa red de canales de riego que son utilizados para la irrigación de las amplias superficies agrícolas y pastizales, mismos que en algunos casos cruzan el proyecto, además se presentan algunos escurrimientos intermitentes donde únicamente se observa vegetación asociada a la VSa/SBC, sin observar vegetación riparia, por lo que no se pretenden afectar superficies que presente este tipo de vegetación. En algunos canales se presenta el desarrollo de *Typha domingensis* (Tule), misma que forman densas masas impenetrables.

Así mismo, durante los recorridos realizados se observaron algunas pequeñas charcas en las colindancias del proyecto que funcionan como jagüey donde llevan al ganado local para hidratarse. Las siguientes imágenes muestran algunos sitios del proyecto y colindancias donde se observaron cuerpos de agua, así como su ubicación espacial donde se tomaron fotografías *in situ* durante los recorridos realizados.



Figura 11. Canal de riego de amplias dimensiones, en sus márgenes no se observa cobertura forestal, únicamente el desarrollo de especies herbáceas, donde es común el crecimiento de pastos que arrojan los taludes.



Figura 12. Canal de riego que recorre amplias superficies que presentan pastizal cultivado, donde es común observar ganado, en estos sitios el agua del canal continuamente se desborda, esto genera encharcamientos en algunas áreas donde imperan los pastos.



Figura 13. Canal de riego donde predomina *Typha domingensis* (Tule), especie que ha colonizado una gran cantidad de canales formando masas muy densas.



Figura 14. Canal de riego, se muestran pastizales inundados por el desbordamiento, al fondo se observan líneas de transmisión eléctricas existentes y en operación.



Figura 15. Pastizales encharcados colindantes a un parque eólico en operación.



Figura 16. Esguerrimiento intermitente en barrancas formadas donde cruza el proyecto; cabe destacar, que la vegetación remanente observada forma parte de la VSa/SBC, sin formar comunidades riparias.



Figura 17. Ganado incorporado a jagüey para hidratarse.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

La línea de transmisión eléctrica contará con una longitud de 24.1 km a base de torres de acero auto soportadas de 400 kV de dos circuitos conductores por fase, con cimentaciones a base de pilas rectas y zapatas aisladas, se realizará un tendido de cable de guarda con fibra óptica, tendido de cable de 7#8 y cable conductor calibre 1113 ACSR/AS y aislamiento de vidrio.

Cuadro 15. Características particulares de la línea de transmisión

Nombre del Proyecto	L.T. SET – IXTEPEC POTENCIA
Origen y destino de la línea	El proyecto partirá de la futura Subestación SET y concluye en la Subestación Ixtepec Potencia, atravesando los municipios de Unión Hidalgo, Juchitán de Zaragoza, Asunción Ixtaltepec y Ciudad Ixtepec en el estado de Oaxaca.
Tensión nominal	400 kilovolts (kV)
Número de circuitos	2 circuitos
Tipo de cable	1113 ACSR/AS
Numero de fases	3 fase por circuito
Longitud de la línea	24.1 kilómetros (km)

Ancho del derecho de vía	36.0 metros (m)
Número y tipo de torres	80 torres de acero, de tipo suspensión, deflexión y remate.
Distancia promedio entre torres	300 m
Vida útil	Permanente, requiriendo únicamente actividades de mantenimiento y sustitución de componentes como herrajes, aisladores, piezas de perfil estructural y cables del sistema de tierras, cuando se considere necesario y continuar con el servicio.

La subestación SET será una instalación nueva tipo subestación intemperie, la cual contará con dos alimentadores de 400 kV para recibir las líneas de transmisión que enlazan esta subestación con Ixtepec Potencia, contará también con:

- Tres bancos de transformación de 300 MVA cada uno, formados por autotransformadores monofásicos de 100 MVA cada uno con tensiones de 400/230/34.5 kV más una unidad de reserva.
- Un banco de reactores de 100 MVAR a barras de 400 kV formados por unidades monofásicos de 33.33 MAVr cada uno en tensiones de 400 kV más una unidad de reserva.
- Bahía de un amarre es 230 kV.
- Bahía de transferencia en 230 kV

La subestación contará con alumbrado exterior en la zona eléctrica y barda perimetral, así como sistema contra incendios en caseta de control y zona eléctrica. La imagen siguiente muestra la distribución general dentro del predio destinado al proyecto de la subestación SET.

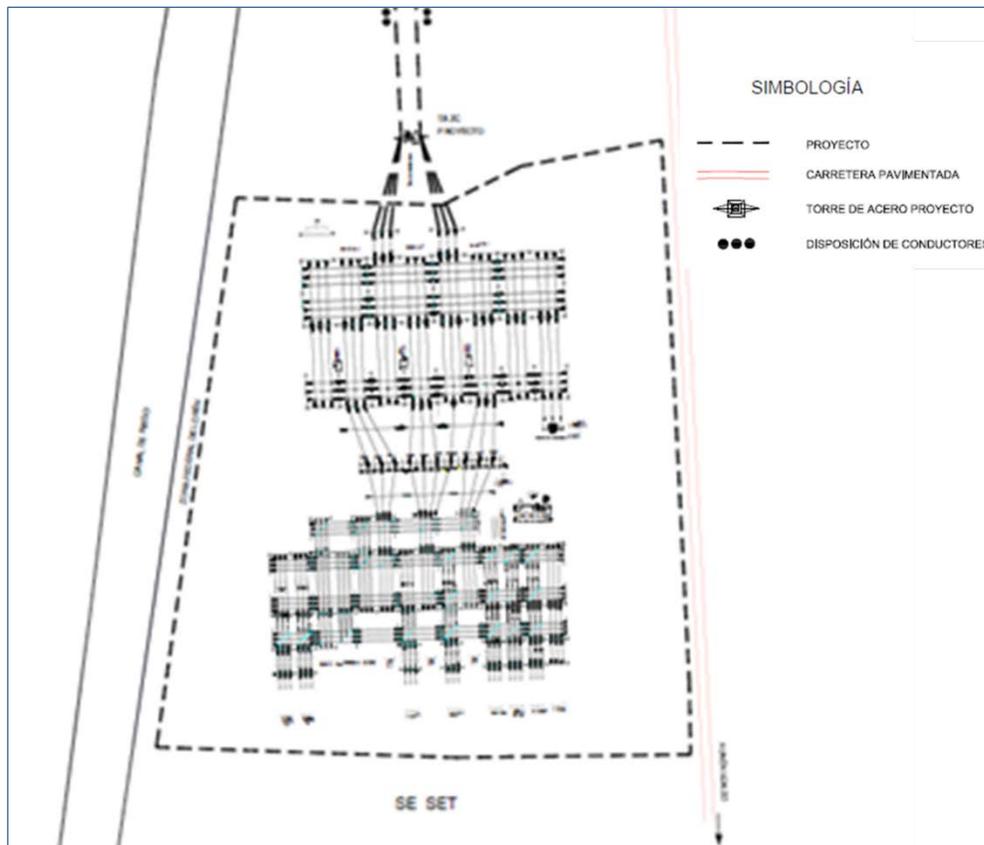


Figura 18. Subestación SET (proyecto nuevo)

La subestación Ixtepec Potencia es una obra existente que actualmente cuenta principalmente con 2 alimentadores en 400 kV para recibir las líneas de transmisión que enlazan esta subestación con la SE Julie C1 y C2, 7 alimentadores en 230 kV para recibir las líneas de transmisión que enlazan esta subestación con las subestaciones CE Sureste I, CE Oaxaca II y IV, CE Oaxaca III, CE BII Stinu, CE Eoliatec del pacífico, CE DEMEX Oaxaca I, CE DEMEX Oaxaca II; 7 alimentadores en 115 kV para recibir las líneas de transmisión que enlazan esta subestación con las subestaciones CE Fuerza Eólica del Istmo, CE BIIHOXO C1 y C2, CE Dos Arbolitos, CE El Retiro, CE Zopiloapan, CE Stipa Nayya.

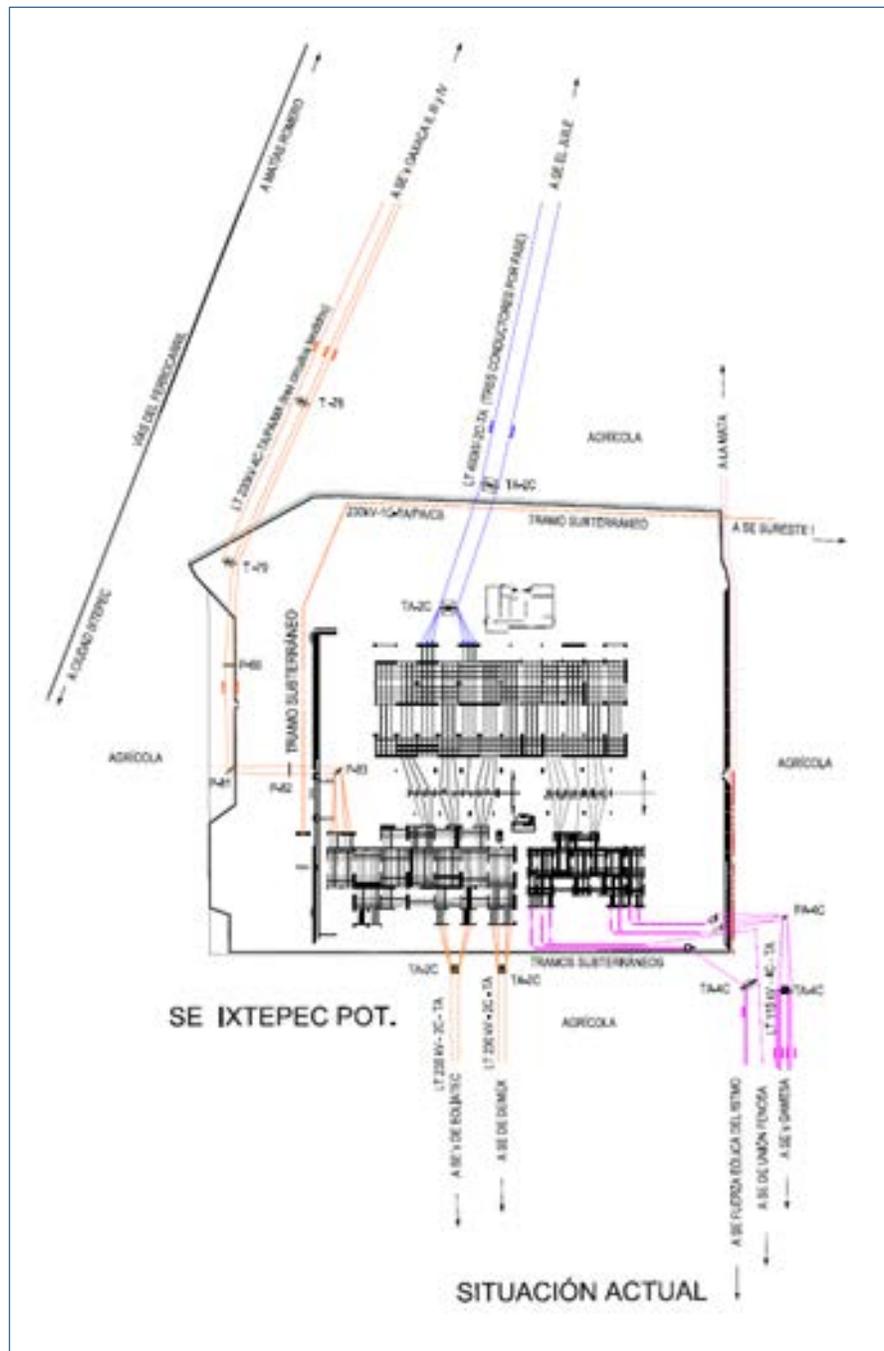


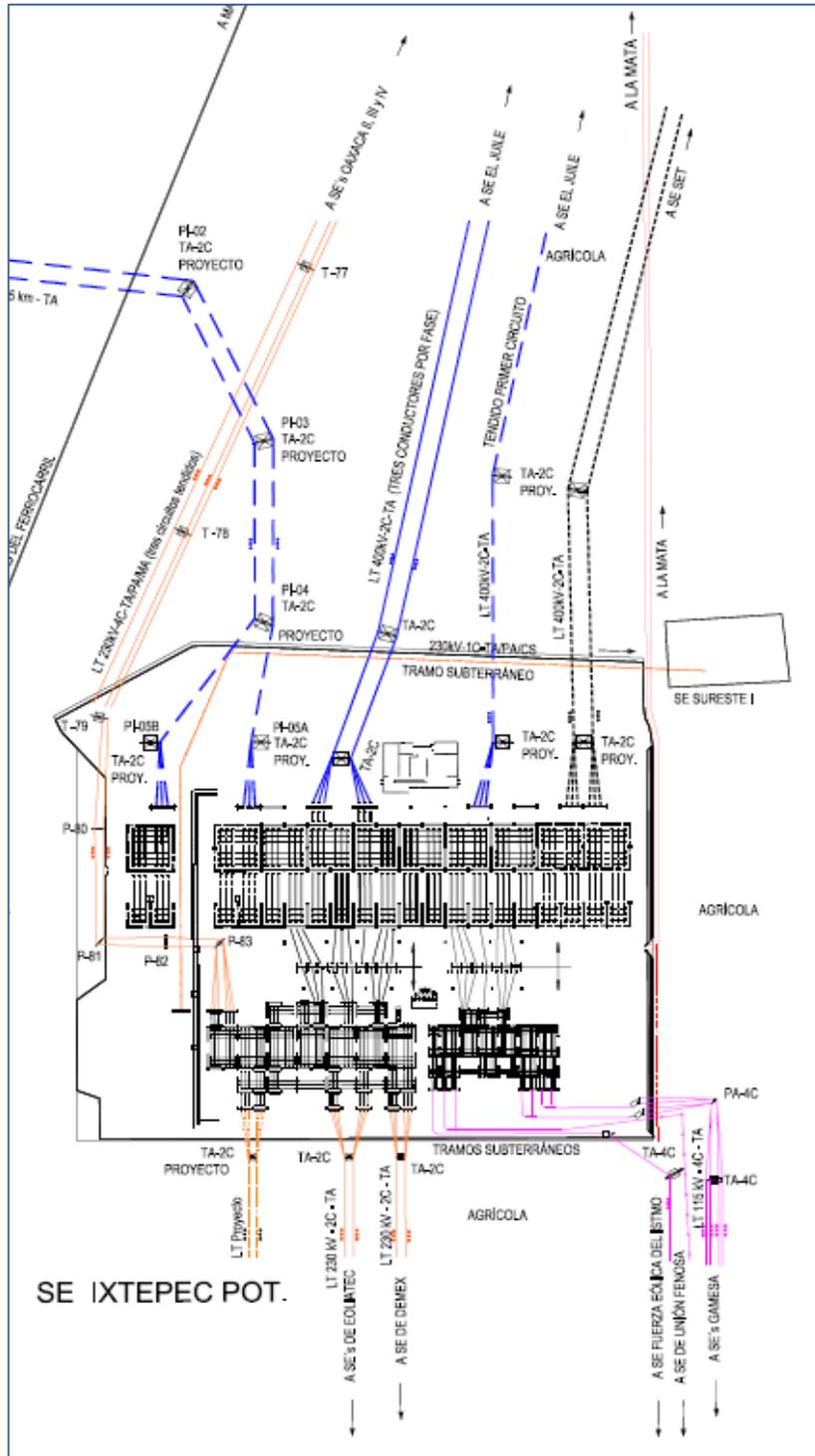
Figura 19. Subestación Ixtepec Potencia estado actual

El proyecto de ampliación consiste en la construcción de dos bahías y dos alimentadores con arreglo de interruptor y medio en la plataforma de 400 kV existente para recibir dos líneas provenientes de la S.E. SET., para esta ampliación se requiere de obra civil, obra electromecánica, suministros y la ejecución de pruebas pre operativas.

Se realizará la ampliación de la caseta de control existente y la construcción de una nueva caseta distribuida para alojar los equipos de protección, control y medición, control supervisorio, comunicaciones y servicios propios. Así como ampliación del sistema de

trincheras, construcción de banco de ductos y registros eléctricos para canalización de los nuevos equipos primarios y ampliación de la red de drenaje pluvial.

Se instalará alumbrado exterior en las nuevas bahías, así como sistema contra incendios en la nueva caseta y en la nueva ampliación de la zona eléctrica.



II.2.1 Programa general de trabajo

La instalación de la línea de transmisión SET- Ixtepec Potencia contempla un periodo de 24 meses como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 16. Programa general de trabajo para L.T SET- Ixtepec Potencia.

Actividad	Meses																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Preparación del sitio																								
Brecha de maniobras y patrullaje																								
Localización de las estructuras																								
Construcción																								
Excavación																								
Plantillas de concreto																								
Acero de refuerzo																								
Concreto de cimentaciones																								
Relleno y compactado																								
Montaje de estructuras																								
Instalación de sistema de tierras																								
Vestido de vestiduras																								
Tendido y tensionado de cable guarda																								
Tendido y tensionado de cable conductor																								
Operación y Mantenimiento	Por considerarse las instalaciones de utilidad permanente, las actividades de operación y mantenimiento serán realizadas según las necesidades de mantenimiento preventivo y correctivo.																							

Por otra parte, la instalación de la subestación SET. requerirá de una temporada de 10 meses:

Cuadro 17. Programa de trabajo para la SE SET.

ACTIVIDAD	MESES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Preparación del sitio																				
Desmonte y despalme																				
Construcción - Obra civil																				
Habilitación del camino de acceso																				
Cimentaciones (excavación, relleno, compactación)																				
Construcción de caseta de control																				
Instalación de barda perimetral																				
Trincheras para cables y drenajes																				
Construcción - Obra electromecánica																				
Montaje de estructuras																				
Instalación de fuerza y alumbrado exterior																				
Tendido de buses																				
Sistema de tierras																				
Montaje de equipo primario																				

Estudio geotécnico o mecánica de suelos. En este estudio se realiza un muestreo de suelos a lo largo de la trayectoria de la línea de transmisión que permita determinar las condiciones estratigráficas del suelo, a partir de lo cual se generan recomendaciones de diseño y construcción adecuada para la cimentación de las estructuras. Al respecto se excavan pozos a cielo abierto en todos y cada uno de los puntos de inflexión de la línea y en los sitios de las estructuras de tensión.

En tangentes se excavan pozos cada 5 Km o antes, si existe un cambio en el tipo de suelo (por ejemplo, al pasar de la roca al suelo) o en el tipo de topografía (por ejemplo, al pasar de un área montañosa a una de lomeríos suaves).

Las dimensiones de los pozos, son las mínimas necesarias para que una persona pueda introducirse en ellos para la inspección de sus paredes y obtención de muestras cúbicas. Se estima que dimensiones de 1.5 X 1.0 m son adecuadas y se excavan hasta una profundidad de 4 m, o la limitada por el nivel freático o suelo no excavable con pico y pala, mismos que terminando dicho estudio vuelven hacer tapados a fin de evitar algún problema con individuos de fauna.

Apertura de brecha. En esta actividad se utilizarán herramientas como machetes, hachas y motosierras, para poder desmontar a matarrasa una franja central de 4 m de ancho a lo largo del derecho de vía. La maquinaria pesada como el tractor de oruga D4, se utilizará en terrenos agrícolas y forestales tomando en consideración las condiciones topográficas, si esta fuera muy accidentada, únicamente se utilizarán herramienta menor.

La apertura de brecha tiene la función principal de interconectar los sitios donde se instalarán las estructuras, permitiendo el transporte de equipo, material y personal necesario para el desarrollo constructivo, asimismo, para realizar el tendido y tensado de cable conductor y de guarda, posteriormente, en la etapa de operación y mantenimiento esta brecha permitirá facilitar los recorridos de supervisión y mantenimiento. Por su magnitud y características físico-químicas, los residuos orgánicos (vegetal principalmente) que no se aprovechen por los propietarios de los predios afectados, será fragmentado con el fin de que se degrade en un menor tiempo al requerido en condiciones naturales, para que sus nutrientes sean incorporados al suelo.

Desmote y Despalme. La realización de desmontes se efectuará únicamente donde existan zonas forestales.

a) Técnicas a emplear en los trabajos de desmote (manual, maquinaria, mecánicamente, etc.)

La realización del desmote se realizará en forma manual mediante brigadas de campo con el empleo de motosierras, machetes, desbrozadoras mecánicas e implementos necesarios para lo que contempla el derribo de árboles y arbustos, en lo que se refiere a las zonas de hondonadas y cañadas no se afectará la vegetación presente. Para los matorrales y vegetación secundaria, será utilizado el método selectivo. Método que consiste en la observación y remoción de individuos arbóreos que interfieran con la curva de la catenaria de los cables conductores, esto por seguridad de la línea. Respetando una distancia eléctrica (no mayor a tres metros a partir del ras del suelo). En las áreas de la brecha de maniobras y patrullaje el desmote se efectuará a matarrasa.

El despalme se realizará también con brigadistas de campo, utilizando para tal efecto el uso de maquinaria (tractor de orugas), implica el arrastre de material vegetal, como

residuos de material de poda o derribo, según sea el caso, capa orgánica y horizontes superficiales del suelo.

b) Tipo y volumen de material de despalme

Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones

Las excavaciones a cielo abierto se realizarán para formar la sección de desplante de las cimentaciones de las estructuras (torres de acero). De acuerdo con lo mencionado, la superficie del terreno es removida, se hace la penetración de la cimentación y nuevamente se restituye el suelo y la pastización a nivel y condiciones iniciales (una vez que se rellenen dichas excavaciones y se esparce, el material sobrante en la base de las torres), se permitirá la pastización en forma gradual, con excepción de los puntos por donde penetran las patas de las torres, de tal manera que no se generan cambios significativos en el drenaje pluvial.

c) Descripción de los métodos a emplear para prevenir la erosión y garantizar la estabilidad de los taludes.

Para prevenir la erosión se permitirá el restablecimiento natural de la capa vegetal favoreciendo la pastización de tal manera que el suelo no quede expuesto a los agentes erosivos, y en lo posible, evitar terminados con pendientes mayores al 15%.

d) Volumen y fuente de suministro de material requerido para la nivelación del terreno

Los volúmenes requeridos estarán en función de las condiciones particulares de cada sitio para la instalación de las torres de transmisión, cuando una torre se ubica en un terreno con desnivel y no es posible su reubicación, se utilizan extensiones en las patas de las torres para obtener el nivel deseado, por otra parte, cuando son requeridos cortes al terreno, el volumen de material requerido para la nivelación del terreno se obtendrá del mismo material producido al efectuar dichos cortes.

e) Volumen de material sobrante o residual que se generará durante el desarrollo de las actividades de excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones

Los volúmenes sobrantes dependerán de las características específicas de cada uno de los sitios donde se instalarán las torres de transmisión, respecto a la magnitud de estos volúmenes serán escasos, ya que al considerar que el área requerida para la instalación de las torres y de las actividades de maniobras durante la construcción es de 50 m². En el caso de existir material sobrante, este será transportado a la población más cercana para la disposición final, de acuerdo con lo que se establezca con la autoridad competente.

Cuadro 19. Volumen de suelo derivado de excavaciones

Especificaciones	Cantidad
Volumen por pata	4.71 m ³
Volumen por torre	18.80 m ³
Torres en la línea	80
Volumen de la línea	1, 510.69 m ³

II.2.2.2 Subestación eléctrica

- Desmonte y despalme

El desmonte se realizará en forma manual mediante brigadas de campo con el empleo de motosierras, machetes, desbrozadoras mecánicas e implementos necesarios para lo que contempla el derribo de árboles y arbustos.

El despalme se realizará también con brigadistas de campo, utilizando para tal efecto el uso de maquinaria (tractor de orugas), implica el arrastre de material vegetal, como residuos de material de poda o derribo, según sea el caso, capa orgánica y horizontes superficiales del suelo.

En la medida de lo posible el material despalmado será utilizado en la nivelación del terreno.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

A continuación, se describen las obras y actividades provisionales de la línea de transmisión y subestaciones:

Área para la base de las estructuras. Es donde se realizará la cimentación para la instalación de las estructuras (144 m² por cada estructura) 12 x 12 m, dentro del área de maniobras. Todas las actividades de desmonte que se realizarán en dicha área serán a matarrasa y de manera permanente.

Brecha de maniobra y patrullaje. Esta franja se utilizará para transportar al personal, el material y equipo necesario para realizar los trabajos de construcción incluyendo el tendido de los cables de guarda y conductores, así como para la vigilancia y mantenimiento de la línea cuando sea construida y entre en operación.

Esta franja de terreno se ubicará sobre el eje central del derecho de vía a lo largo de la trayectoria de la línea de transmisión, con un ancho de 4 m. Con una superficie de 9.70 ha, (dato que resulta de multiplicar la longitud total del proyecto, por el ancho de la brecha de maniobra y patrullaje).

Área de maniobras. Esta área se utilizará para el pre-armado, armado vestido y montaje de las estructuras. El área de afectación según las características de vegetación será temporal (1,800 m² por cada estructura), mientras que el desmonte será a matarrasa. La cual resulta de multiplicar 50 m de longitud por el ancho de vía.

Área de tendido (patios de tendido). Esta área se utilizará para ubicar los carretes de los cables conductores y de guarda, y donde se colocará la devanadora y traccionadora para realizar el tendido de los cables, se ubicarán aproximadamente a cada 5 kilómetros en promedio, ocupando una superficie de 1,800 m² cada uno. El desmonte será a matarrasa y de forma temporal. La cual resulta de multiplicar 50 m de longitud por 36 m del ancho del derecho de vía del proyecto.

Brecha forestal. Se trata de una franja de terreno de 36 m de ancho que permite alojar a la línea de transmisión en las áreas donde existe vegetación forestal. Esta cifra se obtiene multiplicando la longitud de la línea en las áreas forestales por el ancho del derecho de vía.

Los objetivos de la brecha forestal son:

- Conservar el distanciamiento de fase a tierra, establecido en las normas de la obra, en las áreas donde se ubicarán las estructuras.
- Proteger estructuras y conductores contra la caída de árboles o ramas que puedan causar daños o fallas en la línea.
- Proteger la vegetación aledaña contra incendios derivados por disparos de la línea. Dichos disparos se dan cuando los cables conductores de la línea hacen corto circuito y se revientan, provocando la caída del cable con chispas o fuego, entrando en contacto con la vegetación aledaña.

Construcción de caminos de acceso. Los caminos de acceso existentes en la L.T. SET – Ixtepec Potencia, serán aprovechados al máximo y utilizados para el desarrollo de las actividades en la obra, esta actividad será responsabilidad del licitante ganador del concurso para la construcción del proyecto de la línea de transmisión, y solo cuando sea necesaria la apertura de nuevos caminos de acceso fuera del derecho de vía, por lo tanto dicho contratista será quien se encargue de elaborar los estudios correspondientes, y tramitar las respectivas autorizaciones en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo cuando así requieran.

Almacenes, bodegas y talleres. No se contempla la construcción de almacenes, bodegas o talleres en el sitio de las obras, si se llegase a requerir, la compañía constructora será quien ubicará los almacenes necesarios y también quien se encargue de obtener la autorización para la construcción de los mismos. La empresa contratista ubicará el lugar donde pudieran levantarse los almacenes, dichos lugares se ubicarán con base en su localización estratégica, considerando tiempos, distancias y disponibilidad de servicios. Estos almacenes consisten generalmente de áreas abiertas para diferentes materiales, y están conformados generalmente de piezas de material multipanel.

Campamentos, dormitorios y comedores. La mayor parte de la mano de obra no calificada será contratada en los poblados cercanos a las obras del proyecto, por consiguiente, no se instalarán campamentos, ni dormitorios. El personal calificado utilizará la infraestructura que exista, como hoteles, casas de huésped, etc., en las localidades cercanas a las obras, o rentará viviendas en alguna localidad cercana a la obra.

Bancos de material. No será necesaria la apertura de bancos de material, puesto que el producto de las excavaciones para conformar las secciones de los desplantes en las cimentaciones de las estructuras de soporte, es el mismo que se utilizará en el relleno y compactado de las estructuras. El material que se utilizará para las cimentaciones de la obra será preferentemente concreto premezclado, sin embargo, podrá darse el caso de que el concreto sea prefabricado en el sitio de las obras, esto dependerá del grado de accesibilidad al sitio de obra, no obstante, los materiales serán adquiridos en casas comerciales establecidas.

Sitios de disposición de residuos. Los residuos que se generarán en las distintas etapas del proyecto no están catalogados como residuos peligrosos, serán colectados periódicamente de las zonas de trabajo de la obra para su disposición final, en aquellos sitios que sean designados por las autoridades de los municipios, por los que cruza el proyecto, previa autorización de las respectivas áreas encargadas en la materia.

En el caso del aceite gastado, filtros, etc. (residuos peligrosos) que se generen como parte del mantenimiento vehicular, serán manejados por los prestadores de servicios y

dueños de los talleres donde se lleve a cabo el mantenimiento de los equipos y vehículos automotores usados durante las diversas etapas del proyecto.

II.2.4 Etapa de construcción

II.2.4.1 Línea de transmisión eléctrica:

Obra civil

a) Excavaciones

Consiste en excavaciones a cielo abierto, estas serán efectuadas para formar la sección de desplante en las cimentaciones de las estructuras de soporte y se ubicarán de acuerdo a las dimensiones del proyecto. Se llevarán a cabo cuatro excavaciones por torre, el material a excavar estará clasificado por sus características en tipo I, II, IIA y III, y se describen a continuación:

- Material tipo I. Producto de las excavaciones para su extracción se requiera el uso de pala de mano.
- Material tipo II. Producto de las excavaciones que para su extracción se requiera el uso de pico y pala de mano.
- Material tipo IIA. Producto de las excavaciones que contengan boleos y material compactado y que para su extracción se requiera del uso de barretas.
- Material tipo III. Producto de las excavaciones que para su extracción se requiera el uso de rompedoras hidráulicas, neumáticas o cualquier clase de maquinaria.

El equipo necesario consiste en maquinaria, retroexcavadora con martillo y compresor, el material tipo I, II y III producto de las excavaciones se utilizará en el relleno y en el compactado de las estructuras, previa autorización de un laboratorio certificado ante la Entidad Mexicana de Acreditación. El material sobrante o residual (material que no sea compactible) se dispersará en el área cuando las partículas que lo forman sean pequeñas (menores a 3 Pulgadas); en caso contrario se trasladará a lugares designados por las autoridades competentes. Se tomarán las medidas necesarias para evitar las excavaciones para originar daños a personas, animales, y vehículos, delimitándolas con una cerca de alambre de púas y colocando señales.

b) Plantillas de concreto

Consiste en un firme de concreto pobre debidamente compactado en el despalme de los cimientos de las patas de las torres; del bottom panel (base de las torres) que será de 10 cm de espesor como mínimo y de concreto $f'c=100\text{kg/cm}^2$.

c) Acero de refuerzo

Se colocarán varillas de acero, que van ahogadas dentro del concreto de las cimentaciones, para que estructuralmente reciban los esfuerzos generados por el peso de las estructuras, cables conductores y de guarda.

d) Concreto en cimentaciones

Una vez nivelada la base de la torre, se preparará y aplicará la mezcla de materiales pétreos e inertes, cemento, agua y aditivos en proporciones sugeridas y adecuadas, que al endurecer adquieren la resistencia mecánica y características requeridas para la construcción de los cimientos de las estructuras.

e) Relleno y compactado

Actividad que se lleva a cabo después de haber realizado el colado del concreto en las cimentaciones, para la cual se utilizará de preferencia el material producto de las excavaciones o de una casa de materiales establecida.

f) Cortes

Generalmente no se realizan cortes, a menos que suceda para un caso excepcional que, se indica lo siguiente:

- Altura promedio y máxima de los cortes por efectuar

Actividad que se realiza única y excepcionalmente en áreas con lomeríos, en donde se podrá presentar el caso de efectuar cortes que generarán taludes, esto ocurrirá en el área de la cimentación y de maniobras para la instalación de las estructuras de las torres de acero. Las alturas de los cortes, dependerá de las características topográficas y del diseño constructivo de cortes y taludes que se tengan para cada sitio de ubicación de las torres de transmisión en lomeríos.

- Descripción de la técnica constructiva y de estabilización

Los cortes se efectuarán con maquinaria y se detallarán a mano, estabilizándolos con cubierta pétreo y/o en su caso con concreto lanzado, en el caso de encontrarse con pendientes mayores a 15%. Para las pendientes menores al 15% se estabilizarán estableciendo una cubierta vegetal con gramíneas (pastización).

- Volumen estimado de material por remover

El volumen dependerá de las características particulares que presente cada sitio, donde se llegarán a producir cortes que formarán taludes. Como se hace mención anteriormente, los sitios corresponden a la ubicación de las torres de transmisión en zona de lomeríos.

g) Rellenos

- Tipo de materiales que se emplearán.

Los materiales que se emplearán para efectuar los rellenos en el área de cimentación de las estructuras de las torres serán; arenas volcánicas, grava arcilla, gravilla y material extraído de la excavación realizada para las cimentaciones. Ninguno de estos materiales, poseen sustancias o componentes ajenos a su naturaleza que pudiesen ocasionar contaminación al sitio.

- Estudio de bancos donde se adquirirá el material para el relleno, indicando superficie a explotar y en su caso caminos y actividades de desmonte.

Los lugares donde se pudiera requerir efectuar rellenos, son los sitios de instalación de las estructuras de acero que conforman las torres de transmisión, las cuales ocupan una superficie máxima de 50 m² por cada una de las estructuras, el material que será extraído durante la excavación de las cimentaciones de las torres, será el mismo material utilizado para relleno, por lo anterior esta actividad no requiere la apertura de bancos de materiales, en donde se adquiera material para relleno, cabe resaltar que en caso de requerirse de otro tipo de material, este será adquirido en casas comerciales establecidas en las localidades cercanas al proyecto.

- Volumen estimado, forma de transporte, manejo y traslado de material para efectuar el relleno.

Los volúmenes requeridos para efectuar el relleno, dependerán de las características topográficas particulares y del diseño específico para la cimentación y taludes, que particularmente se tengan en cada sitio en donde se instalarán las torres de transmisión. Como se hizo ahínco en el apartado anterior, de requerirse materiales para efectuar el relleno, estos se obtendrán de casas comerciales establecidas para la venta y suministro de materiales de construcción, que se establezcan en las poblaciones cercanas al proyecto, los mismos que serán transportados en camiones de volteo, los cuales utilizarán una cubierta de lona, para evitar la dispersión de estos materiales al aire y al suelo, durante su traslado al sitio del proyecto.

- Técnica constructiva para realizar el relleno

Cuando el relleno sea somero, el camión de volteo que transporte el material lo esparcirá sobre la superficie del área a rellenar, posteriormente se uniformizará mediante la moto conformadora, finalmente se compacta y se le proporcionará el terminado requerido. En el caso de que el área a rellenar sea profunda (perforaciones para cimentaciones) se acarreará el material mediante carretillas y será vertido sobre la perforación a cielo abierto a rellenar, procediendo a compactarlo inmediatamente después.

Obra electromecánica

- a) Montaje de las estructuras

Con la utilización de grúas y malacates se realiza la instalación completa de las estructuras en los sitios determinados y en base a los planos de montaje.

- b) Instalación del sistema de tierras

Consiste en la instalación de antenas a base de alambre “copperweld” del número 2 de 15 metros de longitud, dichas antenas estarán conectadas a las patas de las torres con conectores apropiados, siendo necesario en algunos casos el hincado de las varillas “copperweld” de 5/8” de diámetro por tres metros de longitud en forma vertical, conectadas a las terminales de las antenas (a una profundidad de 50 cm; estas para terrenos no cultivables y de 80 cm, para aquellos cultivables).

- c) Vestidura de las estructuras

Consiste en la colocación en los espacios respectivos, los herrajes, aisladores y accesorios en general; incluyendo las placas de aviso de peligro y de la numeración de las estructuras, placas y numeración para inspección aérea.

d) Tendido y tensionado de cable de guarda

Consiste en colocar un cable de acero de 3/8" de diámetro, con recubrimiento de aluminio soldado y de los herrajes necesarios en los extremos superiores de las estructuras. Posteriormente se tensará el cable para dejarlo a una altura determinada del suelo, empleando para ello el método de tensión mecánica controlada.

Primero se elabora un programa de tendido para optimizar el kilometraje de cada carrete, después con una máquina traccionadora se realiza el jalado del cable, por su parte en el extremo contrario, una máquina devanadora soltará el cable piloto poco a poco, y posteriormente el cable de guarda, una vez tendido el tramo programado se procede a tensionarlo y rematarlo con sus herrajes correspondientes.

e) Tendido y tensionado de cable conductor

El procedimiento es igual al tendido del cable guarda, pero en este caso se colocará un cable de 1113 (ACSR) con cable de acero concéntrico y núcleo de acero, con recubrimiento de aluminio soldado en el tendido de los conductores. Posterior al tensionado, se realizará el enclemado y la instalación del sistema de amortiguamiento. Lo anterior es necesario para evitar vibraciones en los cables conductores, que pudieran llegar a dañarlos, o dañar la estructura, así como la instalación de los dispositivos. Esto se realiza para mantener los subconductores de haz de conducciones múltiples, los cuales van separados entre sí, a distancias seguras, y a una altura del terreno natural, de acuerdo a lo indicado al proyecto.

II.2.4.2 Subestación eléctrica

Obra civil

a) Cimentaciones (excavación, relleno, compactación)

En el predio donde se construye la subestación nueva y en su caso en el sitio requerido para la ampliación de la SE Ixtepec Potencia, se realizarán las excavaciones de profundidad y tamaños variables para las cimentaciones de los equipos. Esta actividad incluye el armado de las cimbras, armado de acero de refuerzo y el colado de concreto para las cimentaciones donde se instalarán las estructuras y se levantarán las casetas.

b) Construcción de caseta de control

Construcción de caseta para alojar los tableros de servicios propios de C.A. y C.D. auto-soportados y de sobreponer, tableros de PCyM, Control y Comunicaciones. Adjunta a este cuarto una sala de baterías. Construcción de caseta para Planta Diesel y una caseta de vigilancia

c) Instalación de barda perimetral

Instalación de barda perimetral con concertina

d) Trincheras para cables y drenajes

Excavación de sistema de trincheras que servirán para colocarlos cables de control que unirán al equipo con los tableros de medición y protección. Para el drenaje de las trincheras se dejarán pendientes adecuadas orientadas a los registros que se conectan al drenaje pluvial. En el caso del drenaje se contempla a todas las líneas de concreto simple o reforzado, registros, alcantarillas, cunetas y contra cunetas indicadas en el proyecto que servirán para conducir el agua de lluvia que escurra en el predio de la subestación.

Obra electromecánica

a) Montaje de estructuras

Se entiende por estructuras mayores a la instalación de columnas y traveses metálicas que soportan los buses aéreos para su conexión con los diferentes equipos. El montaje de estructuras menores consiste en la colocación y conexión de pararrayos, transformadores de corriente, trampas de onda, dispositivos de potencia y transformadores de potencia sobre las estructuras mayores.

b) Instalación de fuerza y alumbrado exterior

Se requieren instalaciones de alumbrado exterior montadas sobre las estructuras mayores.

c) Tendido de buses

Estos son los trabajos de montaje, tendido y conexión de aisladores, herrajes, accesorios, tubos conductores que forman las canalizaciones de las distintas áreas de voltaje de la subestación y de cables conductores y de guarda. Los buses de barras y transversales serán a través de conductor de aluminio ACSR 1113 KMC todos con herrajes libres de efecto corona con cadenas de tensión y suspensión a base de aisladores de vidrio.

d) Sistema de tierras

El sistema de tierras consiste en una cuadrícula de conductores de cobre enterrados y conectados entre sí, así como electrodos localizados en la periferia de la cuadrícula.

e) Montaje de equipo primario

Montaje de equipo en el área eléctrica como son: alimentadores, interruptores y cuchillas y banco y cargadores de baterías.

f) Montaje de equipo de servicios propios

Estos son los centros de carga para corriente alterna y corriente directa que se montarán en la caseta de control. Estos centros controlarán y distribuirán los circuitos que requiera la subestación para el alumbrado y servicio de emergencia eléctrica en general.

Para los servicios propios se están contemplando suministros y montaje de Tableros auto-soportados de CA y CD, bancos de baterías y cargadores esto para los servicios de corriente directa y para la alimentación de C.A. se consideraron 3 fuentes, una a base de Transformadores TS o UTP conectados a barras de 230 KV/O, 220KV, una línea en media tensión de 13.2 kV para alimentar transformador para servicios propios y una planta de emergencia.

g) Montaje de equipo de protección, control y medición

Instalación de tableros de control, protección y medición de todas las funciones eléctricas de los equipos instalados en la subestación.

h) Tendido y conectado de cable de control, fuerza y comunicación

Se le llama cable de control a los conductores que unen los gabinetes de los equipos que se montarán en la parte exterior de la subestación, con los instrumentos y aparatos que se localizan en los tableros de control, ubicados en las casetas de control. Se requiere de un equipo de comunicación para mantener enlazados dos o más lugares con el fin de realizar un adecuado control de la subestación.

i) Pruebas pre operativas

Actividades realizadas para verificar la correcta operación de todos los equipos e instalaciones, una vez que se confirma el adecuado funcionamiento se procede a energizar la subestación eléctrica.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

II.2.5.1 Programa de operación

La operación de la línea de transmisión, está dada por un solo proceso, el cual consiste en energizar los cables de conducción con una potencia de 400 kV, la cual fluirá continuamente y sin interrupción durante toda la vida útil de la Subestación SET y de la Subestación Ixtepec Potencia. El programa de operación entrará en vigor una vez concluidas todas las actividades de construcción.

II.2.5.2 Programa de mantenimiento predictivo y preventivo

El mantenimiento que se brinda a una línea que conduce energía eléctrica es en base a recorridos a lo largo de la brecha de maniobras y patrullaje, este es el motivo por lo que muchas veces, para minimizar los costos e impactos en poblaciones animales y vegetales se establecen las líneas cerca de los caminos.

De tal forma que el mantenimiento es permanente, ya que la vida útil de las obras de transmisión y transformación es por tiempo indefinido. Con el fin de garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica, y la conservación en forma adecuada de los elementos que conforman la línea de transmisión, es necesario contar con un programa de mantenimiento.

Para el mantenimiento de dicha línea de transmisión eléctrica se aplica los siguientes tipos:

Mantenimiento preventivo

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

Mantenimiento correctivo

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

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.

Principales actividades de mantenimiento que deben realizarse en una línea de transmisión:

Inspección mayor

La revisión debe realizarse por lo menos 1 vez por año, a lo largo de toda la línea de transmisión. Y deberá hacerse a detalle en cada elemento componente de la estructura, cables conductores, hilos de guardas y factores externos a la línea de transmisión, susceptibles de ocasionar fallas a la misma como: brecha, contra perfiles, libramientos, cruzamientos con ríos, zonas de contaminación, vandalismo y áreas de incendio.

Inspección menor

Se podrán realizar hasta 2 inspecciones menores en una línea por año, entendiendo que para esta actividad no se requiere estrictamente subir a las estructuras por parte del liniero.

Patrullaje o inspección aérea

Actividad que se realiza en helicóptero o avioneta donde se pueden detectar fallas notorias en el hilo de guarda, cable conductor, estructuras, brecha, aisladores, colas de rata, elementos estructurales, cimentaciones e invasión a derechos de vía.

Inspección de brechas a terceros

Comprende las actividades de supervisión y recepción de brecha por parte de la promovente, cuando se maneje algún contrato de servicios con terceros.

Medición de resistencia a tierra

Se estima conveniente hacer programas de medición de resistencia de tierras al 100% (cada 4 años). Tratándose de líneas nuevas, se deberán medir 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 conexión. La medición de tierra deberá ejecutarse en temporada de seca, donde el terreno permanece seco.

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.

Cambio de aislamiento con línea desenergizada

Actividad realizada, programada con líneas desenergizadas que no impliquen un alto riesgo, para el personal que realiza dicha actividad.

Sustitución de empalme de conductor o guarda

Cuando se llegan a detectar empalmes dañados o defectuosos (mecánicos o compresión) por medio de termografía o inspección, es entonces que se debe programar su reemplazo, tomando en cuenta el método que brinde mayor seguridad para el personal (uso de canastillas, bajar cable al piso, etc.).

Reapriete de herrajes

Actividad que incluye la corrección de conexiones deficientes por tornillería floja en clemas de suspensión y de remate, puente de cables de guarda y estructura en general.

Sustitución de conectores de guarda

Se programará esta actividad cuando por necesidad 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

Se programará la sustitución de los cables de guarda en zonas de alta contaminación, donde dichos cables son severamente afectados por la corrosión, así también en los casos donde eventualmente se llega a tener una ruptura de uno o de más hilos del cable de guarda.

Mantenimiento a conexiones a cambio de puente

Son actividades que incluye como la sustitución de tornillería en zapatas o conectores mecánicos de estructuras de tensión-remate, remate-deflexión y/o transposición, así como de cambio de puentes y conectores.

Reparación de conductor o hilo de guarda

Son 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 algunas líneas, resultarán valores de resistencia altos. Los valores mayores a 10 OHMS deberán corregirse, utilizando preferentemente el método de contra antenas y electrodos y/o mejorando las propiedades del terreno artificialmente.

Corrección de brecha

También conocido como el mantenimiento de brecha o poda de árboles que se realiza promovente, en donde existan zonas en las que se llegue a detectar crecimiento de árboles que pudieran afectar el funcionamiento de la línea y poner en riesgo la confiabilidad de la línea de transmisión.

Limpieza de brecha por terceros

La brecha se conservará en condiciones recomendables durante la construcción de la línea, como parte de las actividades de mantenimiento, pudiéndose realizar a través de un contrato con terceros.

Mantenimiento de equipo y herramientas

Se efectuará dos veces al año esta actividad, debiéndose incluir equipo, personal de maniobra y seguridad.

Cuadro 20. Actividades de mantenimiento para la L.T. SET – Ixtepec Potencia y su periodicidad

No.	Actividad	Periodicidad
1	Inspección Mayor	1 x año
2	Inspección Menor	1 x año
3	Patrullaje o inspección aérea	1 x año
4	Inspección de brechas a terceros	Cada 2 años
5	Medición de resistencia a tierras	Cada 4 años
6	Medición de corrosión	Cada 6 años
7	Cambio de aislamiento con línea energizada	1 x año
8	Cambio de aislamiento con línea desenergizada	1 x año
9	Sustitución de empalmes de conducción o de guarda	Cada 5 años
10	Reapriete de herrajes	Cada 3 años
11	Sustitución de conector de guarda	---
12	Sustitución de cable de guarda	---
13	Sustitución de cola de rata	---
14	Mantenimiento a conexiones a cambio de puente	---
15	Reparación de conductor o hilo de guarda	---
16	Corrección al sistema de tierras	Cada 4 años
17	Corrección de corrosión	Cada 6 años
18	Corrección de brecha	1 x año
19	Limpieza de brecha por terceros	Cada 2 años
20	Mantenimiento de equipo y herramientas	Cada 2 años

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Se trata de todas aquellas que se construyen en conjunto con la obra principal del proyecto, con la finalidad de permitir la construcción, funcionamiento u operación de la misma.

Bajo esta definición se puede decir que en proyectos de tendidos de transmisión eléctrica como es el caso, las obras asociadas se consideran a los caminos de acceso, los cuales son rehabilitados con la finalidad de tener acceso a los diferentes puntos de inflexión y otras áreas del circuito eléctrico, estos caminos pueden o no seguirse utilizando posterior a que la construcción del proyecto termine.

Para este proyecto se consideró el levantamiento topográfico en su mayor parte cerca de los caminos existentes y que actualmente tienen una función específica que generalmente para la zona es la de comunicar una población con otra, así como acceder a las áreas agrícolas y de ganadería presentes en la zona.

Tomando en cuenta las consideraciones de diseño y trazado en campo del circuito, se puede concluir que para la ejecución del proyecto no es necesaria la construcción de obras asociadas.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

Se considera que la vida útil de la L.T. SET – Ixtepec Potencia y subestaciones SET e Ixtepec Potencia es indefinida y de utilidad permanente.

Programa de abandono

Debido a que la vida útil del proyecto se considera indefinida y de utilidad permanente, no se considera el abandono del proyecto. Mientras tanto no será necesario efectuar instalaciones de tipo provisional, debido a que en estas obras se aprovechará la infraestructura de los poblados cercanos a los proyectos y poder instalar las oficinas técnico – administrativas y campamentos necesarios.

La maquinaria que pudiera dejar de utilizarse se retirará de la zona, circulando únicamente por los caminos de acceso establecidos, y no podrá mantenerse más allá de una semana después de terminada la obra, en caso de que presente alguna falla o que no se pueda mover por medios propios deberá ser transportada por un vehículo de apoyo.

El personal no necesario previo a la limpieza de sus áreas de trabajo se trasladará fuera del sitio de la obra. Una vez concluidos los trabajos se procederá a ejecutar los diferentes trabajos encaminados a las medidas de mitigación y compensación aplicables en el sitio.

Insumos

A continuación, se da a conocer la información referente a los requerimientos de materiales, como electricidad, agua, combustible u otros insumos que se utilizarán en cada una de las etapas del proyecto, así como sus fuentes de suministro. Así también se informará si pudiera existir el riesgo de provocar un desabasto debido al incremento de la demanda.

- **Agua**

Dentro de los recursos naturales que serán empleados durante las diferentes etapas que comprenden la construcción del proyecto de la línea de transmisión, el agua es el principal, y los requerimientos necesarios son los que se describen a continuación

Cuadro 21. Consumo de agua

Etapa	Agua	Consumo ordinario	Consumo excepcional o periódico			
		Volumen	Volumen	Origen	Período	Duración
Preparación del sitio	Cruda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Tratada	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Potable	575 m ³	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Construcción	Cruda	17.72 m ³	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Tratada	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Potable	7.126 m ³	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Operación	Cruda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Tratada	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

	Potable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Mantenimiento	Cruda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Tratada	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Potable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Abandono	Cruda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Tratada	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Potable	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Agua cruda. Se utilizará en la preparación de concreto de las cimentaciones y de las plantillas de las torres de transmisión, así como concreto premezclado, para el relleno y compactado de las cepas, la fuente de abastecimiento será de las poblaciones cercanas y de una fuente autorizada por la autoridad del agua, el traslado se realizará por medio de tanques o camión pipa.

Agua Potable. Este recurso será empleado por el personal que realice la construcción de esta obra, la fuente de suministro será de las casas comerciales autorizadas de las poblaciones aledañas, o bien del organismo operador de las poblaciones aledañas al proyecto.

II.2.8 Utilización de explosivo

II.2.8.1 Materiales y Sustancias

Serán manejadas de acuerdo a la normatividad aplicable.

- **Sustancias tóxicas**

En ninguna de las etapas del proyecto se consideran el uso y empleo de sustancias tóxicas.

- **Explosivos**

No se pretende utilizar explosivos en ninguna de las etapas de la obra, por lo tanto, este punto no aplica en el presente proyecto, debido a que las excavaciones que se realizarán son susceptibles de efectuarse con herramienta manual o a veces con cava hoyos mecánicos, disminuyendo el daño ambiental que pudiera ocasionar

En el siguiente cuadro se presenta la información de los materiales y sustancias de manejo especial para la línea de transmisión.

Cuadro 22. Materiales y Sustancias de manejo especial para la línea de transmisión

Etapas	Actividad	Descripción/estado físico	Características Creti	Cantidad	Uso final	
Preparación del sitio	Brecha maniobra y patrullaje.	No requiere	N/A	24.1Km		
	Localización de estructuras	Mojoneras de concreto/sólido	N/A	80 Piezas	Reintegrado	
Construcción	Excavación	No requiere	N/A	1338 m ³	Esparcido	
	Plantillas de concreto	Cemento, polvo y piedra/sólidos	N/A	49 m ³	Esparcido	
	Montaje de estructuras	Acero estructural galvanizado		N/A	1310 Ton.	Reintegrado
		Tornillería/sólido		N/A	0.15 Lote	Reintegrado
		Placas de numeración de las estructuras/sólidos		N/A	80 Piezas	Reintegrado
Acero de refuerzo	Varilla corrugada/sólido		N/A	77 Ton.	Reintegrado	

	Concreto en cimentaciones	Concreto/sólido	N/A	1080 m ³	Esparcido
		Madera para cimbra/sólido	N/A	198 m ³	Reintegrado
	Relleno compactado	Tierra producto de excavación/sólido	N/A	N/A	Esparcido
	Sistema de tierras	Alambre Copperweld	N/A	5110 m	Reintegrado
	Vestido de estructuras	Aisladores en vidrio de 25,000 o 36,000 lb resistencia/sólido	N/A	24427 Piezas	Reintegrado
		Herrajes de tensión para cable conductor/sólido	N/A	46 Conjunto	Reintegrado
Construcción	Vestido de estructuras	Herrajes de suspensión para cable conductor/sólido	N/A	409 Conjunto	Reintegrado
		Herrajes de tensión para cable de guarda/sólido	N/A	15 Piezas	Reintegrado
		Herrajes de suspensión para cable de guarda/sólido	N/A	433 Piezas	Reintegrado
	Tendido y tensado de cable de guarda	Cable de acero de 3/8" de diámetro/sólido	N/A	21 Ton.	Reintegrado
	Tendido y tensado de cable conductor	Cable de aluminio con alma de acero calibre IH3ACSR/sólido	N/A	882 Ton.	Reintegrado
Operación	Mantenimiento	Amortiguadores/sólido	N/A	3179 Piezas	Reintegrado
		Esmalte anticorrosivo líquido	Flamable		Reintegrado
		Tornillería sólido	N/A	0.15 Lote	Reintegrado
		Estopa sólido	N/A	0.15 Lote	Basurero

II.2.8.1 Energía y combustibles

Electricidad

Como la mayoría de los trabajos se llevarán a cabo durante el día, y como la maquinaria y el equipo utilizado funciona por medio de sistemas de combustión interna y manual, no se utilizará energía eléctrica para las actividades de las diferentes etapas que comprenden los trabajos objeto de este estudio.

Combustibles

En la etapa previa a la construcción de la obra, el combustible es necesario para el funcionamiento de vehículos, ya que transportan al personal. Mientras que, para revolvedoras y motosierras, se usa diésel, aunque en menor cantidad, ya que sólo se utilizará para el funcionamiento de la devanadora, entre otros.

El requerimiento de combustibles en todas las etapas se basa en el consumo de combustibles líquidos como gasolina magna de 87 octanos y diésel centrifugado para los vehículos y equipo a utilizar. Los combustibles serán adquiridos en estaciones de servicio ubicadas en los centros de población adjuntos a los sitios del proyecto por lo que no existirá ningún tipo de almacenamiento; por razones de seguridad.

A continuación, se presenta la información referente a los requerimientos de combustible.

Cuadro 23. Requerimientos de combustible

Combustibles	Cantidad (litros)
Diésel	68875
Gasolina	62582
Lubricantes	231

Maquinaria y Equipo

Aquí se presenta la información sobre maquinaria y equipo, tomando en cuenta cada una de las etapas del proyecto. Se especifica el tipo de maquinaria a utilizar, considerando

entre otros factores la cantidad de máquinas por tipo y el tiempo de ocupación por unidad de tiempo, así como la eficiencia de combustión de las máquinas y niveles de ruido producidos (en decibeles).

En seguida se presenta un listado del equipo y maquinaria a utilizar durante la ejecución del proyecto, además de la etapa y cantidad en que serán.

Cuadro 24. Maquinaria y equipo que se utilizará en la obra

Etapa/concepto	Cantidad	Tiempo En obra (meses)	Horas de Trabajo diario	Db Emitidos	Emisiones A la Atm. (gr s ⁻²)	Tipo de combustible	Ubicación de La fuente de ruido (extensión del efecto)
PREPARACIÓN DEL SITIO							
Brecha de maniobra y patrullaje							
Tractor oruga	1	8	8	40	0.02	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, (100m. En forma radial)
Camioneta 3 ton.	1	8	8	30	0.01	Gasolina	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Localización de estructuras							
Aparato topográfico	1	8	8	0	N/A	N/A	N/A
Camioneta Pick-up	1	8	8	30	0.01	Gasolina	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Megger P/Medic resistividad	1	8	8	0	N/A	N/A	
CONSTRUCCIÓN							
Excavación							
Compresor	1	10	8	40	0.03	Diésel	Derecho de vía (100m. En forma radial)
Retroexcavadora	1	10	8	40	0.03	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso (100m. En forma radial)
Camioneta 3 Ton.	1	10	8	30	0.02	Gasolina	Derecho de vía, caminos acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Plantillas de concreto							
Camión de volteo 6m ³	1	10	8	35	0.02	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Camioneta 3 ton.	1	10	8	30	0.01	Gasolina	Derecho de vía, caminos acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Revolvedora para concreto	1	10	8	25	0.02	Gasolina	Derecho de vía (50m. En forma radial)
Acero de refuerzo							
Camionetas 3 ton	1	10	30	0.01	6	Gasolina	Derecho de vía, caminos acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Concreto en cimentaciones							
Camión de volteo 6m ³	1	10	8	40	0.02	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Camioneta 3 ton.	1	10	8	30	0.03	Gasolina	Derecho de vía, caminos acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Revolv. para concreto	1	10	8	25	0.02	Gasolina	Derecho de vía (50m. En forma radial)
Relleno y compactado							
Compactador tipo bailarina	1	10	8	30	0.02	Gasolina	Derecho de vía (100m. En forma radial)
Montaje de estructuras							
Camión plataforma 8 ton.	1	10	8	40	0.04	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)

Camión 8 ton. Equip. C/G.	1	10	8	40	0.04	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Camioneta 3 ton.	1	10	8	30	0.01	Gasolina	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Instalación de sistema de tierras							
Megger P/Medic resistividad	1	10	8	0	N.A.	N.A.	
Camión 3 ton.	1	10	8	30	0.01	Gasolina	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Vestido de estructuras							
Camioneta 3 ton.	1	10	8	30	0.01	Gasolina	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Tendido y tensionado c/g							
Camión 8 ton. C/Grúa	1	10	8	40	0.04	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Camión 8 ton. C/Winch	1	10	8	40	0.04	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Máquina devanadora	1	10	8	40	0.01	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Máquina traccionadora	1	10	8	40	0.01	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Tendido y tensado C/C							
Camión 8 ton. C/Grúa	1	12	8	40	0.04	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Camión 8 ton. C/Winch	1	12	8	40	0.04	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Máquina devanadora	1	12	8	40	0.01	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)
Máquina traccionadora	1	12	8	40	0.01	Diésel	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50m. En forma radial)

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

Para llevar a cabo un correcto manejo de los residuos sólidos, se realizará una clasificación de acuerdo con lo establecido en las Leyes y Reglamentos en la materia, seguido de un almacenamiento temporal y disposición final adecuados, lo cual será documentado mediante registros y bitácoras. El manejo de los residuos se ejecutará a través de empresas autorizadas.

II.2.9.1 Residuos Sólidos Urbanos

Las etapas en donde se generarán residuos sólidos urbanos son: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Estos residuos sólidos principalmente son: residuos de desmonte y despalme; producto de la remoción de la vegetación, rocas y tierra (necesaria para llevar a cabo la construcción e instalación de la infraestructura para el proyecto). Residuos sólidos urbanos; (incluye sobrantes de alimentos y productos de la poda de mantenimiento alrededor).

En el siguiente cuadro se presentan las etapas y actividades en las cuales se generarán residuos sólidos urbanos.

Cuadro 25. Generación y manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para la L. T. Eléctrica SET – Ixtepec Potencia

Nombre Del residuo	Componente del residuo	Proceso o etapa que lo generará	Vol. Generado	Tipo de residuo	Sitio de almacenamiento temporal	Trasporte Al sitio de Disposición Final	Sitio de disposición Final
RESIDUOS SOLIDOS URBANOS							
Residuos de desmonte y despalle	Vegetación por desmonte	Preparación del sitio	486.62 m ³	Orgánico	Se triturará y esparcirá en áreas marginales a la obra	N/A	Dentro de la franja de derecho de vía
Residuos sólidos urbanos	Bolsas de plástico y envases de plástico, vidrio y aluminio		4.92 m ³	Inorgánico	Botes sanitarios de 200 L. que se ubicarán en la obra	SI	Sitio de disposición final de la cabecera municipal
RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL							
Residuos de manejo especial	Material terreo excedentes de excavaciones y rellenos, concreto excedente	Construcción Obra civil y Electromecánica	.43 m ³ /por torre	Orgánico	Se esparcirá sobre la superficie del terreno cuidando no obstruir el drenaje natural del sitio	N/A	Se dispondrá en el área de la torre
	Sacos de cemento y cal vacíos		.043 m ³	Inorgánico	Botes sanitarios de 200 L. que se ubicarán en la obra	SI	Centro de acopio en basureros municipales
	Botes de lámina vacíos		24 botes	Reactivo	Almacén temporal de residuos en obra	SI	Entrega a empresas dedicadas al reciclaje
	Acero, clavos, varilla, corrugada, tornillería		5.9	Reactivo	Almacén temporal en obra	SI	Entrega a empresas dedicadas al reciclaje
Residuos reciclables	Botes de lámina vacíos		24 Botes (0.3*0.3*05m)	Ninguna	Almacén temporal en obra	SI	Entrega a empresas dedicadas al reciclaje
Residuos de desmonte y despalle	Vegetación por desmonte	Operación y mantenimiento	kg	Ninguna	Se triturará y esparcirá en áreas marginales a la obra	N/A	Dentro de la franja de derecho de vía
Residuos peligrosos	Botes vacíos de pinturas y solventes		45 Botes (0.3*0.3*05m kg)	Toxico	Almacén de residuos peligrosos	SI	Empresa contratada
Emisiones a la atmosfera	Gases de efecto invernadero		PPM	Toxico	No Aplica	NA	NA

II.2.9.2 Manejo de Residuos Urbanos

Todo residuo generado será dispuesto de manera apropiada, así como también los trabajadores serán capacitados para el manejo de los mismos en el sitio de proyecto. Los residuos sólidos urbanos generados durante el desarrollo del proyecto, serán almacenados de manera provisional, para lo cual se acondicionará un almacén temporal que considere el diseño y las características indispensables para su manipulación.

En lo que respecta a la etapa de operación en caso de los que resulten serán manejados de acuerdo a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Con respecto a los Residuos Sólidos Urbanos, en las tablas anteriores se

encuentra indicado su punto de generación, captación, almacenamiento, y disposición final.

En los sitios donde aplica el transporte para el reciclaje y reutilización o sitio de disposición final de los residuos, éste se realizará mediante camiones de volteo cubriendo los residuos para evitar fugas de estos materiales.

II.2.10 Disposición final de residuos urbanos

Los residuos que se trasladarán a los sitios de disposición final de los municipios por los cuales atravesará la línea de transmisión, serán quienes otorguen los permisos correspondientes para depositar los residuos en los basureros del municipio o rellenos sanitarios, según sea el caso. Mientras que los Residuos Sólidos Urbanos y los que no puedan ser reciclados, serán depositados en el relleno sanitario más cercano al sitio del proyecto previo acuerdo con las autoridades que se encuentren a cargo de dicho relleno, debido a las dimensiones. Mientras tanto aquellos residuos, como los empaques de madera, carretes y cartón, se clasificarán en la zona del proyecto y dispondrán en recipientes (los que sus dimensiones así lo permitan) y se trasladarán a las zonas urbanas de las cabeceras municipales por las que atraviesa la L. T., donde podrán entregarse a compañías que se dediquen al reciclaje de este tipo de materiales.

▪ Sitios de tiro

Los residuos orgánicos producto de desmontes dentro del derecho de vía, así como troncos y ramas menores de 10 cm de diámetro, serán picados y esparcidos evitando formación de apilamientos, disponiendo en pendientes <10%, en forma de cordones perpendiculares a la pendiente del terreno en la franja del derecho de vía, además de esos sitios, no se consideran otros sitios de tiro. Mientras tanto los sitios de disposición final para los residuos que ya no cuenten con la capacidad de ser aprovechados o valorizados serán definidos a partir de la selección de la contratista, quien se encargará de la recolección de los residuos. Se considera que los sitios de disposición final se encuentren localizados en rellenos sanitarios o tiraderos municipales de localidades cercanas al Proyecto.

II.2.10.1 Generación, Manejo y Control de Emisiones a la Atmósfera

No se tendrán fuentes de emisiones a la atmósfera, las fuentes móviles corresponden a la maquinaria y equipos automotores que se utilizarán en el desarrollo de las etapas del proyecto y el origen de éstas, en el caso de los proyectos de construcción, operación y mantenimiento de la L.T. no aplican un modelo de dispersión de contaminantes a la atmósfera.

Para el control de las emisiones a la atmósfera, el contratista deberá establecer el compromiso de efectuar y presentar la verificación del parque vehicular, así como del equipo y maquinaria a utilizar en la obra. El proceso asociado a la generación de emisiones a la atmósfera por vehículos, es el que corresponde a motores de combustión interna que utilizan gasolina y/o diésel como combustibles.

II.2.10.2 Contaminación por ruido o vibraciones.

El ruido de la construcción será generado por equipos ligeros y pesados, camiones y otros vehículos, entre otras actividades diversas, por lo tanto, no será constante. Asimismo, no existen fuentes de vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa para este proyecto.

La única emisión de ruido que se originará, será por la maquinaria y equipo utilizado en las diferentes etapas del proyecto, por lo tanto, la duración de la emisión de ruido será la que corresponde a las horas de trabajo de la maquinaria y equipo. La ubicación de las fuentes emisoras de ruido de fondo en cada una de las etapas del proyecto se indicarán de acuerdo a la naturaleza de las mismas. No aplica la utilización del modelo de simulación, la emisión de ruidos será en espacios abiertos y alejados de los centros de población.

Como se indica la emisión de ruido será en espacios abiertos y de fuentes vehiculares y equipo de niveles bajos en ruido. Sin embargo, para el personal en el sitio de la obra, que se expone en las jornadas de 8 horas continuas se dispondrá de tapones auditivos.

II.2.10.3 Medidas de Seguridad

Antes de iniciar cualquier actividad y para poder garantizar la seguridad de los trabajadores y contratistas, que laboren en el proyecto, se deberá asegurar que los contratistas cuenten con planes de seguridad e higiene. Siendo la política del proyecto la de ajustarse a los requerimientos de seguridad establecidos en la legislación vigente.

II.2.10.4 Señalización y Medidas Preventivas

Por normas internas de la promovente, existen recomendaciones que son obligatorias para todo el personal, y que deben ser respetadas, tales como la señalización, ubicación y tipo de acciones de cada uno de los obreros.

II.2.10.5 Identificación de las Posibles Afectaciones al Ambiente que son Características del o los tipos de Proyecto

Los impactos ambientales asociados con el proyecto, en su mayoría ocurrirán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, en las cuales se efectuarán desmontes y despalmes, compactación y nivelación del terreno, excavaciones para la colocación de bases y cimientos de estructuras de las torres. Algunos impactos serán provisionales, persistiendo hasta la conclusión de la etapa de construcción, mientras que otros perdurarán durante la etapa de vida útil del proyecto, como será el mantenimiento preventivo y predictivo.

Cuadro 26. Afectaciones al ambiente en las distintas etapas del proyecto.

Etapa	Impacto	Descripción
Preparación del sitio	Reducción de la cubierta arbórea y arbustiva	La destrucción de los árboles en el área de derecho de vía se hará conforme a lo indicado por lineamientos técnicos establecidos en este documento, sin embargo, puede dañar el arbolado residual por impacto físico, lo que obliga a la aplicación de medidas de mitigación.
	Modificación del paisaje	Al disminuir el número de ejemplares arbóreos, cambia la apariencia original del paisaje.
Apertura de brecha	Disminución de la cubierta vegetal	Este cambio en la cubierta vegetal protectora del suelo, permite un incremento de agentes erosivos, manifestándose a corto plazo en un ligero aumento de la erosión laminar que puede conducir a formas críticas de erosión en zonas de alta pendiente en el terreno, (cárcavas, pedestales y pináculos) si no se respetan las medidas preventivas y de mitigación necesarias.
	Modificación del coeficiente de escurrimiento	El coeficiente de escurrimiento, aunque llega a modificarse temporalmente por la apertura de la brecha, después tiende a mejorar con la aparición de especies arbustivas y herbáceas. Disminuye temporalmente la tasa de infiltración reduciendo la

	brecha	humedad relativa del suelo, aunque la abundancia de materia orgánica en proceso de descomposición coadyuva a liberar nutrientes y contribuye a la retención de humedad.
Construcción	Impacto en la cubierta arbustiva	Se afectará una superficie de ocupación permanente de 25.77. Se tendrá cuidado de incorporar el producto de excavación al relleno de manera prioritaria.
	Modificación del paisaje y del hábitat natural	La modificación del paisaje natural por la colocación de las estructuras de las torres durará únicamente lo que dure en operación la línea de transmisión eléctrica.
	Disposición de residuos sólidos de tipo doméstico	Los residuos sanitarios deberán ser confinados para disposición por su generador, siendo responsabilidad de la empresa contratista de la obra, instruir a su personal con tal propósito.
	Disposición de residuos industriales	No existen datos para evaluar el volumen de los desperdicios derivados de la construcción.
	Emisiones a la atmósfera	Quiénes emitirán emisiones a la atmósfera son los vehículos automotores que serán utilizados durante la operación y circulación por los caminos de terracería a los sitios del proyecto. Se debe cumplir con lo estipulado en 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, de tal manera que la empresa contratista y la promotora deberán dar mantenimiento a los vehículos que se usen en las diferentes etapas del proyecto.
Construcción, operación y mantenimiento	Contaminación por ruido	Se debe cumplir con lo estipulado en 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, de tal manera que la empresa contratista y la promotora deberán dar mantenimiento a los vehículos que se usen en las diferentes etapas del proyecto.
	Compactación del suelo	Debido a las fuerzas mecánicas, como la presión de las ruedas de los vehículos (brecha de maniobra y patrullaje), pisoteo constante de personas o animales, la densidad del suelo cambia y se compacta.
Operación y mantenimiento	Contaminación atmosférica por fuentes móviles	Se estima que los vehículos que se empleen en esta actividad consumirían un promedio mensual de 300 lt, incluido su recorrido de inspección y vigilancia.

II.2.11 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

II.2.11.1 Tiraderos municipales

Se hará el uso de los rellenos sanitarios o basureros municipales disponibles en localidades cercanas para la disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos sin valor (mencionado anteriormente). La disposición final de estos Residuos se realizará por medio de contratistas debidamente autorizados por la autoridad competente, evitando aquella infraestructura para el manejo de residuos que no garantice la minimización de los riesgos por daños a la salud y al ambiente asociados con el confinamiento de los residuos.

Se dará un aviso a las autoridades de los municipios por donde atravesará la Línea de Transmisión Eléctrica *SET – Ixtepec Potencia*, para que la compañía contratista pueda hacer uso de los sitios existentes para depositar los residuos que se vayan generando durante las etapas de construcción de los proyectos, y tengan sobre entendido que no son residuos peligrosos.

II.2.11.2 Otros

No se consideran otros sistemas para la disposición de los residuos sólidos urbanos, generados durante las diversas etapas de construcción del proyecto de la L.T. SET – Ixtepec Potencia y SE SET.

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS
APLICABLES E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN
MATERIA AMBIENTAL

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN MATERIA AMBIENTAL	3
III.1 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL	5
III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.	5
III.1.2 Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.	6
III.1.3 Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018.	6
III.1.4 Programa Sectorial de Energía 2013-2018.	7
III.1.5 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018.	9
III.1.6 Programa para Democratizar la Productividad 2013-2018.	10
III.1.7 Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).	11
III.1.8 Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2014-2018.	12
III.1.9 Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y Plan de Acción 2016- 2030.	13
III.1.10 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	15
III.1.11 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO)	22
III.1.12 Plan Estatal de Desarrollo, Oaxaca 2016- 2022.	34
III.1.13 Planes de Desarrollo Municipal	35
III.2 Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México.	37
III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP).	37
III.2.2 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).	39
III.2.3. Región Hidrológica Prioritaria (RHP).	40
III.2.4 Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad.	41
III.2.5 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad (SPAECB).	42
III.2.6 Categoría de prioridad para la conservación del bosque mesófilo de montaña en México.	44
III.3 LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES	45
III.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	45
III.3.1.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.	47
III.3.1.2 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.	48
III.3.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	49
III.3.2.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	52

III.3.3 Ley General de Vida Silvestre.	55
III.3.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	56
III.3.5 Ley de Aguas Nacionales.	57
III.3.6 Ley General de Cambio Climático.	57
III.3.7 Normas Oficiales Mexicanas.	58
III.4 LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES	61
III.4.1 Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.	61
III.4.2 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Gobierno del Estado de Oaxaca.	64
III.4.3 Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca.	66

Índice de cuadros

Cuadro 1. Vinculación del proyecto con el PND	5
Cuadro 2. Objetivos, estrategias y líneas de acción del PNI que se vinculan con el proyecto	6
Cuadro 3. Objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa Sectorial de Energía, que se vinculan con el proyecto.	8
Cuadro 4. Objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que se vinculan con el proyecto	9
Cuadro 5. Objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa para Democratizar la Productividad, que se vinculan con el proyecto	11
Cuadro 6. Objetivos, estrategias y líneas de acción de la ENCC que se vinculan con el proyecto	11
Cuadro 7. Objetivos, estrategias y líneas de acción del PECC 2014 -2018, que se vinculan con el proyecto	13
Cuadro 8. Estrategias y líneas de acción de la ENBioMex y Plan de Acción 2016 – 2030, que se vinculan con el proyecto	14
Cuadro 9. Características de la UAB 141.	16
Cuadro 10. Características y estrategias aplicables en la UAB 141 Sierras del Sureste de Oaxaca	17
Cuadro 11. Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 141 y su vinculación con el proyecto.	17
Cuadro 12. Características de la UGA 01	24
Cuadro 13. Características de la UGA 02	25
Cuadro 14. Características de la UGA 14	25
Cuadro 15. Características de la UGA 18	26
Cuadro 16. Características de la UGA 55	26
Cuadro 17. Criterios de Regulación Ecológica aplicables en las UGA en que incide el proyecto y su vinculación con el mismo	27
Cuadro 18. Vinculación del proyecto con los objetivos estrategias y líneas de acción del Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca	34
Cuadro 19. Vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo de Unión Hidalgo 2017 – 2018	37
Cuadro 20. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	45
Cuadro 21. Reglamento de la LGEEPA en materia de EIA	48
Cuadro 22. Reglamento de la LGPGIR en materia de Contaminación de la atmósfera	48
Cuadro 23. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	49
Cuadro 24. Reglamento de la LGPGIR.	52
Cuadro 25. Ley General de Vida Silvestre	55
Cuadro 26. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	56
Cuadro 27. Ley de Aguas Nacionales	57
Cuadro 28. Ley General de Cambio Climático	58
Cuadro 29. Normas Oficiales Mexicanas.	58
Cuadro 30. Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.	61
Cuadro 31. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Gobierno del Estado de Oaxaca	65
Cuadro 32. Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca	66

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT.	16
Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al POERTEO.	23
Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al mapa de riesgos de inundación del POERTEO.	24
Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a las ANP de competencia Federal.	39
Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a las RTP.	40
Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a las RHP.	41
Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a los SPTCB.	42
Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a los SPAECB.	43
Figura 10. Ubicación del proyecto respecto a la categoría de prioridad para la conservación del bosque mesófilo de montaña en México.	44

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN MATERIA AMBIENTAL

III.1 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND), delinea los grandes objetivos de las políticas públicas de México y establece las acciones específicas para lograrlos, por lo que es la guía que orienta todos los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales. Como resultado de la revisión de este instrumento de planeación, se encontró la siguiente vinculación con el proyecto comentado en este estudio.

Eje IV. México Próspero

IV.1. Diagnóstico: Existe la oportunidad para que seamos más productivos

Energía

“El uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de la sociedad. Su escasez derivaría en un obstáculo para el desarrollo de cualquier economía. Por ello, es imperativo satisfacer las necesidades energéticas del país, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y extendiéndolos a todos los mexicanos, además de los beneficios que derivan del acceso y consumo de la energía”.

“Si bien hoy en día existe capacidad suficiente respecto al consumo nacional de electricidad, hacia el futuro la mayor incorporación de usuarios y un mejor acceso al suministro de energía significarán un reto para satisfacer las necesidades de energía eléctrica de la población y la planta productiva del país”

A continuación, se presentan el objetivo, estrategia y línea de acción del PND que se vincula con el proyecto.

Cuadro 1. Vinculación del proyecto con el PND

Objetivo	Estrategia	Línea de acción
4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.	4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.	Modernizar la red de transmisión y distribución de electricidad.

Vinculación con el proyecto:

El proyecto presentado en ésta Manifestación de Impacto Ambiental, coincide con el objetivo y estrategia arriba mencionadas. Sin que por el contrario se encontraran contravenciones a lo que establece el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

III.1.2 Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.

Los gobiernos de los tres países firmantes de este acuerdo: Canadá, Estados Unidos y México, se declararon “convencidos de la importancia de conservar, proteger y mejorar el medio ambiente en sus territorios”, y de que “la cooperación en estos terrenos es un elemento esencial para alcanzar el desarrollo sustentable, en beneficio de las generaciones presentes y futuras.” El proyecto se vincula con los siguientes artículos en los incisos citados.

Artículo 1. Objetivos:

- (a) Alentar la protección y el mejoramiento del medio ambiente en territorio de las Partes, para el bienestar de las generaciones presentes y futuras.
- (g) Mejorar la observancia y la aplicación de las leyes y reglamentos ambientales.
- (j) Promover políticas y prácticas para prevenir la contaminación.

Artículo 2. Compromisos Generales:

1. Con relación a su territorio, cada una de las Partes:
 - e) evaluará los impactos ambientales, cuando proceda.

Vinculación con el proyecto:

En observancia de lo que estipulan los artículos citados del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, durante todas las etapas del proyecto se deberán tomar las medidas preventivas, y en su caso correctivas para reducir al mínimo la afectación al equilibrio funcional de los ecosistemas de la zona. Al mismo tiempo, se deberán aplicar las medidas de mitigación y compensación de los impactos ambientales propuestas en el capítulo VI de este estudio, para, de esta manera; cumplir con el compromiso de protección al ambiente adquirido en este Acuerdo.

III.1.3 Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018.

Este programa, establece los objetivos, estrategias y líneas de acción que definen las actividades prioritarias y concretas, en materia de infraestructura, impulsadas por el Gobierno de la República. La visión del Programa Nacional de Infraestructura (PNI) vigente es la siguiente:

La inversión en infraestructura es un tema estratégico y prioritario para México porque representa el medio para generar desarrollo y crecimiento económico y es la pieza clave para incrementar la competitividad. Por esta razón, y con el objeto de elevar el nivel de bienestar de la sociedad, se deben crear las condiciones necesarias que hagan posible el desarrollo integral de todas las regiones y sectores del país, a fin de que todos los mexicanos puedan desarrollar su potencial productivo conforme a las metas que se hayan propuesto.

A continuación, se presentan el objetivo, estrategia y líneas de acción del PNI 2014-2018, que se vinculan con el proyecto.

Cuadro 2. Objetivos, estrategias y líneas de acción del PNI que se vinculan con el proyecto

Objetivo	Estrategia	Línea de acción.
2	2.6	2.6.3

Asegurar el desarrollo óptimo de la infraestructura para contar con energía suficiente, con calidad y a precios competitivos.	Desarrollar la transmisión de electricidad que permita el máximo aprovechamiento de los recursos de generación y la atención de la demanda.	Desarrollar las redes y los refuerzos necesarios para la atención de la demanda nacional.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Vinculación con el proyecto:

El proyecto presentado en ésta Manifestación de Impacto Ambiental, coincide con el objetivo y estrategia arriba mencionadas, toda vez que contribuiría al desarrollo de la red de transmisión de energía eléctrica en el país. Por otro lado, no se encontraron contravenciones a lo que este Programa Nacional establece.

III.1.4 Programa Sectorial de Energía 2013-2018.

Este programa contiene los objetivos y prioridades políticas que definen el desarrollo de las actividades del sector energético del país. Al mismo tiempo, obedece a lo estipulado en el Plan Nacional de Desarrollo como eje rector de las políticas públicas y como director del rumbo de las actividades del Gobierno Federal, alineándose con las metas nacionales y las estrategias transversales que contiene el mismo. Este programa establece a la letra lo siguiente:

“El objetivo del programa es orientar las acciones a la solución de los obstáculos que limiten el abasto de energía, para promover la construcción y modernización de la infraestructura del sector y la modernización organizacional, tanto de la estructura y regulación de las actividades energéticas, como de las instituciones y empresas del Estado”.

“El uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de cualquier sociedad; su escasez se convierte en un obstáculo para el crecimiento y desarrollo económico. Por ello, es imperativo que el sector sea capaz de satisfacer las necesidades energéticas, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y promoviendo el uso eficiente de la energía.”

Se revisó el documento del Programa Sectorial de Energía 2013-2018 en búsqueda de los vínculos que pudiera tener el proyecto con el mismo, encontrando lo siguiente:

Capítulo I. Diagnóstico

Infraestructura de transporte de energéticos:

- Uno de los retos más importantes a los que se enfrenta el sector eléctrico, **es incrementar la eficiencia, disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica.**
- **Es necesario construir nuevas líneas eléctricas de transmisión y subestaciones** que permitan interconectar las principales regiones con recursos renovables del país para que su desarrollo y aprovechamiento progrese de forma significativa.
- **La adición de nuevas líneas y subestaciones al Sistema Eléctrico Nacional, coadyuvará a la reducción de los costos de operación del sistema, al contar con líneas menos saturadas y, por ende con menores pérdidas técnicas.**

Asimismo, esta expansión del sistema contribuye a homologar las condiciones de suministro de energía eléctrica en el país.

A continuación, se presentan los objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa Sectorial de Energía que se vinculan con el proyecto.

Cuadro 3. Objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa Sectorial de Energía, que se vinculan con el proyecto.

Objetivo	Estrategia	Línea de acción
<p>3.</p> <p>Desarrollar la infraestructura de transporte que permita fortalecer la seguridad de provisión de energéticos, contribuyendo al crecimiento económico.</p> <p>Justificación:</p> <p><i>“El robustecimiento de la infraestructura de transporte de energéticos favorece el crecimiento económico a lo largo del país. Al brindar mayor acceso a la población que actualmente no cuenta con servicios energéticos, se impulsa y se promueve la igualdad de oportunidades a la población y el logro de un México Próspero”.</i></p> <p><i>“Una infraestructura adecuada, fomentará la competencia y permitirá mayores flujos de capital, de insumos, de conocimiento y de condiciones favorables para desarrollar el potencial de los ciudadanos de manera equitativa y hacia un paradigma que permita forjar políticas energéticas de forma integral y sostenible”.</i></p>	<p>3.1</p> <p>Desarrollar la infraestructura de transmisión eléctrica para incrementar el mallado de la red, su redundancia y la reducción de pérdidas.</p>	<p>3.1.2</p> <p>Implementar un programa de expansión y fortalecimiento de la red de transmisión que reduzca el número de líneas en estado de saturación de larga duración.</p>
<p>4.</p> <p>Incrementar la cobertura de usuarios de combustibles y electricidad en las distintas zonas del país.</p> <p>Justificación:</p> <p><i>“El desarrollo económico en las regiones del país, está vinculado directamente con el acceso a la canasta energética. El fortalecimiento en la cobertura de energéticos permitirá hacer llegar una variedad más amplia de combustibles a los usuarios</i></p>	<p>4.1</p> <p>Ampliar la cobertura del servicio eléctrico y homologar sus condiciones de calidad y seguridad de suministro promoviendo la inclusión social.</p>	<p>4.1.1</p> <p>Avanzar en la electrificación de poblados rurales y colonias populares.</p> <p>4.1.2</p> <p>Estandarizar la calidad y seguridad en el suministro de energía eléctrica de todo el país.</p>

Objetivo	Estrategia	Línea de acción
 finales. Con el acceso a productos como el gas natural, gas licuado de petróleo, gasolinas automotrices y electricidad, se potencia el desarrollo de las regiones y el bienestar de los individuos”.		

Vinculación con el proyecto.

Toda vez que el proyecto en comento se refiere a la construcción de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica, la vinculación con los objetivos y estrategias de este programa es positiva y amplia, ya que el mismo contribuye a la expansión y fortalecimiento de la red de transmisión de energía eléctrica en el país, incrementando de esta manera la capacidad la calidad y la seguridad en el suministro de este tipo de energía, lo cual se considera esencial para las actividades productivas del país, el desarrollo regional y el bienestar social. De igual manera el proyecto presenta concordancias con el *Diagnostico* que dicho programa presenta para el sector Infraestructura de Transporte de Energéticos, coadyuvando a cubrir las necesidades y a lograr los retos planteados para el sector eléctrico del país. Por otro lado, no se encontraron contravenciones a lo que este Programa Nacional establece.

III.1.5 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018.

Mediante este programa sectorial se atienden principalmente cuatro estrategias del objetivo 4.4 de la meta VI México Próspero del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, el cual pretende: “Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.” A continuación, se presentan los objetivos y las respectivas estrategias y líneas de acción de éste programa, que se vinculan con el proyecto.

Cuadro 4. Objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que se vinculan con el proyecto

Objetivo	Estrategia	Línea de acción
1. Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.	1.2 Propiciar una gestión ambiental integral para promover el desarrollo de proyectos de inversión que cumplan con criterios de sustentabilidad.	1.2.2 Modernizar el proceso de Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental con criterios de adaptación y mitigación al cambio climático
2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero. Se enfocarán esfuerzos en	2.1 Incrementar la resiliencia ecosistémica y disminuir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y servicios al cambio climático.	2.1.2 Promover el fortalecimiento e inclusión de criterios de adaptación en infraestructura estratégica en sectores industriales y servicios.
	2.3 Consolidar las medidas para	2.3.10 Promover el cumplimiento

Objetivo	Estrategia	Línea de acción
la reducción de emisiones a la atmósfera por la quema de combustibles fósiles.	la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).	normativo ambiental, en las actividades, obras y procesos que generan y emiten gases efecto invernadero (GEI).
4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentablemente del patrimonio natural.	4.1 Fomentar la conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, para mantener el patrimonio natural y sus servicios ambientales.	4.1.6 Fomentar la restauración de ecosistemas, para mantener y restablecer sus funciones, asegurando su conectividad y provisión de servicios ambientales.
	4.4 Proteger la biodiversidad del país, con énfasis en la conservación de las especies en riesgo.	4.4.8 Fortalecer el programa de conservación de especies en riesgo dentro y fuera de ANP.

Vinculación con el proyecto:

En observancia de lo que establecen las estrategias 1.2.2, 2.1.2 y 2.3.10 arriba citadas, y toda vez que la ejecución del presente proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2006 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-1993). En observancia de lo que establecen las estrategias 4.1.6 y 4.4.8, para contribuir a la protección y restauración de los ecosistemas y la biodiversidad, se deberán ejecutar en tiempo y forma las medidas de mitigación y compensación descritas en el capítulo VI del presente estudio. Asimismo, se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias para reducir al mínimo la emisión de contaminantes al suelo, aire y agua. Finalmente, los residuos que se generen deberán ser controlados y manejados en estricto apego a la normatividad que a tal efecto resulte aplicable.

III.1.6 Programa para Democratizar la Productividad 2013-2018.

Los objetivos, estrategias y líneas de acción del presente Programa persiguen el fin de impulsar la productividad y elevar el crecimiento de la economía mexicana, con un énfasis particular en que las oportunidades que de ellas se deriven beneficien a todas las regiones, a todos los sectores y a todos los grupos de la población. Estas acciones orientarán los programas de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de modo que la democratización de la productividad se refleje de manera transversal en las políticas públicas, como establece el Plan Nacional de Desarrollo. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con lo que establece el presente Programa.

Cuadro 5. Objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa para Democratizar la Productividad, que se vinculan con el proyecto

Objetivo	Estrategia	Línea de acción
3. Fortalecer el ambiente de negocios en el que operan las empresas y los productores del país.	3.4. Eleva la eficiencia en sectores productores de insumos clave para reducir los costos que enfrentan las empresas y los productores.	3.4.3 Asegurar la viabilidad del abastecimiento oportuno de energía con precios competitivos y calidad a lo largo de la cadena productiva.

Vinculación con el proyecto:

En función de su ubicación, características y alcances, se encontró que el proyecto se vincula de forma positiva con el objetivo, estrategia y línea de acción arriba citados, toda vez que se refiere a la construcción de una línea de transmisión de energía eléctrica, con lo cual se coadyuvaría a asegurar el abastecimiento de este tipo de energía en el país. Por otro lado, no se encontraron contravenciones a lo que este Programa Nacional establece.

III.1.7 Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).

La ENCC es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Se integra por tres temas:

- I. Pilares de Política Nacional de cambio climático (6 pilares),
- II. Adaptación a los efectos del cambio climático (3 ejes estratégicos) y
- III. Desarrollo bajo en emisiones, (5 ejes estratégicos en materia de mitigación).

Cada uno de estos temas contiene ejes estratégicos y líneas de acción mediante los cuales se definen los objetivos deseados. A cada uno de estos ejes le corresponden líneas de acción en donde la continuidad y la integración son fundamentales, muchas veces requiriendo la conjunción de los esfuerzos y participación de los tres niveles de gobierno, y de todos los sectores de la sociedad. A continuación, se presentan la vinculación del proyecto con las rutas que establece la ENCC.

Cuadro 6. Objetivos, estrategias y líneas de acción de la ENCC que se vinculan con el proyecto

Eje Estratégico	Línea de acción
A2. (Adaptación) Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.	A2.11 Fortalecer la infraestructura estratégica existente (comunicaciones, transportes, energía, entre otras) considerando escenarios climáticos.
	A2.12 Incorporar criterios de cambio climático en la planeación y construcción de nueva infraestructura estratégica y productiva.
A3. (Adaptación) Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener	A3.2 Garantizar la restauración, conectividad, aprovechamiento sustentable y conservación de los ecosistemas como bosques, selvas, sistemas costeros, mares, ecosistemas riparios,

los servicios ambientales que proveen.	humedales y de las comunidades bióticas que albergan y sus servicios ambientales
	<p>A3.5 Garantizar la conectividad ecohidrológica para la preservación de biodiversidad y servicios ambientales, la integralidad de los ecosistemas, la conservación de especies y el incremento de su resiliencia ante el cambio climático.</p> <p>A3.11 Garantizar la protección ambiental de los ecosistemas ante proyectos de obra pública y servicios industriales y productivos (mineros, textiles, cementeros, energéticos, agropecuarios, turísticos, entre otros) mediante la incorporación de criterios de cambio climático en instrumentos de planeación, como el impacto ambiental y el ordenamiento ecológico del territorio.</p>
M2. (Mitigación) Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable.	<p>M2.7 Reducir las emisiones mediante la modernización de la flota vehicular, y del retiro y la disposición final de las unidades poco eficientes.</p>

Vinculación con el proyecto:

En observancia de las líneas de acción A2.11 y A2.12, se tienen contemplados criterios constructivos encaminados a fortalecer la infraestructura, tanto de la subestación SET como de las estructuras de soporte de la línea de transmisión, de tal manera que dicha infraestructura sea resiliente ante fenómenos climáticos. El diseño constructivo del proyecto puede consultarse a detalle en el capítulo II del presente estudio. Por otro lado, en observancia de las líneas de acción que se derivan del eje estratégico A3, se proponen acciones para la prevención de la contaminación de los cuerpos de agua y cauces existentes en el área de influencia del proyecto, entre las que destacan la capacitación del personal a pie de obra para que el mismo evite en todo momento arrojar o depositar en cuerpos receptores, cauces, escurrimientos y zonas federales: basura, materiales, lodos y/o desechos que, por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar cuerpos de agua, cauces o escurrimientos. Aunado a lo anterior, se deberán implementar en tiempo y formas los programas de rescate y reubicación de especies de flora y fauna, y las acciones de reforestación, con lo cual se contribuye a mantener la integridad funcional de los ecosistemas en que incide el proyecto. Así mismo, se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias para reducir al mínimo la generación de contaminantes al agua, suelo y atmósfera, manejando y controlando los residuos que se generen, en estricto apego a la normatividad que resulte aplicable, dependiendo el tipo de residuo. En observancia de la línea de acción M2.7, se deberán utilizar la maquinaria y vehículos más modernos posibles, en función de su eficiencia en el uso de combustible y bajas emisiones de contaminantes. Los detalles de las acciones arriba mencionadas pueden consultarse en el capítulo VI del presente estudio.

III.1.8 Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2014-2018.

En el año 2012, México publicó la Ley General de Cambio Climático, la cual prevé dos instrumentos fundamentales para orientar e instrumentar la política pública en la materia. En este sentido, la ENCC abarca el mediano y largo plazo, y el PECC el corto plazo. En

este programa, se establecen los objetivos, estrategias, acciones y metas para hacer frente al cambio climático mediante la definición de prioridades en materia de adaptación, mitigación e investigación. el PECC 2013-2018, plantea dos objetivos orientados por un lado a: “Reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar su resiliencia y la resistencia de la infraestructura estratégica”, y por otro a: *Conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la adaptación y mitigación al cambio climático.* A continuación, se presentan el objetivo del PECC que se encontró vinculante con el proyecto, así como las respectivas estrategias y líneas de acción.

Cuadro 7. Objetivos, estrategias y líneas de acción del PECC 2014 -2018, que se vinculan con el proyecto

Objetivo	Estrategia	Línea de acción.
1. Reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar su resiliencia y la resistencia de la infraestructura estratégica.	1.3. Fortalecer la infraestructura estratégica e incorporar criterios de cambio climático en su planeación y construcción.	1.3.4 Mantener y aumentar los niveles de resiliencia en la infraestructura de comunicaciones.

Vinculación con el proyecto.

En observancia de la línea de acción, estrategia y objetivo arriba mencionado, se tienen contemplados criterios constructivos encaminados a incrementar la resiliencia de la infraestructura, tanto de la subestación SET como de las estructuras de soporte de la línea de transmisión de tal manera que presenten resiliencia ante fenómenos climáticos. En este sentido, dentro de las características del diseño constructivo de la subestación, se proyecta, la construcción de cunetas y contracunetas, así como una cimentación reforzada. En cuanto a las estructuras de soporte, la cimentación de las mismas se realizará sobre plantillas de concreto compactado, reforzado con varillas de acero, dicha base será rellena con una mezcla de materiales pétreos e inertes que posteriormente serán compactados. Por otro lado, cabe mencionar que se respetará toda aquella vegetación dentro del derecho de vía que no interfiera con el adecuado funcionamiento de los circuitos, con lo cual se contribuye a disminuir los procesos de erosión. El diseño constructivo del proyecto puede consultarse a detalle en el capítulo II del presente estudio, y las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos al ambiente, se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de éste estudio.

III.1.9 Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y Plan de Acción 2016- 2030.

La ENBioMex se constituye como un instrumento articulador que tiene como misión “establecer las bases para impulsar, orientar, coordinar y armonizar los esfuerzos de gobierno y sociedad para la conservación, el uso sustentable y el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados del uso de los componentes de la diversidad biológica y su integración en las prioridades sectoriales del país.” Esta Estrategia, se integra por seis ejes:

- I. Conocimiento.
- II. Conservación y restauración.
- III. Uso y manejo sustentable.
- IV. Atención a los factores de presión.
- V. Educación, comunicación y cultura ambiental.
- VI. Integración y gobernanza.

Estos ejes estratégicos representan los cauces de acción de las estrategias, así mismo, se establecen 24 líneas de acción y más de 160 acciones. La visión de esta Estrategia, plantea lo siguiente:

“En el 2030 se mantiene la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas, así como la provisión continua de los servicios ecosistémicos necesarios para el desarrollo de la vida y el bienestar de las mexicanas y los mexicanos; gobierno y sociedad están comprometidos con la conservación uso sustentable y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la biodiversidad.”

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la vinculación del proyecto con la ENBioMex y su Plan de Acción 2016-2030.

Cuadro 8. Estrategias y líneas de acción de la ENBioMex y Plan de Acción 2016 – 2030, que se vinculan con el proyecto

Eje estratégico	Línea de Acción	Acción
4. Atención a los factores de presión.	4.5 Prevención, control y reducción de la contaminación.	<p>4.5.1. Promover la reducción de contaminantes que afectan a la biodiversidad, generados por actividades antropogénicas.</p> <p>4.5.7. Fortalecer e implementar sistemas integrales de recolección y disposición final de los residuos sólidos urbanos y rurales. Promover la participación ciudadana en el manejo adecuado de los residuos contemplando estrategias de difusión y capacitación para disminuir la generación de residuos sólidos y peligrosos.</p>
	4.6 Reducción de la vulnerabilidad de la biodiversidad ante el cambio climático.	<p>4.6.1 Promover la adaptación al cambio climático mediante el enfoque de adaptación basada en ecosistemas.</p> <p>Promover esquemas y acciones de conservación, protección y restauración de los ecosistemas terrestres y acuáticos (epicontinentales, costeros y marinos) y sus servicios ambientales, como medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, en apoyo al Programa Especial de Cambio Climático, fortaleciendo y garantizando la participación y empoderamiento de las mujeres.</p>

Vinculación con el proyecto:

En observancia de las acciones y líneas de acción arriba citadas, se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias, para reducir al mínimo y controlar la emisión de contaminantes a la atmosfera. La maquinaria y equipo utilizados deberán ser revisados de forma periódica para asegurar que los mismos se encuentren en las mejores condiciones de trabajo para minimizar la generación de humos, gases y partículas. El mantenimiento mecánico preventivo estará enfocado a que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2006 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-1993). Al mismo tiempo se prohibirá realizar el mantenimiento de la maquinaria y equipo en la zona del proyecto, dicho mantenimiento deberá realizarse en talleres mecánicos.

Por otro lado, los residuos que se generen durante la construcción del proyecto, deberán manejarse y disponerse en estricto apego a lo que a tal efecto establezca la normatividad aplicable, dependiendo el tipo de residuo de que se trate. Aunado a ello, se propone capacitar al personal involucrado en el proyecto respecto a la importancia de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, y la responsabilidad de evitar depositar residuos y contaminantes en el suelo, escurrimientos, cuerpos de agua y cauces hidrológicos. Asimismo, se instruirá al personal involucrado en la ejecución del proyecto, acerca de la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad Las acciones arriba citadas, así como otras enfocadas a la protección, conservación y restauración de los ecosistemas en que incide el proyecto, se puede consultar a detalle en el capítulo VI del presente estudio.

III.1.10 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

De acuerdo con lo establecido en el artículo 20 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en los artículos 19 y 22 en su fracción primera; del Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; el POEGT es un programa de observancia obligatoria en todo el territorio nacional cuyo objetivo es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Para lograr sus objetivos, el POEGT se basa en el análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los recursos para establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos, fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, apoyar la resolución de los conflictos ambientales, y promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los diferentes sectores de la Administración Pública Federal. El proyecto en comento, así como su área de influencia incide en la **Región Ecológica 18.23** y dentro de ésta en la **Unidad Ambiental Biofísica 84**, denominada Llanuras del Istmo, tal como se puede apreciar en la Figura 1.

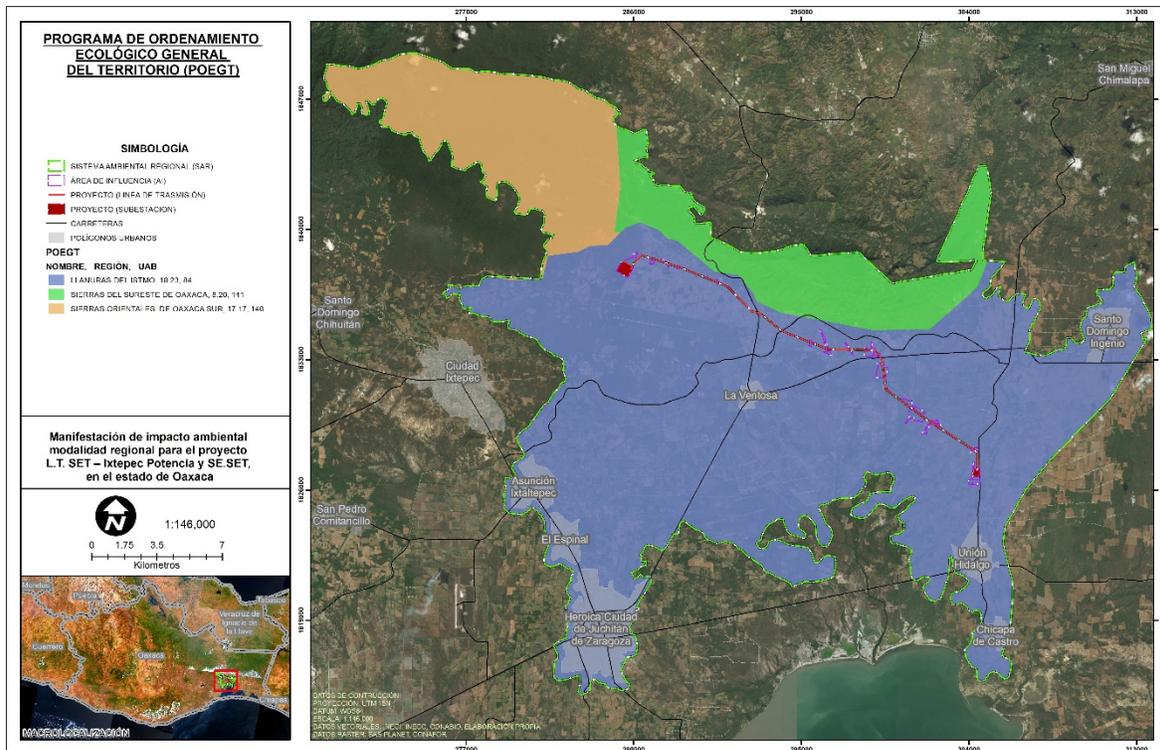


Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT.

A continuación, se presentan las características generales de la UAB 84, así como las estrategias sectoriales que en ella aplican, y su respectiva vinculación con el proyecto.

Cuadro 9. Características de la UAB 84.

Unidad Ambiental Biofísica 84 “Llanuras del Istmo”	
Estado del medio ambiente en 2008	Crítico
Conflicto sectorial	Alto
Población indígena	Chimalapas
Escenario al año 2033	Muy crítico
Política Ambiental	Restauración y Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de Atención	Muy Alta
Superficie de Áreas Naturales Protegidas	Muy Baja
Degradación de los suelos	Muy Alta
Degradación de la vegetación	Muy Alta
Degradación por desertificación	Baja
Modificación antropogénica	Baja
Longitud de carreteras (km)	Baja
Porcentaje de zonas urbanas	Baja
Porcentaje de cuerpos de agua	Muy Bajo

Densidad de población (hab/km ²)	Media
Uso del suelo	Agrícola y Forestal
Disponibilidad de agua superficial	Si
Disponibilidad de agua subterránea	Si
Porcentaje de zona funcional alta	2.6
Marginación social	Alta
Índice medio de educación	Bajo
Índice medio de salud	Muy Bajo
Hacinamiento en la vivienda	Alto
Indicador de consolidación de la vivienda	Medio
Indicador de capitalización industrial	Muy Bajo
Porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal	Medio
Porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios	Bajo
Actividad agrícola	Con fines comerciales
Importancia de la actividad minera	Media
Importancia de la actividad ganadera	Alta

A continuación, en el cuadro 10, se describen las características de la Unidad Ambiental Biofísica 84, así como las estrategias sectoriales aplicables a la misma, de acuerdo con el POEGT.

Cuadro 10. Características y estrategias aplicables en la UAB 84 “Llanuras del Istmo.”

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
84	Ganadería – Industria	Desarrollo Social	Agricultura-Turismo	CFE-Minería-SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

En el cuadro 11, a continuación, se describen las estrategias sectoriales aplicables en la UAB 84 y su vinculación con el proyecto.

Cuadro 11. Estrategias sectoriales aplicables en la UAB 84 y su vinculación con el proyecto.

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		Vinculación con el proyecto
B) Aprovechamiento Sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, genes y especies, recursos	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con las estrategias 4, 5, y 7, toda vez que no pretende el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes, recursos naturales, suelos agrícolas o pecuarios, ni recursos forestales.

	<p>naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>	<p>Por otro lado, el proyecto tampoco presenta vinculación con la estrategia 6, ya que no está relacionado con la infraestructura agrícola.</p> <p>Finalmente, respecto a la estrategia 8, se considera que, en función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no afecta de forma significativa la provisión de los servicios ambientales de dicho ecosistema, siempre que se ejecuten en tiempo y forma las acciones y programas propuestos en el capítulo VI del presente estudio, enfocados a reducir al mínimo los impactos negativos del proyecto sobre el ecosistema. Con el mismo propósito, se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias para reducir al mínimo la generación de contaminantes al agua, suelo y atmósfera, manejando y controlando los residuos que se generen, en estricto apego a la normatividad que resulte aplicable, dependiendo el tipo de residuo. Los detalles de las acciones arriba mencionadas pueden consultarse en el capítulo VI del presente estudio.</p>
<p>C) Protección de los recursos naturales</p>	<p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>	<p>En relación con la estrategia 12, se considera que, en función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no afecta de forma significativa el equilibrio funcional de los ecosistemas en que se inserta, siempre y cuando se lleven a cabo en tiempo y forma las medidas y acciones detalladas en el capítulo VI del presente estudio, las cuales se enfocan a prevenir y/o eliminar, reducir, controlar y compensar los impactos ambientales adversos del proyecto.</p> <p>Respecto a la estrategia 13, el proyecto no presenta vinculación con las mismas, en función de sus características y alcances.</p>
<p>D) Restauración</p>	<p>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas</p>	<p>En función de su ubicación, características y alcances, se considera que el proyecto no afecta de forma significativa al ecosistema forestal, siempre y cuando se lleven a cabo las acciones descritas en el capítulo VI del presente estudio, y enfocadas a reducir y compensar los impactos negativos del proyecto sobre los ecosistemas forestales de la zona. Entre dichas acciones destaca la ejecución de acciones de reforestación y un programa de rescate y reubicación de flora.</p> <p>Aunado a lo anterior, se contemplan acciones de prevención de la contaminación, como la impartición de un curso de educación ambiental al personal involucrado en el proyecto para que evite en todo momento la disposición inadecuada de residuos, así como conductas que pudieran causar daño o deterioro innecesario a la vegetación. Así mismo, se prohibirá realizar fogatas y quema de basura durante el proyecto.</p>
<p>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales renovables actividades económicas producción servicios</p>	<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p>	<p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con las estrategias 15, 15bis, 16, 17, 18, 19, 21, 22 y 23.</p> <p>Respecto a la estrategia 20, con el objetivo de reducir al mínimo la emisión de contaminantes atmosféricos que contribuyen al cambio climático, se deberá realizar el mantenimiento mecánico preventivo y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales</p>

15 bis.

Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.

Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2006 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-1993).

16.

Promover la reconversión de industrias básicas (textil, vestido, cuero, calzado, juguetes, entre otros) a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.

17.

Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).

19.

Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.

20.

Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.

21.

Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.

	<p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p>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).</p>	
<p>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.</p>		<p>Vinculación con el proyecto.</p>
<p>A) Suelo Urbano y Vivienda.</p>	<p>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p>	<p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con ésta estrategia.</p>
<p>C) Agua y Saneamiento</p>	<p>27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</p> <p>28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</p> <p>29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</p>	<p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con ésta estrategia.</p>
<p>D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional</p>	<p>30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.</p> <p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos</p>	<p>En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con las estrategias 30 y 32.</p> <p>Respecto a la estrategia 31, el proyecto contribuiría a impulsar el desarrollo de ciudades sustentables, a través del transporte de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables como lo es la energía eólica.</p>

	<p>costosas.</p> <p>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.</p>
<p>E) Desarrollo social</p>	<p>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.</p> <p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>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</p> <p>En función de su ubicación, características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con éstas estrategias.</p>

	de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.		Vinculación con el proyecto
	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	En observancia de este criterio, se deberá garantizar el respecto a los derechos de propiedad rural.
A) Marco Jurídico		
	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.	En función de sus características y alcances, el proyecto no presenta vinculación con éstas estrategias.
B) Planeación del ordenamiento territorial		

III.1.11 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO)

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca, se integra por dos elementos fundamentales, el Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE) que representa la regionalización del área a ordenar a través de las Unidades de Gestión Ambiental, (UGA) y la definición de lineamientos ecológicos y estrategias ecológicas, que representan los objetivos y acciones a realizar por cada uno de los actores sectoriales. Uno de los principales retos del POERTEO es la armonización de las actividades de los diferentes sectores y el medio ambiente a través de una expresión territorial balanceada de los usos del suelo para las actividades productivas, sociales, y de protección de los recursos naturales. El trazo del proyecto motivo y su área de influencia inciden en las **UGAs 01, 02, 014, 018 y 055**, tal como se puede apreciar en la imagen siguiente.

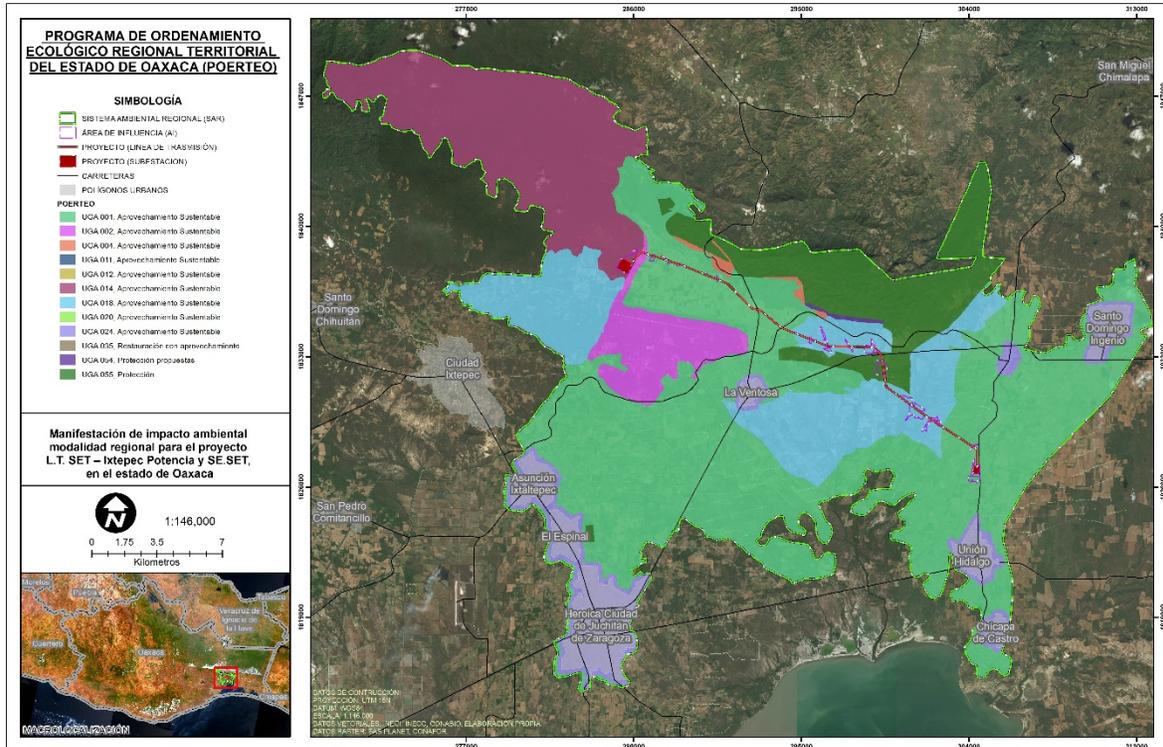


Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al POERTEO.

Para efectos de la vinculación de este ordenamiento con el proyecto en comento, se presenta también la ubicación del proyecto respecto al mapa de riesgo de inundación del POERTEO. Como se puede apreciar en dicho mapa, el proyecto se inserta en una zona considerada de alto riesgo de inundación.

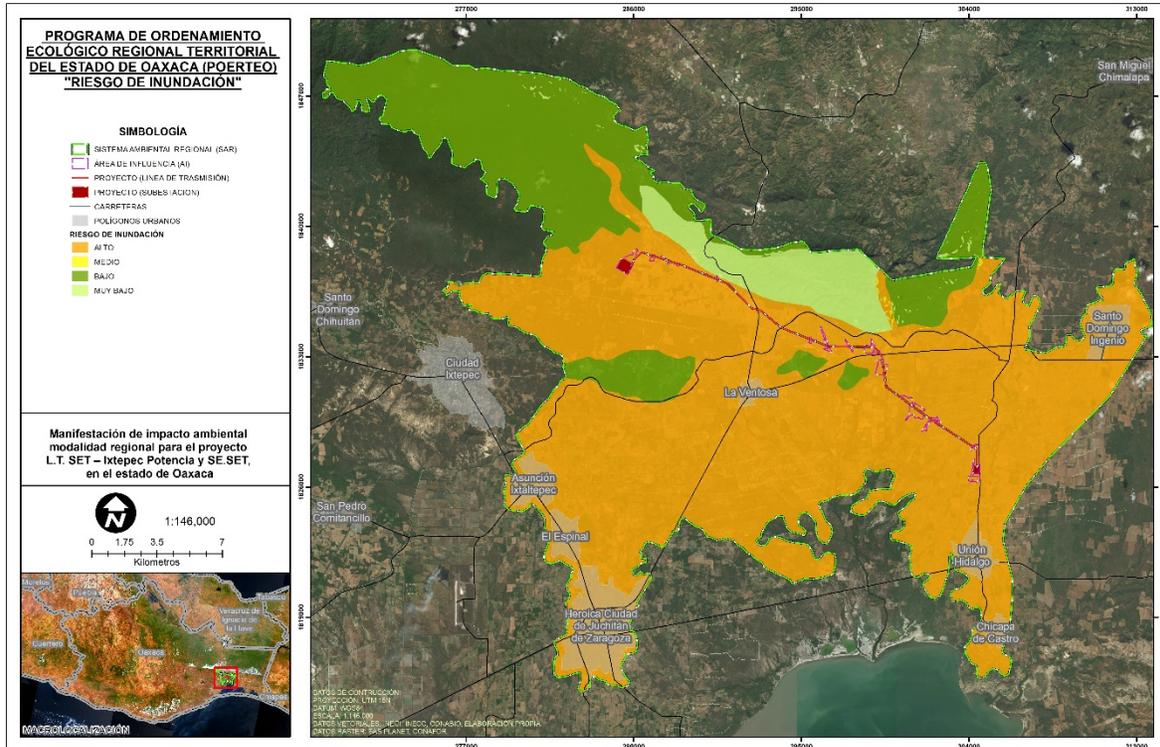


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al mapa de riesgos de inundación del POERTEO.

A continuación, se presentan las características generales de cada una de las UGAs del POERTEO en que incide el proyecto, así como los criterios de regulación ecológica que aplican en las mismas, y su vinculación con el proyecto.

Cuadro 12. Características de la UGA 01

UGA 01	
Política:	Aprovechamiento sustentable.
Nivel de riesgo:	Medio
Biodiversidad:	Alta
Nivel de presión:	Bajo
Cobertura	Agricultura 62.74%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 0.05%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 0.12%; Bosque de Encino 0.01%; Bosque Mesófilo de Montaña 0.06%; Cuerpo de Agua 0.67%; Matorral Xerófilo 0.10%; Pastizal 28.66%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 3.66%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 3.00%; Sin vegetación aparente 0.16%; Vegetación Acuática 0.77%
Uso recomendado:	Agrícola, acuícola, ganadería
Uso condicionado:	Industria, minería, industria eólica, asentamientos humanos
Uso No recomendado:	Apícola, ecoturismo, turismo
Sin aptitud:	Forestal
Lineamiento a 2025:	Aprovechar las 473,694 ha con aptitud para el desarrollo de actividades productivas, con mejoras en los procesos y empleo de técnicas menos agresivas con el suelo en los sectores agropecuarios, así como conservar las 40,198 ha actuales de bosques, selvas y matorrales en condiciones óptimas, para detener la tendencia en el deterioro de sus recursos.
Conflictos:	Agrícola - Acuícola, Agrícola - Ganadería, Agrícola - Industria, Agrícola - Minería, Acuícola - Asentamientos humanos, Acuícola - Ganadería, Acuicola - Industria, Acuicola - Minería, Acuicola - Asentamientos humanos, Ganadería - Industria, Ganadería - Minería, Ganadería - Asentamientos humanos, Industria - Asentamientos humanos.

UGA 01	
Criterios de regulación ecológica.	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-019, C-020, C-023, C-024, C-025, C-026, C-027, C- C-028, C-029, C-031, C-032, C-033, C-043, C-044, C-045, C-046, C-047, C-048

Cuadro 13. Características de la UGA 02

UGA 02	
Política:	Aprovechamiento sustentable.
Nivel de riesgo:	Medio
Biodiversidad:	Alta
Nivel de presión:	Bajo
Cobertura	Agricultura 14.92%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 0.55%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 9.87%; Bosque de Encino 2.03%; Bosque Mesófilo de Montaña 2.06%; Cuerpo de Agua 0.56%; Matorral Xerófilo 0.00%; Pastizal 12.32%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 28.01%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 29.07%; Sin vegetación aparente 0.42%; Vegetación Acuática 0.21%
Uso recomendado:	Apícola, acuícola, ganadería
Uso condicionado:	Industria, agrícola, industria eólica
Uso No recomendado:	Ecoturismo, turismo
Sin aptitud:	Asentamientos Humanos, forestal, minería
Lineamiento a 2025:	Aprovechar y conservar los recursos florísticos y el agua de las 388,987 ha de bosques y selvas para el desarrollo de las actividades apícola y acuícola con técnicas de bajo impacto, además de aprovechar las 143,101 ha productivas para actividades agropecuarias e industriales mejorando los procesos de producción, para conservar los recursos y biodiversidad del área.
Conflictos:	Apícola - Ganadería, Apícola - Industria, Apícola - Agrícola, Agrícola - Acuícola, Acuícola - Ganadería, Acuícola - Industria, Ganadería - Industria, Ganadería - Agrícola, Industria - Agrícola.
Criterios de regulación ecológica.	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-019, C-020, C-029, C-033, C-034, C-035, C-036, C-043, C-044, C-045, C-046, C-047.

Cuadro 14. Características de la UGA 14

UGA 014	
Política:	Aprovechamiento Sustentable
Nivel de riesgo:	Medio
Biodiversidad:	Alta
Nivel de presión:	Bajo
Cobertura	Agricultura 12.37%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 0.42%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 4.43%; Bosque de Encino 0.79%; Bosque Mesófilo de Montaña 4.22%; Cuerpo de Agua 0.71%; Matorral Xerófilo 0.00%; Pastizal 8.45%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 54.97%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 13.10%; Sin vegetación aparente 0.46%; Vegetación Acuática 0.08%
Uso recomendado:	Turismo, Ecoturismo
Uso condicionado:	Apícola, industria, minería, acuícola, industria eólica
Uso No recomendado:	Sin dato
Sin aptitud:	Agrícola, asentamientos humanos, forestal, ganadería
Lineamiento a 2025:	Aprovechar sustentablemente para actividades ecoturísticas y apícolas las 182,176 ha de bosque y selvas, así como aprovechar las 49,746 ha con aptitud productiva, para conservar la cobertura de bosques y selvas con sus recursos y servicios ambientales y transitar de actividades agropecuarias hacia actividades congruentes con la aptitud territorial, como son las de tipo industrial y turísticas.
Conflictos:	Turismo - Apícola, Turismo - Acuícola, Ecoturismo - Minería, Apícola - Industria, Apícola - Minería, Industria - Acuícola, Acuícola - Minería.

UGA 014	
Criterios de regulación ecológica.	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-019, C-020, C-029, C-031, C-032, C-033, C-045, C-046, C-047, C-048.

Cuadro 15. Características de la UGA 18

UGA 018	
Política:	Aprovechamiento Sustentable
Nivel de riesgo:	Medio
Biodiversidad:	Alto
Nivel de presión:	Bajo
Cobertura	Agricultura 56.18%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 0.96%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 1.05%; Bosque de Encino 0.00%; Bosque Mesofilo de Montaña 0.00%; Cuerpo de Agua 0.05%; Matorral Xerófilo 0.00%; Pastizal 22.96%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 15.72%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 0.72%; Sin vegetación aparente 0.35%; Vegetación Acuática 1.99%
Uso recomendado:	Ecoturismo, turismo
Uso condicionado:	Agrícola, ganadería, acuícola, minería, industria eólica
Uso No recomendado:	Apícola, industria
Sin aptitud:	Asentamientos humanos, forestal
Lineamiento a 2025:	Aprovechar las 10,198 ha de bosque y selvas para actividades ecoturísticas conservando su cobertura, para mantener los recursos y servicios ambientales que brinda, así como las 43,939 ha con aptitud productiva, con mejoras en la productividad de las áreas agrícolas y ganaderas que eviten el deterioro de los recursos.
Conflictos:	Ecoturismo- Agrícola, Ecoturismo - Ganadería, Ecoturismo - Minería, Turismo - Agrícola, Turismo - Ganadería, Turismo - Acuícola, Agrícola - Ganadería, Agrícola - Acuícola, Agrícola - Minería, Ganadería - Acuícola, Ganadería - Minería, Acuícola - Minería.
Criterios de regulación ecológica.	C-013, C-014, C-015, C-017, C-019, C-020, C-029, C-031, C-032, C-033, C-043, C-044, C-047, C-048.

Cuadro 16. Características de la UGA 55

UGA 055	
Política:	Protección
Nivel de riesgo:	Medio
Biodiversidad:	Alta
Nivel de presión:	Bajo
Cobertura	Agricultura 8.48%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 1.92%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 18.33%; Bosque de Encino 3.31%; Bosque Mesofilo de Montaña 5.95%; Cuerpo de Agua 0.76%; Matorral Xerófilo 3.10%; Pastizal 8.72%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 37.85%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 10.71%; Sin vegetación aparente 0.35%; Vegetación Acuática 0.52%
Uso recomendado:	Ecoturismo
Uso condicionado:	Forestal, apícola
Uso No recomendado:	Turismo, industria
Sin aptitud:	Agrícola, acuícola, asentamientos humanos, ganadería, industria eólica, minería.
Lineamiento a 2025:	Mantener las 485,808 ha de ANP y ADVC en condiciones óptimas de biodiversidad y servicios ambientales, así como de cobertura del suelo con vegetación nativa, controlando el crecimiento poblacional a máximo 6 habitantes/km ² , así como de los sectores productivos ya establecidos, para preservar las formas de vida existentes en la UGA y evitar el deterioro de estas áreas protegidas.
Conflictos:	Sin información.
Criterios de regulación	C-001, C-002, C-003, C-004, C-005, C-006, C-007, C-008, C-009, C-010,

UGA 055	
ecológica.	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-034, C-035, C-036, C-039,

Cuadro 17. Criterios de Regulación Ecológica aplicables en las UGA en que incide el proyecto y su vinculación con el mismo

UGA	Criterios de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
55	C - 1 Se deberán elaborar los programas de manejo de aquellas ANPs que aún no cuenten con este instrumento.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
55	C - 2 Deberá promoverse la incorporación al SINAP de las ANPs que cumplan con el perfil estipulado por la CONANP, e impulsar que el resto de ANPs alcancen el cumplimiento de este perfil para su inscripción.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
55	C - 3 En zonas de manglar y humedales o cercanas a éstos a un radio de 1 km, se deberá evitar toda alteración que ponga en riesgo la preservación de este, que afecte su flujo hidrológico, zonas de anidación, refugio o que implique cambios en las características propias del ecosistema.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio, toda vez que no se incide en zonas de manglar o humedales.
55	C - 4 Sólo se permite para fines de autoconsumo la recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas y especímenes no maderables que vayan en concordancia con los usos y costumbres de la población rural e indígena.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
55	C - 5 Toda ANP deberá contar con la definición de los polígonos de zonas núcleo y zonas de amortiguamiento, con sus respectivas subzonas	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
55	C - 6 En las áreas de Protección que no cuenten con Plan de Manejo, sólo se deberán ejecutar obras para el mantenimiento de la infraestructura ya existente permitiendo la instalación o ampliación de infraestructura básica que cubra las necesidades de los habitantes ya establecidos; en las ANPs que cuenten con Plan de Manejo, deberá observarse lo que en este instrumento se establezca al respecto.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
55	C - 7 Se deberá evitar la introducción de especies exóticas, salvo en casos en que	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio. Es

UGA	Criterios de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
	dichas especies sirvan como medida del restablecimiento del equilibrio biológico en el ecosistema y no compitan con la biodiversidad local.	importante mencionar que el proyecto no pretende la introducción de especie exótica alguna.
55	C - 8 Para acciones de reforestación, estas se deberán llevar a cabo con especies nativas, considerando las densidades naturales, de acuerdo a la vegetación existente en el entorno.	Las acciones de reforestación propuestas incluyen únicamente especies nativas. Los detalles de dichas acciones pueden ser consultados en el capítulo VI del presente estudio.
55	C - 9 La colecta o extracción de flora, fauna, hongos, minerales y otros recursos naturales o productos generados por estos con cualquier fin, únicamente será posible con el permiso previamente otorgado por la autoridad de medio ambiente y ecología del estado.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio. Es importante mencionar que el proyecto no pretende la colecta o extracción de especie alguna de flora o fauna.
55	C - 10 Deberán mantenerse y preservarse los cauces y flujos de ríos o arroyos que crucen las áreas bajo política de protección, conservación o restauración.	Respecto a este criterio, es importante mencionar que el proyecto cruza en tres ocasiones por canales de riego, y en diversas ocasiones por flujos intermitentes y escurrimientos. No obstante, en función de sus características y alcances, el proyecto no generaría alteración alguna de los flujos arriba mencionados. Por otro lado, y con el objetivo de prevenir la contaminación de dichos flujos hidrológicos, se proponen diversas acciones entre las cuales se encuentra la colocación de contendedores en los diversos frentes de trabajo para evitar la contaminación del suelo y la capacitación del personal a pie de obra para que el mismo evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, cauces y escurrimientos, basura, materiales, y/o desechos que, por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar cuerpos de agua cauces o escurrimientos.
1,2, 14, 18 y 55	C - 13 Será indispensable la preservación de las zonas ripariás, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	Respecto a éste criterio, es importante mencionar que, aunque el proyecto cruza en tres ocasiones por canales de riego, y en múltiples ocasiones por flujos intermitentes y escurrimientos, no obstante, en función de sus características y alcances, el proyecto no generaría afectaciones a zona riparía alguna. Por otro lado, y con el objetivo de prevenir la contaminación de los flujos hidrológicos arriba mencionados, se proponen

UGA	Criterios de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
		<p>diversas acciones entre las cuales se encuentra la colocación de contendedores en los diversos frentes de trabajo para evitar la contaminación del suelo, así como la capacitación del personal a pie de obra para que el mismo evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, cauces y escurrimientos; basura, materiales, lodos y/o desechos que, por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar las aguas u obstruir de forma alguna el flujo hidrológico natural de la zona.</p> <p>Aunado a lo anterior, se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias para reducir al mínimo la generación de contaminantes al agua, suelo y atmósfera, manejando y controlando los residuos que se generen, en estricto apego a la normatividad que resulte aplicable, dependiendo el tipo de residuo. Los detalles de las acciones arriba mencionadas pueden consultarse en el capítulo VI del presente estudio.</p>
<p>1, 2, 14,18 y 55</p>	<p>C - 14</p> <p>Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.</p>	<p>Respecto a éste criterio, es importante mencionar que el proyecto no pretende la modificación de alguna corriente perenne, intermitente o escurrimientos. Por otro lado, tampoco se pretende la modificación, o destrucción en forma alguna de obras hidráulicas de regulación.</p> <p>Por otro lado, y con el objetivo de prevenir la contaminación de los flujos hidrológicos arriba mencionados, se proponen diversas acciones entre las cuales se encuentra la colocación de contendedores en los diversos frentes de trabajo para evitar la contaminación del suelo, así como la capacitación del personal a pie de obra para que el mismo evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, cauces y escurrimientos; basura, materiales, lodos y/o desechos que, por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar las aguas u obstruir de forma alguna el flujo hidrológico natural de la zona.</p> <p>Aunado a lo anterior, se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias para reducir al mínimo la generación de contaminantes al agua, suelo y atmósfera, manejando y controlando los</p>

UGA	Criterios de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
		residuos que se generen, en estricto apego a la normatividad que resulte aplicable, dependiendo el tipo de residuo. Los detalles de las acciones arriba mencionadas pueden consultarse en el capítulo VI del presente estudio.
1,2,14, 18 y 55	C – 15 Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	Respecto a este criterio, es importante mencionar que el proyecto no impacta vegetación riparia alguna. Por otro lado, se aclara que por seguridad de las estructuras de soporte (torres o SE) no se construyen sobre cuerpos de agua o sus inmediaciones, razón por la cual el proyecto se apegará a mantener la franja de 50 metros en las inmediaciones de los cuerpos de agua. Aunado a lo anterior se tomaran las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias para reducir al mínimo la generación de residuos, así como controlar, manejar y disponer los que se generen, en estricto apego a la normatividad que resulte aplicable, dependiendo el tipo de residuo. Los detalles de las acciones arriba mencionadas pueden consultarse en el capítulo VI del presente estudio.
1, 2 14 y 55	C - 16 Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1, 2, 14,18 y 55	C - 17 Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio y se resalta que la disposición de los residuos sólidos será conforme a la normativa aplicable, tanto de índole federal, estatal o municipal.
1, 2, 14 y 18	C - 19 En los cuerpos de agua naturales, solo se recomienda realizar la actividad acuícola con especies nativas.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1, 2, 14 y 18	C -20 Se deberán tratar las aguas residuales que sean vertidas en cuerpos de agua que abastecen o son utilizados por actividades acuícolas.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio, toda vez que no existirán descargas residuales. Para cubrir las necesidades fisiológicas de los trabajadores se contratarán los servicios de sanitarios portátiles con una empresa certificada para proveer tal servicio.
1	C – 23	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no

UGA	Criterios de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas cercanas a esteros y antiguos brazos o lechos secos de arroyos.	presenta vinculación con este criterio.
1	C – 24 Los desarrollos habitacionales deberán establecerse a una distancia mínima de 5km de industrias con desechos peligrosos.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1	C – 25 Se deberá tratar el agua residual de todas las localidades con más de 2500 habitantes de acuerdo al censo de población actual, mientras que, en las localidades con población menor a esta cifra, se buscará la incorporación de infraestructura adecuada para el correcto manejo de dichas aguas.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1	C – 26 Todos los asentamientos humanos, viviendas, establecimientos comerciales, industriales y de servicios, en tanto no cuenten con sistema de drenaje sanitario deberán conducir sus aguas residuales hacia fosas sépticas que cumplan con los requisitos previstos en las disposiciones legales en la materia. Para asentamientos rurales dispersos, deberán usar tecnologías alternativas que cumplan con la normatividad ambiental aplicable.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1	C – 28 Se evitará el establecimiento de asentamientos humanos dentro de tiraderos, rellenos sanitarios y todo lugar que contenga desechos sólidos urbanos.	En función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1, 2, 14 y 18	C - 29 Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	En observancia de lo que establece este criterio, se evitará bajo toda circunstancia la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones y rellenos, sobre la vegetación nativa. En este sentido, tal como se establece en el capítulo VI del presente estudio. En caso de que hubiera materiales producto de las excavaciones que por sus características no pudieran ser utilizados para relleno en la obra, los mismos serán dispuestos en el sitio de tiro que disponga el municipio para el caso.
1, 14 y 18	C – 31 Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento, deberá cumplir con los	En observancia de lo que establece este criterio, y toda vez que el proyecto se inserta en una zona de alto riesgo de inundación, de acuerdo con el mapa de

UGA	Criterios de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
	criterios establecidos por Protección civil.	riesgos de inundación del POERTEO, se deberán acatar las recomendaciones y criterios que a tal efecto establezca el sistema de Protección Civil.
1, 14 y 18	C – 32 En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación (ver mapas de riesgos) no se recomienda la construcción de desarrollos habitacionales o turísticos.	En función de sus características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1, 2, 14 y 18	C - 33 Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural (ver mapa de riesgos de inundación del POERTEO).	Si bien, el proyecto en comento se ubica en una zona de alto riesgo de inundación, de acuerdo con el mapa respectivo del POERTEO, en función de sus características, el mismo presenta una baja vulnerabilidad a sufrir afectaciones por fenómenos hidrometeorológicos extremos. En el caso concreto de la subestación SET, en función de sus características, será necesario la remoción de la vegetación del predio, en función de lo cual se deberá presentar en tiempo y forma la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, misma que deberá incluir las medias de compensación respectivas por la remoción de la vegetación. Por otro lado, es importante mencionar que el proyecto no pretende la alteración o desvío en forma alguna de los escurrimientos y flujos hidrológicos que cruza; y que la afectación a la vegetación por parte del tendido de la línea de transmisión será temporal en su mayoría, toda vez que una vez terminadas las maniobras de construcción, se permitirá la regeneración natural de la vegetación del estrato herbáceo y arbustivo que se encuentra en estos sitios.
2 y 55	C - 34 Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	En función de sus características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
2 y 55	C - 35 No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	En función de sus características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.

UGA	Criterios de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
2 y 55	C – 36 En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel.	En función de sus características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
55	C – 39 La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	En función de sus características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1, 2 y 18	C – 43 Los hatos de ganadería intensiva se deberán mantener a una distancia mínima de 500 metros de cuerpos y/o afluentes de agua.	En función de sus características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1, 2 y 18	C - 44 El uso de productos químicos para el control de plagas en ganado deberá hacerse de manera controlada, con dosis óptimas y alejado de afluentes o cuerpos de agua.	En función de sus características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1, 2 y 14	C - 45 Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población.	En función de sus características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1, 2 y 14	C - 46 En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	En función de sus características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1, 2, 14 y 18	C - 47 Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno.	En función de sus características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio.
1, 14 y 18	C – 48 Se recomienda solo otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento, o preferentemente se deberá remplazar el uso de explosivos por cemento expansivo o corte con hilo diamantado en la actividad minera, cuando se trate de rocas dimensionables.	En función de sus características, el proyecto no presenta vinculación con este criterio. Cabe mencionar que en ningún momento se pretende el uso de explosivos.

III.1.12 Plan Estatal de Desarrollo, Oaxaca 2016- 2022.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022, se constituye como el instrumento rector de la planeación del gobierno estatal, a largo, mediano y corto plazos, el cual recoge las aspiraciones y demandas de la sociedad, y define tanto los objetivos y metas, como las estrategias y líneas de acción que orientarán la toma de decisiones y los trabajos de la administración pública, en colaboración con los distintos sectores públicos y sociales. El gobierno en turno asevera que tiene el propósito de “aprovechar los recursos, las potencialidades y las oportunidades, tanto naturales como culturales, humanas y productivas de las ocho regiones del estado, para generar un cambio sustantivo en la calidad de vida de la población, por medio de una planeación incluyente y una acción de gobierno transparente, que, en un entorno de seguridad, legalidad y paz, reduzca las brechas de desigualdad y pobreza.” El Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca se sustenta en cinco ejes: I. Oaxaca incluyente con desarrollo social, II. Oaxaca moderno y transparente, III. Oaxaca seguro, IV. Oaxaca productivo e innovador, y V. Oaxaca sustentable. Integradas en cada uno de los ejes arriba mencionados, se encuentran tres políticas transversales, Igualdad de Género, Asuntos Indígenas y Derechos de las Niñas, Niños y Adolescentes.

Cabe destacar que en la sección de Diagnóstico del subtema “Vivienda” del Eje I. del PED, se menciona que con base en la Encuesta Intercensal del 2015 publicada por el INEGI, del total de viviendas en la entidad, 52.2% carecen de al menos uno de los servicios básicos. En el caso de la energía eléctrica su carencia se detectó en un 3.1% de las viviendas. Por otro lado, el PED menciona que uno de los beneficios solicitados con más frecuencia en las demandas de las organizaciones sociales es la introducción y ampliación de las redes de energía eléctrica.

Cuadro 18. Vinculación del proyecto con los objetivos estratégicos y líneas de acción del Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca

Objetivo	Estrategia	Línea de acción
Eje IV. Oaxaca productivo e innovador. 4.5 Impulso a la economía y zonas económicas especiales. Objetivo 1. Impulsar el desarrollo económico del estado mediante el incremento de la productividad y competitividad, a través del fortalecimiento de los sectores económicos estratégicos para una mayor inversión y generación de empleos que eleven la calidad de vida de las y los oaxaqueños.	Estrategia 1.2: Impulso a los sectores productivos estratégicos a través del esquema de Clústeres competitivos, con la participación del sector público, las empresas y las universidades.	Consolidar la estrategia de clústers en sectores estratégicos como el café, madera-mueble, tic's, minería, mezcal, turismo, agroindustrial, artesanías, energías renovables, pesca y acuicultura, y desarrollo logístico.
Eje V Oaxaca Sustentable. 5.1 Medio ambiente y	1.2 Coadyuvar y gestionar	Coadyuvar a desarrollar actividades de inspección y

Objetivo	Estrategia	Línea de acción
<p>Biodiversidad</p> <p>Objetivo 1:</p> <p>Impulsar el desarrollo sustentable mediante políticas públicas para la protección y conservación de los recursos naturales, la preservación del equilibrio ecológico y la promoción de una cultura ambiental, considerando la participación social y respetando los derechos de los pueblos indígenas.</p>	<p>acciones que permitan reducir los riesgos al equilibrio ecológico por contaminación a los cuerpos y corrientes de agua en Oaxaca.</p> <p>1.3</p> <p>Instrumentar e impulsar acciones de educación ambiental entre la ciudadanía, que den a conocer la importancia de proteger y conservar los recursos naturales y el medio del estado, incidiendo en la población infantil y juvenil.</p>	<p>vigilancia sobre los afluentes y sus áreas de influencia, para reducir el delito de contaminación de sustancias y/o residuos de competencia estatal y de extracción de material pétreo de competencia estatal.</p> <p>Promover campañas de sensibilización en materia ambiental sobre acciones de protección y conservación del medio ambiente y a través del cuidado del agua, la separación de residuos sólidos urbanos, el acopio de residuos de manejos especial y la reducción de la generación de desechables.</p>

Vinculación con el proyecto:

En relación con la estrategia 1.2 que se deriva del objetivo 1, que a su vez se desprende del tema 4.5 del eje IV. El proyecto presenta una vinculación positiva con la misma, toda vez que su ejecución representaría un incremento de la capacidad de transmisión de la energía eléctrica en el estado, contribuyendo así a consolidar la capacidad de la infraestructura estatal para impulsar los sectores productivos del estado.

Por otro lado, en relación con la línea de acción que se desprende de la estrategia 1.2 del tema 5.1 del eje V del PED, se proponen medidas para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua, cauces y escurrimientos presentes en la zona del proyecto, entre las cuales se encuentra la colocación de contendedores de residuos en los diversos frentes de trabajo aunado a la capacitación del personal a pie de obra para que el mismo evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, cauces y escurrimientos; basura, materiales, lodos y/o desechos que, por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar las aguas u obstruir de forma alguna el flujo hidrológico natural de la zona pudieran contaminarlos. Las medidas arriba mencionadas pueden consultarse a detalle en el capítulo VI del presente estudio. Finalmente, en relación con la línea de acción que se desprende de la estrategia 1.3 se propone una capacitación al personal involucrado en el proyecto para que conozca la responsabilidad e importancia de conducir sus actividades guardando en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre y su hábitat, evitando en todo momento realizar actos u omisiones que resultasen en alguna afectación o daño a la vida silvestre o a los ecosistemas.

III.1.13 Planes de Desarrollo Municipal

- **Municipio de Asunción Ixtaltepec.**

Se realizó la búsqueda de este plan municipal de desarrollo, en el Portal del Comité Estatal de Planeación para el Desarrollo de Oaxaca, encontrando que la administración municipal en turno no ha publicado el Plan Municipal de Desarrollo correspondiente.¹

- **Ciudad Ixtepec Oaxaca 2017-2018.**

Este Plan se fundamenta en 5 ejes: 1. Municipio incluyente con desarrollo social, 2. Municipio moderno y transparente 3. Municipio seguro, 4. Municipio productivo e innovador, y 5. Municipio sustentable. A su vez, existen cuatro ejes transversales: 1. Igualdad de género, 2. Asuntos indígenas, 3. Derechos de los niños, niñas y adolescentes, y 4. Protección del medio ambiente.

Dentro del eje 4. Protección del medio ambiente, el PMD identifica los problemas siguientes:

Inadecuado manejo de residuos sólidos.

Erosión severa en el territorio.

Como parte de las propuestas de solución a la problemática detectada, se menciona la siguiente:

Proporcionar un adecuado manejo a los residuos sólidos, recuperando los que posean un valor comercial.

Vinculación con el proyecto:

- En concordancia con las propuestas de solución arriba mencionadas, se proponen diversas acciones para prevenir la contaminación del suelo con residuos sólidos, entre las cuales se encuentra la colocación de contenedores en los diversos frentes de trabajo, aunado a la capacitación del personal a pie de obra para que el mismo evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, cauces y escurrimientos; basura, materiales, lodos y/o desechos que, por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar el suelo, cuerpos de agua, escurrimientos o cauces. Aunado a lo anterior, se propone impartir capacitación al personal involucrado en el proyecto para que se conduzca con responsabilidad, conociendo la importancia y obligación de conducirse en todo momento con una actitud de respeto y protección hacia la vida silvestre y su hábitat, evitando en todo momento realizar actos u omisiones que resultasen en alguna afectación o daño a la vida silvestre o a los ecosistemas.
- **Plan de Desarrollo Municipal de Juchitán de Zaragoza.**

Se realizó la búsqueda de este plan municipal de desarrollo, en el Portal del Comité Estatal de Planeación para el Desarrollo de Oaxaca, encontrando que la administración municipal en turno no ha publicado el Plan correspondiente²

- **Plan Municipal de Desarrollo de Unión Hidalgo 2017 – 2018.**

¹ Portal del Comité Estatal de Planeación para el Desarrollo de Oaxaca. <http://www.coplade.oaxaca.gob.mx/?p=180> consultado 9/03/2018

² Portal del Comité Estatal de Planeación para el Desarrollo de Oaxaca. <http://www.coplade.oaxaca.gob.mx/?p=180> consultado 9/03/2018

El Plan Municipal de Desarrollo 2017 – 2018 del municipio de Unión Hidalgo, es el documento rector que establece la ruta a seguir de la administración municipal en turno. El Plan en comento se estructura sobre 5 ejes: 1. Municipio incluyente con desarrollo social, 2. Municipio moderno y transparente, 3. Municipio seguro, 4. Municipio productivo e innovador, y 5. Municipio sustentable. Transversales a los ejes arriba mencionados, se integran las políticas: Igualdad de género, Asuntos indígenas, y Protección al medio ambiente.

Cuadro 19. Vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo de Unión Hidalgo 2017 – 2018

Objetivo	Estrategia	Línea de acción
Propiciar el desarrollo económico y social municipal para el abatimiento de la pobreza y marginación con un enfoque de conservación del medio ambiente.	Mitigar los efectos nocivos de la generación y manejo de los residuos sólidos.	Fortalecer un Programa de gestión ambiental para el confinamiento de los residuos sólidos.

Vinculación con el proyecto:

- En observancia del objetivo, estrategia y línea de acción arriba citados, se proponen medidas para prevenir reducir al mínimo la generación de residuos sólidos, entre las que se encuentra la colocación de contenedores de basura en los frentes de trabajo, aunado a la capacitación del personal a pie de obra para que el mismo conozca la responsabilidad e importancia de manejar y disponer los residuos sólidos que se generen durante el proyecto, en los contenedores arriba mencionados. Al mismo tiempo se instruirá al personal para que evite en todo momento arrojar basura en cauces, escurrimientos o cuerpos de agua.

III.2 REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN MÉXICO.

III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

III.2.1.1 Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal.

Respecto a las ANP de competencia de la Federación, se encontró que tanto el proyecto como su área de influencia y sistema ambiental regional, no inciden en algún ANP de éste tipo, siendo la más cercana al proyecto la Reserva de la Biósfera La Sepultura, ubicada a más de 80km en línea recta del eje del proyecto, en el estado de Chiapas. Lo anterior puede apreciarse en la figura siguiente.



Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a las ANP de competencia Federal.

III.2.1.2 Áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal.

En relación con las áreas naturales protegidas de competencia Estatal, se encontró que dentro del Sistema Ambiental Regional definido para el proyecto se encuentra únicamente una ANP de este tipo, que es la denominada “Parque Ecológico Regional del Istmo”, misma que se encuentra entre el límite del Municipio de Juchitán y el Municipio de El Espinal.

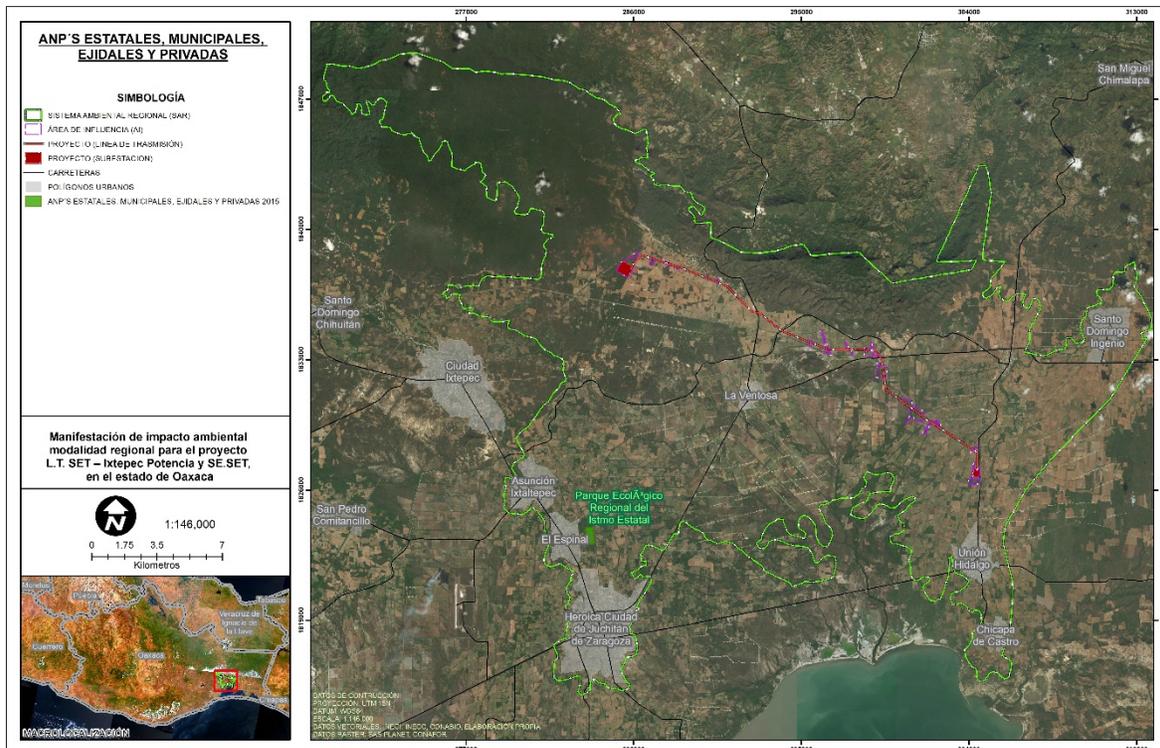


Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a el ANP de competencia Estatal, más cercana al mismo.

Vinculación con el proyecto:

En función de la ubicación, característica y alcances del proyecto y toda vez que el eje del mismo y su área de influencia se encuentran a aproximadamente 14.6km en línea recta, del ANP Parque Ecológico Regional del Istmo, se considera que el proyecto no presenta vinculación con ésta área natural protegida.

III.2.2 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tiene como objetivo determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que contengan una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, junto con una integridad ecológica funcional relevante y cuyas oportunidades de conservación sean reales. El sistema ambiental regional definido para el proyecto en comento incide en su extremo noroeste en la RTP 130 denominada “Sierras del norte de Oaxaca-Mixe.”

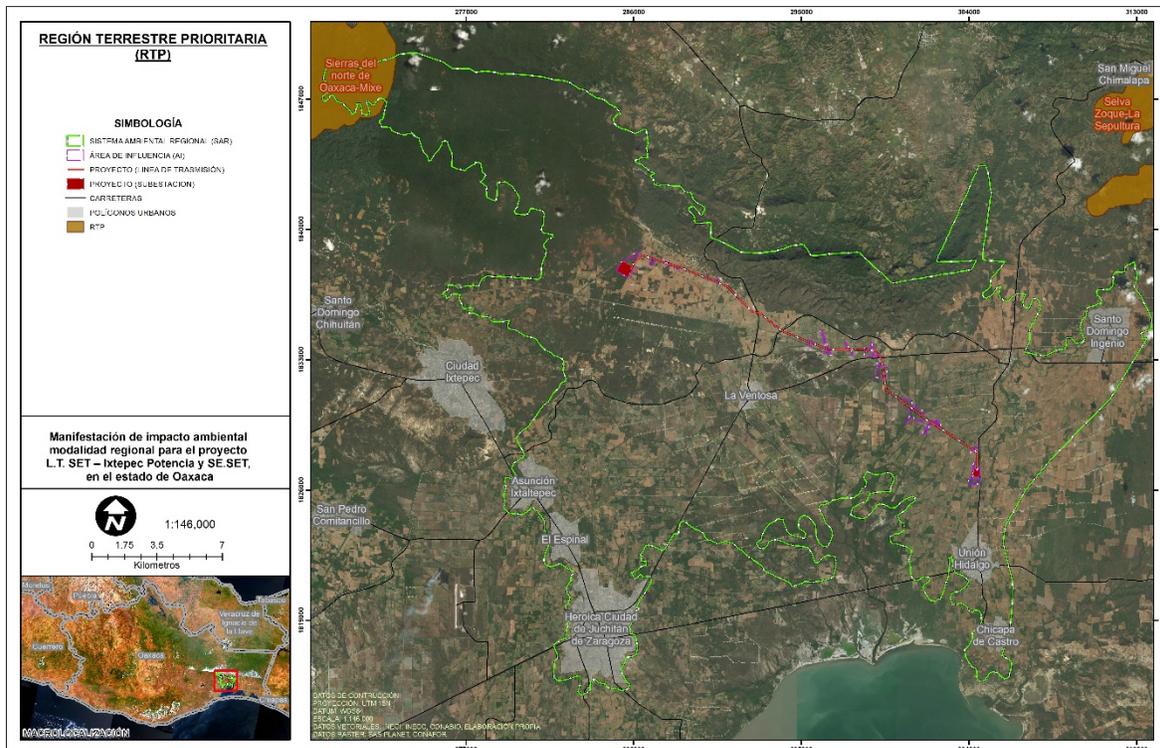


Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a las RTP.

La RTP 130 integra la Sierra Norte de Oaxaca (Sierra Juárez) y la Sierra Mixe-La Ventosa. De acuerdo con la CONABIO, ésta es una región importante debido a la gran diversidad de ambientes interconectados a lo largo de su compleja fisiografía, ya que la fragmentación de los ecosistemas de esta región es baja, y a que en ella se encuentran los bosques mesófilos más grandes y mejor conservados de México. La problemática ambiental descrita en la ficha técnica de ésta RTP es la siguiente: “Recientemente se han construido caminos para apoyo al aprovechamiento forestal. En el norte (parte de la planicie) se desarrollan actividades para el desarrollo de la ganadería. La alta explosión demográfica es un problema importante. Por otra parte, se tienen considerados para su desarrollo algunos proyectos hidráulicos. Entre los principales problemas están la alta presión de población en la zona mixe, la cual es menor en la región seca. Existe ganadería extensiva y zonas cafetaleras extensas”.

Vinculación con el proyecto:

En función de sus características, ubicación y alcances, y toda vez que el área de influencia del proyecto se encuentra a aproximadamente 15.3km en línea recta del polígono de la RTP 130 “Sierras del norte de Oaxaca-Mixe”, se considera que el mismo, no representa una amenaza para los objetivos de conservación de ésta RTP.

III.2.3. Región Hidrológica Prioritaria (RHP).

En el año 1998, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) inició el programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, tomando en consideración las características de biodiversidad así como los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, estableciendo un marco de referencia

que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de los planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. El programa de las Regiones Hidrológicas Prioritarias es parte de una serie de estrategias elaboradas por la CONABIO para promocionar a nivel nacional el conocimiento y conservación de la biodiversidad del país.

El sistema ambiental regional, delimitado para el proyecto en comento, se encuentra a aproximadamente 500m en línea recta en su extremo más cercano, del polígono de la RHP “Cuenca Media y alta del Río Coatzacoalcos”, lo cual se puede apreciar en la imagen siguiente.

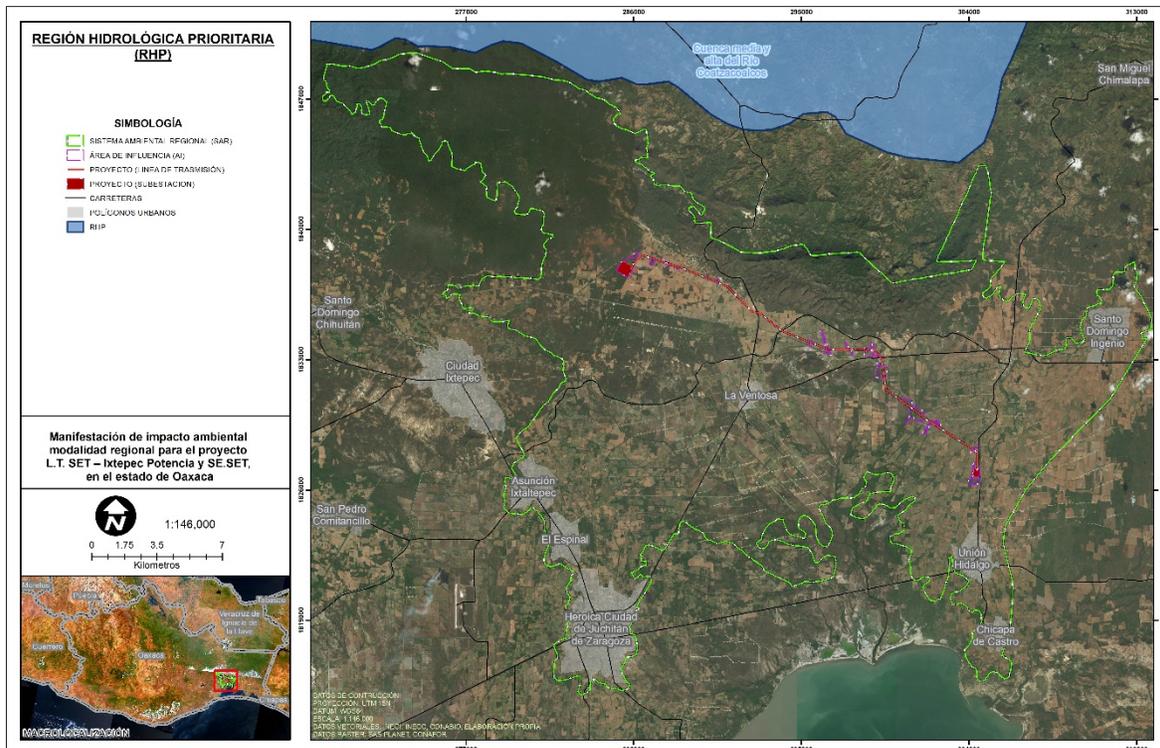


Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a las RHP.

Vinculación con el proyecto:

En función de su ubicación, características y alcances, se considera que el proyecto no representa una amenaza para los objetivos de conservación de la Región Hidrológica Prioritaria “Cuenca Media y alta del Río Coatzacoalcos.”

III.2.4 Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad.

La definición de los SPTCB se realizó con base en el análisis de los elementos de la biodiversidad de interés para la conservación y los factores de presión que los amenazan. Los SPTCB están representados por hexágonos de 256 km² y se clasifican en tres niveles de prioridad: alta, extrema y media. Los sitios categorizados como de prioridad extrema y alta, son considerados como irremplazables y de mayor prioridad a escala nacional. Es importante mencionar que más allá de la clasificación de los sitios en categorías de prioridad, los mismos no establecen políticas o criterios de conservación para cada una de

las categorías. El sistema ambiental regional del proyecto incide en un hexágono de prioridad media y uno de prioridad extrema, tal como se puede apreciar en la imagen siguiente.

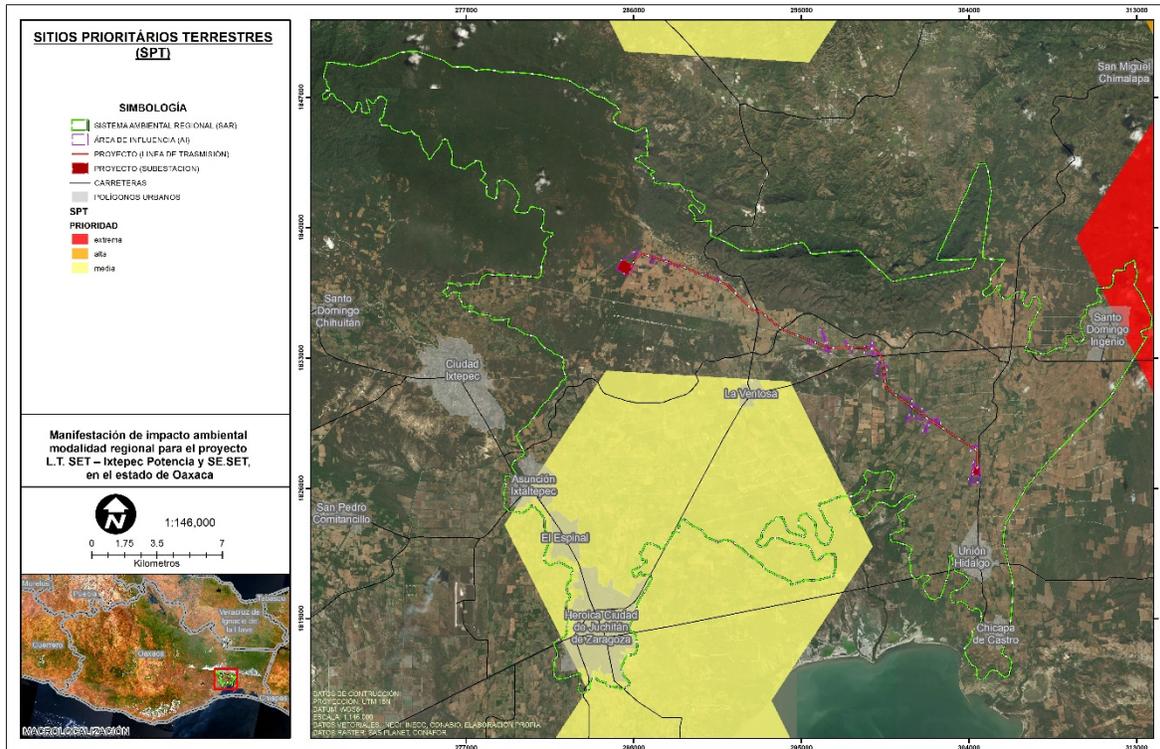


Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a los SPTCB.

Vinculación con el proyecto:

En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, se considera que el proyecto no representa una amenaza para los objetivos de conservación de la biodiversidad de los SPTCB, siempre que se lleven a cabo las acciones de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales, descritas en el capítulo VI del presente estudio, entre las que se incluyen los programas de rescate y reubicación de fauna y flora, con especial atención a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.2.5 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad (SPAECB).

Las aguas epicontinentales en nuestro país, contienen una gran variedad de ecosistemas que son sustento a su vez de una enorme diversidad de especies tanto de flora como de fauna; en muchos casos endémicas. En conjunto, estos ecosistemas representan recursos que es importante conservar en función del valor que representan en sí mismos, por las funciones ecosistémicas que tienen y por su importancia económica. Los sitios acuáticos epicontinentales cubren el 28.8% del territorio nacional, de los cuales 15.8% se encuentran representados en las áreas protegidas y 21.7% son sitios de extrema prioridad. La identificación de estos sitios contribuye a los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable de la biodiversidad acuática epicontinental. Al mismo

tiempo sirven de guía para definir estrategias y acciones de conservación *in situ* que coadyuven a su protección y rehabilitación como áreas clave por su biodiversidad acuática.

De entre las amenazas que pesan sobre el equilibrio y conservación de los SPAECB, están el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación del recurso hídrico, la contaminación de cuerpos de agua, la alteración de flujos de agua por presas, bordos y canales, así como la introducción accidental o deliberada de especies exóticas que causan graves impactos a los ecosistemas y desplazan a las especies nativas.

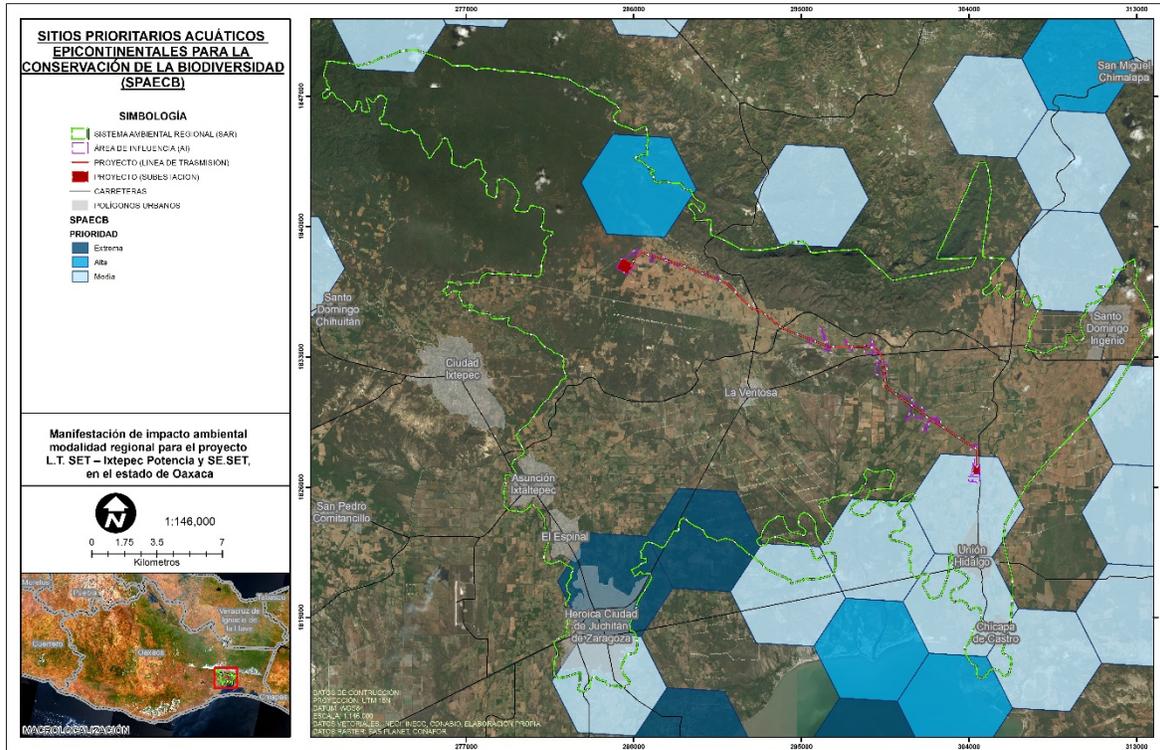


Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a los SPAECB.

Vinculación con el proyecto:

Tal como se puede apreciar arriba en la figura 8, el trazo del proyecto y su área de influencia inciden en un hexágono de prioridad media. Por su parte, el sistema ambiental regional delimitado para el proyecto incide en diferente proporción en 7 hexágonos de prioridad media, un hexágono de prioridad alta y dos de prioridad extrema. Sin embargo, en función de sus características y alcances, se considera que el proyecto no representa una amenaza para los objetivos de conservación de los SPAECB, siempre que se lleven a cabo las medidas de prevención de la contaminación del agua, que se detallan en el capítulo VI del presente estudio, que incluyen la capacitación del personal involucrado en los frentes de trabajo para que evite en todo momento arrojar al suelo, cuerpos de agua, escurrimientos y cauces, basura o materiales que por efecto de arrastre o disolución puedan contaminar u obstruir los flujos hidrológicos de la zona.

III.2.6 Categoría de prioridad para la conservación del bosque mesófilo de montaña en México.

El proyecto en comento se inserta dentro de la Región XI Sierras del Sur de Chiapas, y dentro de esta en la subregión 11.1, denominada “Sur de Chimalapas”. De acuerdo con la publicación “El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible” hecha por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 2010), los bosques mesófilos de montaña de la Región, presentan un valor total de calidad intermedio en relación con el resto de la región. Por otro lado, ésta subregión presenta valores muy altos en conectividad, especies endémicas y riesgos; así como valores altos en integridad, insularidad natural y riqueza de especies. Los BMM se encuentran inmersos en una matriz de vegetación primaria de otros tipos de bosques, sin evidencia de deforestación reciente. El mismo documento menciona que el área de BMM de ésta subregión BMM presenta un buen estado de conservación; está situado a más de 10 km de localidades habitadas, en una zona con fuertes pendientes y sin carreteras, por lo que se puede considerar que las amenazas directas son de las más bajas de la región debido a su aislamiento.

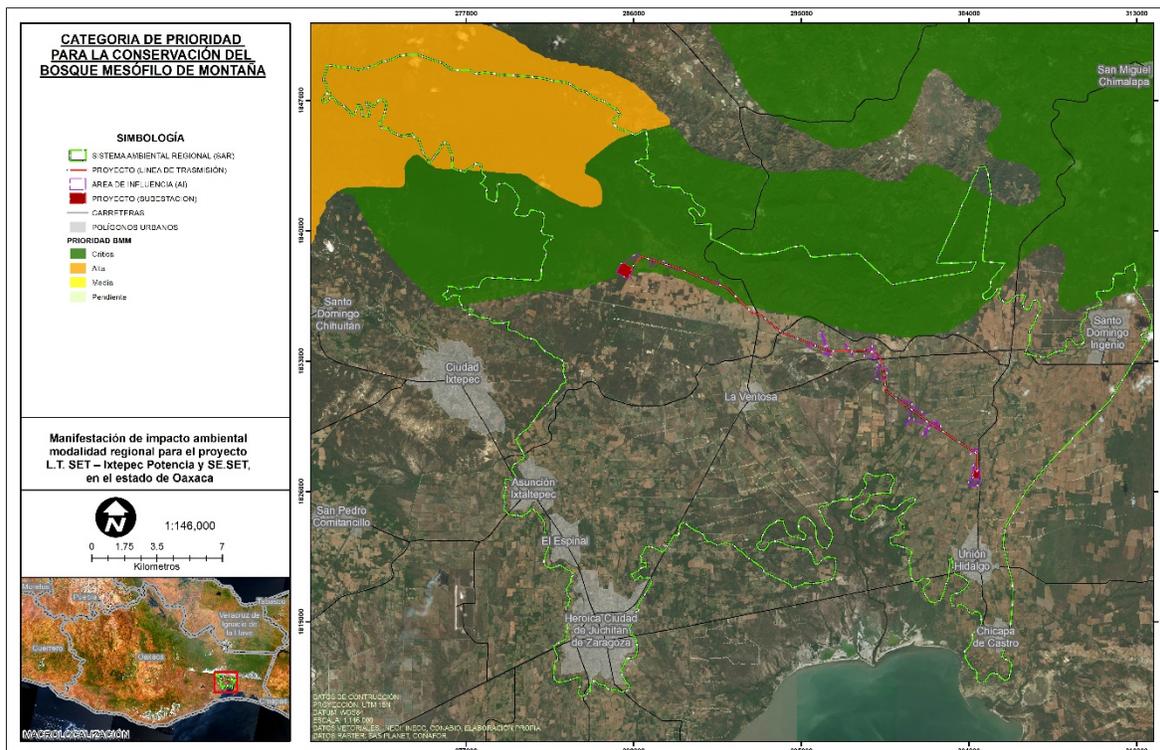


Figura 10. Ubicación del proyecto respecto a la categoría de prioridad para la conservación del bosque mesófilo de montaña en México.

La prioridad crítica que se le asignó a esta subregión obedece, de acuerdo con la CONABIO, (idem) a que existe un valor muy elevado en amenazas a la permanencia, mismo que tiene valores extremos en cuanto a conflictos por propiedad de la tierra y sequía; así como valores muy altos en manejo inadecuado del fuego e impactos de cambio climático. Los demás indicadores se consideran en valores intermedios.

Vinculación con el proyecto:

Es importante mencionar que, durante la visita de campo no se detectó la presencia de bosque mesófilo de montaña, y que tanto el eje del proyecto como su área de influencia no inciden en este tipo de vegetación, en función de lo cual, se considera que el proyecto no representa una amenaza para los objetivos de conservación del bosque mesófilo de montaña de la subregión 11.1, denominada “Sur de Chimalapas.”

III.3 LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES

III.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Esta Ley, es reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Lo dispuesto por esta Ley es de orden público e interés social.

Cuadro 20. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación
<p>Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;</p> <p>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</p>	<p>La presente manifestación de impacto ambiental se presenta en cumplimiento de lo que estipulan las fracciones citadas de este artículo.</p>
<p>Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	<p>La presente manifestación de impacto ambiental tiene por objeto el cumplimiento de lo establecido en éste artículo.</p>
<p>Artículo 37 TER. Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son</p>	<p>Se deberán observar las Normas Oficiales Mexicanas, que en</p>

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación
de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.	materia ambiental resulten aplicables.
<p>Artículo 110.</p> <p>Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p>	<p>Se deberán llevar a cabo las acciones preventivas y en su caso correctivas que sean necesarias para reducir y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes móviles que se utilicen en el proyecto (el proyecto no implica el uso de fuentes fijas).</p> <p>En este sentido, se deberá realizar el mantenimiento mecánico preventivo y en su caso correctivo, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.</p>
<p>Artículo 113.</p> <p>No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.</p>	<p>En todo momento se deberá evitar la emisión de contaminantes atmosféricos que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, observando lo que esta Ley establece, sus reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas en la materia expedidas por la SEMARNAT.</p>
<p>Artículo 117.</p> <p>Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;</p> <p>II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.</p>	<p>En todo momento se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas que sean necesarias para evitar la contaminación de las corrientes hidrológicas presentes en la zona del proyecto. Bajo ninguna circunstancia se podrán verter desechos o residuos de tipo alguno que constituyan contaminación en cuerpos de agua, corrientes o cauces.</p>
<p>Artículo 134.</p> <p>Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los</p>	<p>Se deberán controlar y manejar los residuos para evitar la contaminación del suelo, para ello se deberá atender a lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas al respecto de los</p>

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación
suelos;	residuos peligrosos, y las legislaciones Estatal y Municipal al respecto de los residuos de manejo especial y sólidos urbanos respectivamente.
<p>Artículo 150. Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría.</p>	Siempre que se generen residuos peligrosos, se deberán manejar, tal como lo indica este artículo, de acuerdo con las Leyes y Reglamentos aplicables en la materia, así como con las Normas Oficiales Mexicanas.
<p>Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.</p>	<p>Siempre que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos, se deberá cerciorar que el proveedor de dichos servicios cuente con las autorizaciones respectivas por parte de la Secretaría. Al mismo tiempo, como generador de residuos peligrosos, se deberá realizar el registro correspondiente ante la delegación de la Secretaría que corresponda.</p>
<p>Artículo 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p>	Siempre que se genere ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y contaminación visual; se atenderá a lo establecido en ésta ley y las que resulten aplicables, cumpliendo con los límites establecidos en las mismas, llevando a cabo las acciones preventivas y correctivas necesarias para evitar los efectos perjudiciales de dichos contaminantes.

III.3.1.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Este ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Cuadro 21. Reglamento de la LGEEPA en materia de EIA

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.	Vinculación
<p>Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>K) Industria eléctrica: III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica.</p> <p>O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas: . Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.</p>	<p>La presente manifestación de impacto ambiental, actúa en cumplimiento de lo que establece este artículo y los incisos y fracciones citados.</p>
<p>Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.</p>	<p>En función de las características, ubicación y alcances del proyecto, se presenta esta manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional.</p>

III.3.1.2 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.

El presente Reglamento, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, reglamenta a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en lo referente a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

Cuadro 22. Reglamento de la LGPGIR en materia de Contaminación de la atmósfera

Reglamento de la LGPGIR en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 13. II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del</p>	<p>Se deberán tomar las medidas necesarias para reducir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera que se generasen por efecto de la ejecución del proyecto.</p>

aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Artículo 28.

Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

Siempre que se emitan olores, gases, partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se deberá atender a los límites máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que la Secretaría expide a tal efecto, en coordinación con las secretarías de Economía y Energía.

III.3.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Esta Ley es reglamentaria de lo que dispone la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que se refiere a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de los residuos en el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social.

Cuadro 23. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Vinculación
<p>Artículo 2.</p> <p>En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:</p> <p>III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;</p> <p>IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;</p>	<p>Deberá prevenirse y minimizarse la generación de residuos, así como su liberación al ambiente y transferencia a otros sitios. Al mismo tiempo deberá asumirse el costo de su manejo.</p>
<p>Artículo 16.</p> <p>La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.</p>	<p>Se deberá atender a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables para determinar la clasificación de los residuos como peligrosos.</p>
<p>Artículo 40.</p>	<p>El manejo de los residuos que</p>

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Vinculación
<p>Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.</p>	<p>resulten clasificados como peligrosos deberá ser conforme a los que establece la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables.</p>
<p>Artículo 42.</p> <p>Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</p>	<p>Siempre que se contraten los servicios de alguna empresa o gestor autorizados para el manejo y disposición final, se deberá corroborar que dicha empresa o gestor cuente con las autorizaciones respectivas y vigentes emitidas por la Secretaría.</p>
<p>Artículo 45.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.</p> <p>En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.</p>	<p>Como generador de residuos peligrosos, éstos se deberán identificar, clasificar y manejar de acuerdo a lo dispuesto por ésta Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables.</p> <p>Las instalaciones donde se hubieren generado los residuos, así como en su caso los almacenes temporales de los mismos, deberán quedar libres de residuos peligrosos y de toda contaminación que pudiera representar un peligro a la salud.</p>
<p>Artículo 48.</p> <p>Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades</p>	<p>En función de que la generación de residuos peligrosos durante el proyecto se estima será muy por debajo de lo 400kg anuales, y</p>

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Vinculación
<p>federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.</p> <p>El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.</p>	<p>considerando lo que establece el Artículo 42, Fracción III del Reglamento de la presente Ley, el proyecto se categoriza como micro generador, en función de lo cual, puede transportar los residuos peligroso que genera, debidamente embalados, a el centro de acopio autorizados, así mismo deberá registrarse ante las autoridades competentes.</p>
<p>Artículo 54.</p> <p>Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</p>	<p>En todo momento, el manejo de los residuos peligrosos generados deberá evitar su mezcla.</p>
<p>Artículo 55.</p> <p>La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos.</p> <p>Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.</p> <p>En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.</p>	<p>Los embalajes y envases que se utilicen para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos, no deberán ser utilizados para un fin diferente al mismo. Y deberán ser manejados y dispuestos como tales cuando ya no se utilicen.</p>
<p>Artículo 56.</p> <p>La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.</p> <p>Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos</p>	<p>En caso de que se almacenen residuos peligrosos de forma temporal, dicho almacenamiento deberá cumplir con las características que menciona el presente artículo.</p>

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Vinculación
que establezca el Reglamento.	
<p>Artículo 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.</p>	<p>En relación con los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se atenderá a lo que dispone este artículo respecto a la observación de las disposiciones que al efecto dicten las autoridades tanto estatales como municipales.</p>

III.3.2.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Este ordenamiento es reglamentario de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, siendo de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Cuadro 24. Reglamento de la LGPGIR.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 35. Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</p> <p>I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</p> <p>II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:</p> <p>a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y</p> <p>b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y</p> <p>III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y</p>	<p>Los residuos peligrosos que se generen, se deberán identificar de conformidad con lo que establece el presente artículo.</p>

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Vinculación con el proyecto
<p>sean desechados.</p> <p>Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p>	
<p>Artículo 42.</p> <p>Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:</p> <p>III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.</p>	<p>Toda vez que la generación de residuos peligrosos durante la ejecución del proyecto, se estima será menor a 400 kg anuales, el proyecto se categoriza como micro generador.</p>
<p>Artículo 43.</p> <p>Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:</p> <p>I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante; b) Nombre del representante legal, en su caso; c) Fecha de inicio de operaciones; d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal; e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad; f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro; <p>II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y</p> <p>III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.</p> <p>En tanto se suscriben los convenios a que se refieren los artículos 12 y 13 de la Ley, los microgeneradores de residuos se registrarán ante la Secretaría conforme al</p>	<p>Como microgenerador de residuos peligrosos, se deberá realizar el registro correspondiente ante la SEMARNAT (tramite SEMARNAT-07-017).</p>

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Vinculación con el proyecto
<p>procedimiento previsto en el presente artículo.</p>	
<p>Artículo 68.</p> <p>Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente. Cuando se trate del cierre de la instalación, los generadores presentarán el aviso señalado en el párrafo anterior, proporcionando además la siguiente información:</p> <p>I. Los microgeneradores de residuos peligrosos indicarán solamente la fecha prevista para el cierre de sus instalaciones o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso notificarán que han cerrado sus instalaciones.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta. Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, con excepción de los que prestan el servicio de disposición final de este tipo de residuos.</p>	<p>Cuando se dejen de generar residuos peligrosos se presentará ante la Secretaría el aviso correspondiente. (SEMARNAT-07-034).</p>
<p>Artículo 83.</p> <p>El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:</p> <p>I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;</p> <p>II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y</p> <p>III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.</p>	<p>Cuando se generen residuos peligrosos y deban ser almacenados temporalmente, dicho almacenamiento se hará de acuerdo con lo que establece este artículo.</p>
<p>Artículo 84.</p> <p>Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.</p>	<p>En caso de que se almacenen residuos peligrosos de forma temporal, éstos no serán almacenados por un periodo mayor a 6 meses.</p>
<p>Artículo 85.</p> <p>Los microgeneradores que decidan transportar en sus propios vehículos los residuos peligrosos que generen a un centro de acopio autorizado, deberán identificar</p>	<p>Como microgenerador de residuos peligrosos se podrán transportar los residuos peligrosos en vehículos propios hacia un centro de acopio</p>

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Vinculación con el proyecto
<p>claramente los residuos peligrosos, envasándolos o empaquetándolos en recipientes seguros que eviten cualquier tipo de derrame. El embarque de residuos peligrosos no deberá rebasar, por viaje y por generador, los 200 kilogramos de peso neto o su equivalente en otra unidad de medida.</p>	<p>autorizado, debidamente envasados y etiquetados en recipientes seguros, sin exceder los 200 kilogramos por viaje.</p>
<p>Artículo 87. Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.</p>	<p>Los envases utilizados para el manejo y transporte de los residuos peligrosos generados, se reutilizarán siempre y cuando mantengan las características indispensables para evitar la liberación de los materiales y/o residuos peligrosos que debieran contener.</p>

III.3.3 Ley General de Vida Silvestre.

Esta Ley es de orden público e interés social, su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en relación a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Cuadro 25. Ley General de Vida Silvestre

Ley General de Vida Silvestre	Vinculación
<p>Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.</p>	<p>Todo el personal involucrado en el proyecto, en todas sus fases, deberá observar una actitud de respeto hacia la vida silvestre, evitando cualquier acto que la destruya, dañe o perturbe. Para cumplir con esto, se llevará a cabo un programa de educación ambiental que se impartirá al personal involucrado en el proyecto.</p>
<p>Artículo 5. 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.</p>	<p>En línea con el anterior artículo, deberá observarse una actitud de respeto y protección de la vida silvestre y su hábitat, sobre todo por parte del personal del frente de trabajo.</p>

Ley General de Vida Silvestre	Vinculación
<p>Artículo 122. Son infracciones a lo establecido en esta Ley:</p> <p>I. Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley.</p> <p>XXIII. Realizar actos que contravengan las disposiciones de trato digno y respetuoso a la fauna silvestre, establecidas en la presente Ley y en las disposiciones que de ella se deriven.</p>	<p>Se evitará en todo momento realizar actos u omisiones que resultasen en alguna de las infracciones establecidas por este artículo.</p> <p>El personal involucrado en el proyecto deberá ser capacitado para que conozca la responsabilidad e importancia de conducir sus actividades guardando en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre y su hábitat, evitando en todo momento realizar actos u omisiones que resultasen en alguna de las infracciones establecidas por este artículo.</p>

III.3.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

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. Es importante mencionar que, en función de que el proyecto requiere de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se deberá solicitar en tiempo y forma la autorización de cambio de uso de suelo observando lo que establecen los artículos 58, 108, así como el capítulo I del Título V de la presente Ley.

Cuadro 26. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 3.</p> <p>Son objetivos específicos de esta Ley:</p> <p>VIII: Recuperar y desarrollar bosques en terrenos preferentemente forestales, para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas, además de dinamizar el desarrollo rural;</p>	<p>Si bien el proyecto requiere la remoción de ejemplares de flora silvestre, se tiene contemplado como medida de compensación, un programa de reforestación con especies nativas, los detalles de esta medida pueden ser consultadas en el capítulo VI del presente estudio.</p>
<p>Artículo 4.</p> <p>Se declara de utilidad pública:</p> <p>I. La conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como de las cuencas hidrológico-forestales, y</p>	<p>El proyecto no impacta de forma significativa al ecosistema forestal de la zona siempre y cuando se lleven a cabo las medidas de mitigación y compensación propuestas en el capítulo</p>

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Vinculación con el proyecto
<p>II. La ejecución de obras destinadas a la conservación, protección y/o generación de bienes y servicios ambientales.</p>	<p>VI de este estudio, así como las acciones de rescate y reubicación de fauna, y de reforestación. Así mismo deberán llevarse a cabo en tiempo y forma las acciones preventivas y en su caso correctivas para evitar la contaminación del suelo, agua y atmosfera. Dichas acciones coadyuvarían a la protección del ecosistema y a la conservación de los servicios ambientales que genera.</p>

III.3.5 Ley de Aguas Nacionales.

Esta ley es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, lo que dispone tiene carácter de público e interés social, y su objeto es regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su control y distribución, así como la preservación de su calidad y cantidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Cuadro 27. Ley de Aguas Nacionales

Ley de Aguas Nacionales	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 86 BIS 2 Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.</p>	<p>Se deberá evitar en todo momento, arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales: basura, materiales, lodos y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos por las Normas Oficiales Mexicanas respectivas.</p>

III.3.6 Ley General de Cambio Climático.

De acuerdo a lo que establece en su artículo 1, la presente Ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. El objeto de esta Ley es establecer disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico. A continuación, en la tabla 37 se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones de esta Ley.

Cuadro 28. Ley General de Cambio Climático

Ley General de Cambio Climático.	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 26.</p> <p>En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:</p> <p>VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;</p> <p>XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y</p> <p>XII. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales.</p>	<p>En observancia a lo que establece este artículo, se deberán implementar las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias y suficientes, para reducir al mínimo tanto la emisión de contaminantes atmosféricos, así como los impactos al equilibrio del ecosistema. En este sentido se deberán llevar a cabo en tiempo y forma las medidas de mitigación y compensación de los impactos al ambiente que se describen en el capítulo VI del presente estudio.</p>

III.3.7 Normas Oficiales Mexicanas.

De acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas son regulaciones técnicas de observancia obligatoria, expedidas por las dependencias facultadas para ello y que establecen entre otras cosas lo siguiente:

- Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales.
- Las características y/o especificaciones que deban reunir los servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal o el medio ambiente general y laboral o cuando se trate de la prestación de servicios de forma generalizada para el consumidor.
- Las especificaciones y/o procedimientos de envase y embalaje de los productos que puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud de las mismas o el medio ambiente.
- Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales.
- Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover la salud de las personas, animales o vegetales.
- Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos para el manejo, transporte y confinamiento de materiales y residuos industriales peligrosos y de las sustancias radioactivas.

A continuación, se presentan las Normas Oficiales Mexicanas que tienen vinculación con el proyecto.

Cuadro 29. Normas Oficiales Mexicanas.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
<p>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.</p>	<p>Se deberá realizar el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo que resulte necesario a los vehículos que se utilicen, para cumplir lo establecido en esta norma.</p>
<p>NOM-045-SEMARNAT-2017. Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.</p>	<p>Deberá realizarse el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo, a todos los vehículos que utilicen diésel como combustible, para cumplir establecido en esta norma.</p>
<p>NOM-050 SEMARANT-2017. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.</p>	<p>Se deberá realizar el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo a los vehículos que utilicen gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos como combustible, para que las emisiones de gases contaminantes que emitan se encuentren por debajo de los límites máximos permitidos por esta norma.</p>
<p>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.</p>	<p>Siempre que se generen residuos peligrosos, se atenderá en todo momento al manejo, transporte y disposición que marca esta norma.</p>
<p>NOM-054- SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.</p>	<p>Siempre que se generen residuos peligrosos, se deberá atender a las determinaciones de incompatibilidad entre dichos residuos, establecidas en la presente norma, para un correcto manejo, transporte y almacenamiento.</p>
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010. Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.</p>	<p>En cuanto a la flora, se registrar en campo dos especies listadas en ésta norma. La cactácea <i>Peniocereus fosterianus</i>, listada en la categoría de protección especial (Pr), y el <i>Guaiaicum coulteri</i>, listado en la categoría de Amenazada (A)</p> <p>Es importante mencionar que, de las 2 especies arriba mencionadas, ambas fueron registradas dentro del SAR; sin embargo, solo <i>Guaiaicum coulteri</i> se distribuye de manera aislada y dispersa en sitios considerados para el proyecto (DDV. L.T.) y en el caso de <i>Peniocereus fosterianus</i> únicamente se identificó una planta en sitios fuera de las superficies</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
	<p>del proyecto</p> <p>La medida propuesta para prevenir la afectación de éstas especies consiste básicamente en la ejecución de un programa de rescate y reubicación de ejemplares de las mismas, que se encuentren en el DV del proyecto.</p> <p>En cuanto a la fauna, se encontraron durante la visita de campo, ejemplares de las siguientes especies:</p> <p>Anfibios: <i>Lithobates forreri</i>, (Sujeta a Protección Especial).</p> <p>reptiles: <i>Ctenosaura pectinata</i> (Amenazada), <i>Kinosternon scorpioides</i> (Sujeta a Protección Especial)</p> <p>Aves: <i>Tachybaptus dominicus</i> (Sujeta a Protección Especial), <i>Aramus guarauna</i> (Amenazada), <i>Accipiter cooperii</i> (Sujeta a Protección Especial), <i>Geranoaetus albicaudatus</i> (Sujeta a Protección Especial), <i>Eupsittula canicularis</i>, antes <i>Aratinga canicularis</i>, (Sujeta a Protección Especial) y <i>Passerina ciris</i> (Sujeta a Protección Especial).</p> <p>Las acciones propuestas para reducir al mínimo la afectación a los ejemplares de las especies arriba listadas incluyen la ejecución de un programa de rescate y reubicación de ejemplares de herpetofauna. En el caso de las aves, toda vez que se ha reportado que los accidentes de colisión son siempre mayores que los accidentes por electrocución, se propone la implementación de elementos visuales en el tendido eléctrico, como las espirales desviadoras de vuelo (EDV) en los cables de guarda de las líneas de alta tensión. Las medidas comentadas pueden consultarse a detalle en el capítulo VI y en los anexos correspondientes.</p> <p>Aunado a lo anterior, y para contribuir a la conservación de las especies de fauna presentes en la zona, así como del equilibrio funcional de los ecosistemas que habitan, se deberán implementar en tiempo y forma, las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales descritas en el capítulo VI</p>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
	del presente estudio. Al mismo tiempo, se deberá reducir al mínimo y controlar la emisión de contaminantes al aire, agua y suelo y controlar y manejar los residuos que se generen en estricto apego a la normatividad que resulte aplicable para cada tipo de residuo.
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994. Norma Oficial Mexicana 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>	Deberá realizarse el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo que sea necesario a los vehículos que se utilicen para el desarrollo del proyecto, con el fin de cumplir con los límites máximos de emisión de ruido establecidos en esta norma.

III.4 LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES

III.4.1 Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.

De acuerdo con las que esta Ley establece en su artículo 1, la misma es reglamentaria de las disposiciones del Artículo 59 fracciones XXXVI y XXXVII de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que corresponde a las atribuciones que ella asigna a los Estados y Municipios de acuerdo a lo dispuesto por el artículo 73 fracción XXIX-G, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Cuadro 30. Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.

Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.	Vinculación
<p>Artículo 58. Se declara de utilidad pública la protección, conservación y regeneración de la flora silvestre comprendida en el territorio de la Entidad, tanto en sus porciones terrestres como acuáticas, incluyendo árboles notables, árboles históricos y áreas verdes ubicadas en zonas urbanas.</p>	En apego a lo que establece este artículo, se deberán llevar a cabo, las medidas preventivas de rescate de flora y las medidas de mitigación y compensación de los impactos sobre la vegetación, descritas en el capítulo VI de este estudio.
<p>Artículo 59. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora silvestre se considerarán los siguientes criterios: IV.- La protección y conservación de las especies consideradas bajo status de protección según la normatividad oficial vigente o aquellas consideradas como endémicas; V.- El fomento a la repoblación natural y la reforestación de zonas degradadas;</p>	En observancia de lo que establece este artículo, se tienen contempladas acciones de rescate y reubicación de los ejemplares de las especies <i>Guaiacum coulteri</i> y <i>Peniocereus fosterianus</i> . Así mismo, se tiene contemplada la ejecución de acciones de reforestación.

Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.	Vinculación
<p>Artículo 64. Se declara de utilidad pública la protección, conservación y regeneración de la fauna silvestre que se encuentre temporal o permanentemente en territorio de la entidad, así como de sus hábitats.</p>	<p>En apego a lo que establece este artículo, se llevarán a cabo acciones de rescate y reubicación de especies de herpetofauna durante el proceso constructivo, así como acciones de ahuyentamiento de especies mayores y la construcción.</p>
<p>Artículo 67. Queda prohibido: II.- La alteración de los hábitats de fauna silvestre, en los siguientes casos; a) Las consideradas raras, amenazadas, endémicas o en peligro de extinción; c) El refugio silvestre.</p>	<p>En observancia de este criterio, se considera que, implementando en tiempo y forma las acciones de rescate y reubicación de especies, así como las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos al ambiente causados por el proyecto, el mismo no altera de manera significativa los hábitats de la fauna silvestre, por lo que no representa una amenaza para su conservación.</p>
<p>Artículo 69. Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios: III.- Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos, áreas boscosas, selváticas, el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de la recarga de los acuíferos;</p>	<p>Respecto a este criterio, es importante mencionar que el proyecto cruza en tres ocasiones por canales de riego, y en diversas ocasiones por flujos intermitentes y escurrimientos. En función de sus características y alcances, el proyecto no generaría alteración alguna de los flujos arriba mencionados. Por otro lado, y con el objetivo de prevenir la contaminación de dichos flujos hidrológicos, se proponen diversas acciones entre las cuales se encuentra la colocación de contendedores en los diversos frentes de trabajo para evitar la contaminación del suelo y la capacitación del personal a pie de obra para que el mismo evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, cauces y escurrimientos, basura, materiales, lodos y/o desechos que, por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar cuerpos de agua cauces o escurrimientos. Finalmente es importante mencionar que el proyecto no requiere obras de dragado ni desvío alguno de cauces.</p>
<p>Artículo 85. Para la prevención y control de la contaminación a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del Estado;</p>	<p>Se tomarán las medidas preventivas y en su caso correctivas para evitar y reducir la emisión de contaminantes atmosféricos, entre las que se incluyen el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que</p>

Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.	Vinculación
<p>II.- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p>	<p>se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina-NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2006 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-1993).</p>
<p>Artículo 86. Para prevenir, controlar y reducir la contaminación de la atmósfera, deberán ser observadas las disposiciones que establezca esta Ley y su Reglamento en la materia, así como las Normas Oficiales que se expidan.</p>	<p>En observancia de éste criterio, se deberán llevar a cabo las acciones preventivas y en su caso correctivas que sean necesarias para reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de las fuentes móviles que se utilicen durante las distintas etapas del proyecto, atendiendo a las disposiciones de la presente Ley y su Reglamento, así como las Normas Oficiales que resulten aplicables para prevenir y reducir la contaminación de la atmosfera.</p>
<p>Artículo 91. Los propietarios y poseedores de vehículos automotores del servicio público y privado que circulen en el Estado, tienen la obligación de evitar las emisiones de contaminantes a la atmósfera, para lo cual el Instituto establecerá las disposiciones conducentes. Quienes no observen la disposición anterior, se harán acreedores a las sanciones que estipula la presente Ley, además del retiro de la circulación del vehículo contaminante, mismo que será remitido en el acto a un centro de verificación autorizado, aun cuando porte la calcomanía de verificación correspondiente.</p>	<p>Todo vehículo utilizado para el desarrollo del proyecto, deberá cumplir con la verificación correspondiente, evitando la emisión de contaminantes atmosféricos por encima de los límites máximos permisibles en la normatividad aplicable.</p>
<p>Artículo 93. Para la prevención y control de la contaminación del agua, se considerarán los siguientes criterios: II.- Corresponde al Estado, Municipios y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; V.- La participación y corresponsabilidad de la sociedad, es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.</p>	<p>Para prevenir y evitar la contaminación del agua de ríos, cuencas, vasos y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas subterráneas que se encuentren en la zona del proyecto, se propone la capacitación del personal a pie de obra para que el mismo evite en todo momento arrojar o depositar en cauces, escurrimientos, cuerpos de agua y zonas federales; basura, materiales, lodos y/o desechos que, por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar las aguas de los cuerpos receptores, los cauces o los escurrimientos.</p>

Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.	Vinculación
	Es importante mencionar que el proyecto no requiere obras de dragado ni desvío alguno de cauces.
<p>Artículo 104.</p> <p>Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I.- Corresponde al Estado, Municipio y a la sociedad prevenir la contaminación del suelo.</p> <p>V.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p>	<p>El personal involucrado en la obra deberá evitar la contaminación del suelo, para lo cual los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen, deberán ser manejados, transportar y dispuestos de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable.</p>
<p>Artículo 119.</p> <p>Quedan prohibidas las emisiones de ruidos, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y olores en cuanto rebasen los límites máximos contenidos en los Reglamentos y Normas Oficiales correspondientes. El Instituto y los Ayuntamientos adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.</p>	<p>Se deberán observar los límites de emisión de ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y olores, establecidos en las normas aplicables.</p>
<p>Artículo 120.</p> <p>En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, lumínica, ruido, olores o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p>	<p>Se deberán llevar a cabo las acciones preventivas y en su caso correctivas, que sean necesarias para evitar los efectos de los contaminantes a que hace referencia este artículo.</p>

III.4.2 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Gobierno del Estado de Oaxaca.

De acuerdo con las que esta Ley establece en su artículo 1, la misma es reglamentaria del artículo 12 y demás disposiciones de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, que se refieren a la protección del medio ambiente y la procuración y preservación del equilibrio ecológico, en materia de prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generan en el territorio del Estado. Sus disposiciones son de orden público y de interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar a través de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial, así como la remediación de la contaminación de sitios dentro del territorio del Estado por dichos residuos.

Cuadro 31. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Gobierno del Estado de Oaxaca

Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Gobierno del Estado de Oaxaca.	Vinculación
<p>Artículo 37.</p> <p>Toda persona física o moral que genere residuos sólidos urbanos tiene la propiedad y responsabilidad de su manejo hasta el momento en que los entregue al servicio de recolección, o deposite en los contenedores, estaciones de transferencia o rellenos sanitarios establecidos para tal efecto por la autoridad municipal competente.</p>	<p>Se colocarán contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos, generados por los trabajadores y por las actividades mismas del proyecto, mismos que serán transportados y dispuestos en los sitios designados por el municipio para tal efecto.</p> <p>Aunado a lo anterior, se instruirá al personal a pie de obra, sobre el adecuado manejo y disposición final de los residuos.</p>
<p>Artículo 41.</p> <p>Es responsabilidad de toda persona física o moral:</p> <p>I. Minimizar la generación de residuos sólidos urbanos;</p> <p>II. Fomentar la clasificación, reutilización y reciclado de los residuos sólidos urbanos;</p> <p>IV. Almacenar los residuos sólidos urbanos con sujeción a las normas correspondientes y facilitar la recolección;</p> <p>VI. Cumplir con las disposiciones, criterios, normas y recomendaciones técnicas de esta Ley y demás disposiciones aplicables.</p>	<p>Se deberá minimizar la generación de residuos sólidos urbanos y se procurará el reciclaje de los residuos que sean aptos para ello.</p> <p>Se colocarán contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos, generados por los trabajadores y por las actividades mismas del proyecto, mismos que serán transportados y dispuestos en los sitios designados por el municipio para tal efecto.</p> <p>Aunado a lo anterior, se instruirá al personal a pie de obra, sobre el adecuado manejo y disposición final de los residuos.</p>
<p>Artículo 43.</p> <p>Todo generador de residuos sólidos urbanos debe separarlos en orgánicos e inorgánicos, dentro de sus domicilios, empresas, establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, instituciones públicas y privadas, centros educativos y dependencias gubernamentales, y similares.</p>	<p>Los residuos sólidos urbanos que se generen, deberán entregarse separados en orgánicos e inorgánicos, a los servicios municipales de recolección, con la finalidad de que puedan ser más fácilmente reciclados.</p>
<p>Artículo 75.</p> <p>Los generadores de residuos de manejo especial deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con esta Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales aplicables.</p> <p>En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de dichos residuos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente,</p>	<p>Siempre que se generen residuos de manejo especial, se manejarán y dispondrán de acuerdo a lo que al efecto establezca la legislación que resulte aplicable.</p> <p>Los sitios donde se generen residuos de manejo especial deberán quedar libres de dichos residuos cuando se termine de laborar en cada sitio.</p>

Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Gobierno del Estado de Oaxaca.	Vinculación
<p>las instalaciones, lugares o sitios en los que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.</p>	
<p>Artículo 98. Queda prohibido:</p> <p>I. Tirar cualquier tipo de residuos en la vía pública, caminos, carreteras, predios, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, cableado eléctrico o telefónico, de gas; en cuerpos de agua; cavidades subterráneas; parques, áreas verdes, áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales, y lugares no autorizados, en los términos de esta Ley y demás disposiciones aplicables;</p> <p>II. Depositar residuos biológicos, medicamentos, pilas y baterías, animales muertos, aparatos eléctricos, y demás residuos peligrosos y de manejo especial, en los contenedores instalados en la vía pública;</p> <p>III. Quemar cualquier tipo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial;</p> <p>VIII. Diluir o mezclar residuos en cualquier líquido y su vertimiento al sistema de alcantarillado, a cualquier cuerpo de agua o sobre suelos;</p> <p>IX. Mezclar residuos peligrosos con residuos sólidos urbanos y de manejo especial; y</p>	<p>En observancia de lo que establece este artículo, se colocarán contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos, generados por los trabajadores y por las actividades propias del proyecto, mismos que serán transportados y dispuestos en los sitios designados por el municipio para tal efecto. Aunado a lo anterior, se instruirá al personal a pie de obra, sobre el adecuado manejo y disposición final de los residuos.</p>

III.4.3 Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca.

De acuerdo con lo que ésta Ley establece en su artículo 1, la misma es de orden público, interés general y de observancia en todo el territorio del estado de Oaxaca y es derivada de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General de Cambio Climático y la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, tiene por objeto regular, fomentar y posibilitar la instrumentación de la política estatal de cambio climático e incorporar acciones de adaptación, prevención de desastres y mitigación, bajo los principios establecidos por esta Ley y con enfoque de corto, mediano y largo plazo, sistemático, participativo e integral, en concordancia con la política nacional.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca.

Cuadro 32. Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca

Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca.	Vinculación
<p>Artículo 49. En materia de mitigación de gases efecto</p>	<p>Como medida preventiva de la generación de gases de efecto</p>

Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca.	Vinculación
<p>invernadero, deberán considerarse los siguientes mecanismos:</p> <p>I.- La preservación y aumento de sumideros de carbono;</p> <p>II.- La regulación del cambio de uso del suelo en zonas urbanas y rurales;</p> <p>IV.- El manejo y gestión integral de residuos;</p> <p>V.- El control de emisiones de contaminantes por transporte e industria;</p>	<p>invernadero, se deberá realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante el proyecto cumplan con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina-NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2006 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-1993).</p> <p>Por otro lado, para cambio de uso de suelo que requiere el proyecto, se deberá presentar en tiempo y forma el estudio técnico justificativo, que incluya las acciones y programas de reforestación respectivas.</p>
<p>Artículo 51.</p> <p>Los criterios para la gestión de riesgos y adaptación al cambio climático se considerarán en:</p> <p>VI.- La construcción de infraestructura y la protección de zonas inundables y zonas áridas;</p>	<p>Como medida de adaptación y prevención de riesgos por el cambio climático, se contemplan criterios de reforzamiento en el proceso constructivo de la infraestructura, tales como cimentaciones reforzadas, y sistemas de cuentas y contra cunetas, en el caso de la subestación SET. Es importante mencionar que, se respetará toda aquella vegetación dentro del derecho de vía que no interfiera con el adecuado funcionamiento de los circuitos, con lo cual se contribuye a prevenir la erosión del suelo. El diseño constructivo del proyecto puede consultarse a detalle en el capítulo II del presente estudio.</p>

CAPÍTULO IV

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

IV. DESCRIPCION DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	2
IV.1 Delimitación del área de estudio	7
IV.1.1 Delimitación del Sistema Ambiental	7
IV.1.2 Delimitación de Área de influencia	11
IV.1.2.1 Metodología	12
IV.1.2.2 Resultados.	15
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental	16
IV.2.1 Aspectos abióticos	16
IV.2.1.1 Clima y precipitación	16
IV.2.1.2 Geomorfología	20
IV.2.1.3 Geología	22
IV.2.1.4 Edafología	23
IV.2.1.5 Hidrología Superficial y Subterránea.	25
IV.2.2 Aspectos bióticos	27
IV.2.2.1 Vegetación	27
IV.2.2.2 Fauna	110
IV.2.3 Ecosistemas	138
IV.2.4 Paisaje	143
IV.2.5 Medio socioeconómico	151
IV.2.5.1 Demografía	152
IV.2.5.2 Vivienda	153
IV.2.5.3 Salud	155
IV.2.5.4 Educación	156
IV.2.4.5 Actividades económicas	157
IV.2.6 Diagnóstico ambiental	158
IV.2.6.1 Fragilidad ambiental	158

Índice de cuadros

Cuadro 1. Tabla de impactos registrados en diferentes estudios, publicada en “Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads” (2005).	12
Cuadro 2. Impactos y su relación con el proyecto	13
Cuadro 3. Unidades climáticas dentro del SAR	16
Cuadro 4. Provincias fisiográficas dentro del SAR	20
Cuadro 5. Unidades geológicas en el SAR	22
Cuadro 6. Unidades edafológicas dentro del SAR	23
Cuadro 7. Unidades subterráneas dentro del SAR	26
Cuadro 8. Clasificación taxonómica de los registros identificados.	56
Cuadro 9. Número de especies por género.	61
Cuadro 10. Centro de origen de las especies introducidas	65
Cuadro 11. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	67
Cuadro 12. Especies que deberán ser rescatadas y reubicadas.	70
Cuadro 13. Riqueza florística para los sitios de muestreo, Árboles (AR), arbustos (AB), Cactáceas (CAC), Herbáceas (HI).	76
Cuadro 14. Coordenadas UTM 15 N Datum WGS84 de los sitios de muestreo (MP y MSA).	77
Cuadro 15. Índices de valor de importancia para el estrato arbóreo.	80
Cuadro 16. Índices de valor de importancia para el estrato arbustivo	82
Cuadro 17. Índices de valor de importancia para las cactáceas	83
Cuadro 18. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo	84
Cuadro 19. Valores de diversidad del estrato arbóreo	89
Cuadro 20. Valores de diversidad	90
Cuadro 21. Valores de diversidad del estrato arbustivo.	90
Cuadro 22. Valores de diversidad	91
Cuadro 23. Valores de diversidad de cactáceas.	91
Cuadro 24. Valores de diversidad.	92
Cuadro 25. Valores de diversidad del estrato herbáceo	92
Cuadro 26. Valores de diversidad	92
Cuadro 27. Índice de equidad.	93
Cuadro 28. Índices de valor de importancia para el estrato arbóreo.	94
Cuadro 29. Índices de valor de importancia para el estrato arbustivo.	95
Cuadro 30. Índices de valor de importancia para las cactáceas.	97
Cuadro 31. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo	98
Cuadro 32. Valores de diversidad del estrato arbóreo.	103
Cuadro 33. Valores de diversidad.	103
Cuadro 34. Valores de diversidad del estrato arbustivo.	104
Cuadro 35. Valores de diversidad.	105
Cuadro 36. Valores de diversidad de cactáceas.	105
Cuadro 37. Valores de diversidad.	106
Cuadro 38. Valores de diversidad del estrato herbáceo.	106
Cuadro 39. Valores de diversidad.	106
Cuadro 40. Índice de equidad.	107
Cuadro 41. Índice de diversidad de Shannon de cada estrato en ambos escenarios.	109
Cuadro 42. Esfuerzo de muestreo para anfibios y reptiles en la zona del proyecto	112
Cuadro 43. Esfuerzo de muestreo para aves en la zona del proyecto	113
Cuadro 44. Esfuerzo de muestreo para mamíferos en la zona del proyecto	115
Cuadro 45. Listado herpetofaunístico generado durante los muestreos.	119
Cuadro 46. Abundancias cuantitativas y cualitativas para las especies de anfibios y reptiles registradas según los sitios de muestreo. AB: Abundante; M: Moderadamente abundante; y R: Rara.	121
Cuadro 47. Valores ecológicos para los tres sitios de registros de anfibios y reptiles	123
Cuadro 48. Listado avifaunístico generado durante los muestreos.	126
Cuadro 49. Abundancias cuantitativas y cualitativas para las especies de aves registradas según los sitios de muestreo. AB: Abundante; F: Frecuente; O: Ocasional; R: Rara	129

Cuadro 50. Valores ecológicos para los tres sitios de registros de aves	131
Cuadro 51. Listado mastofaunístico generado durante los muestreos	133
Cuadro 52. Abundancias cuantitativas y cualitativas para las especies de mamíferos registradas según los sitios de muestreo. AB: Abundante; R: Rara.	134
Cuadro 53. Valores ecológicos obtenidos a partir de la suma de registros tanto de la línea de transmisión como del sistema ambiental regional.	135
Cuadro 54. Composición y superficies de las clases paisajísticas del SAR	147
Cuadro 55. Índice de forma e índice fractal para las clases paisajísticas del SAR	148
Cuadro 56. Municipios dentro del AI	151
Cuadro 57. Condición de derechohabiencia en el Mpio. de Asunción Ixtaltepec	155
Cuadro 58. Derechohabiencia en el Mpio de Heroica Ciudad de Juchitán Zaragoza	156
Cuadro 59. Derechohabiencia en el Mpio de Unión Hidalgo	156
Cuadro 60. Derechohabiencia en el Mpio de Ciudad Ixtepec	156
Cuadro 61. Valores ponderados para la capa de uso de suelo y vegetación	159
Cuadro 62. Valores ponderados para el relieve del terreno en grados	160
Cuadro 63. Distancia a los ríos y sus valores ponderados	160
Cuadro 64. Distancias de efecto de borde al interior de hábitats	161
Cuadro 65. Escala de fragilidad ambiental	161
Cuadro 66. Superficies ocupadas a nivel del SAR según el nivel de fragilidad ambiental	163
Cuadro 67. Niveles de fragilidad ambiental de mayor interés ecológico con referencia de localización	164

Índice de figuras

Figura 1. POETG, Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	8
Figura 2. POERTEO, Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Territorial del estado de Oaxaca.	8
Figura 3. Hidrología superficial (Subcuenca Hidrológica)	9
Figura 4. <i>Edafología</i>	9
Figura 5. POERTEO (límites en color morado) como límite del SAR (polígono color verde)	10
Figura 6. Subcuenca Hidrológica (límites en color azul) como límite del SAR (polígono color verde)	10
Figura 7. Sistema Ambiental Regional Final.	11
Figura 8. Polígonos buffers delimitados para el proyecto, polígono de 7m en color morado y polígono de 414 m en color naranja.	15
Figura 9. Polígono final del área de influencia en color naranja y el proyecto en color verde.	16
Figura 10. Esquema que muestra las fases realizadas para el levantamiento y procesamiento de la información.	29
Figura 11. Recorridos realizados en el SAR, AI y (DDV de la L.T., S.E. Ixtepec Potencia y SE. SET.).	30
Figura 12. Fotografías tomadas <i>in situ</i> de las especies observadas y a nivel de paisaje.	30
Figura 13. Esquema ilustrativo que representa la metodología empleada para el levantamiento de información en campo.	33
Figura 14. Se llegó a cada sitio de muestreo mediante empleo de GPS; se ubicó el centro en cada sitio de muestreo y se obtuvieron coordenadas.	34
Figura 15. Con la ayuda de una brújula se ubicó el Norte franco partiendo del centro marcado en cada sitio y posteriormente con la ayuda de una cinta métrica se delimitó la parcela.	34
Figura 16. Trazado de parcelas de muestreo de 500 m ² , 400 m ² y 1 m ² , para levantar información de árboles/arbustos (incluye cactáceas) /herbáceas, mediante el empleo de banderines que facilitaron el reconocimiento y límites de cada superficie considerada en cada sitio de muestreo,	35
Figura 17. Marcado con aerosol en el centro de cada parcela, colocación de cinta plástica y etiquetas de identificación de cada sitio.	35
Figura 18. Cada especie con diámetros mayores o iguales a 5 m registrada dentro de la parcela de muestreo fue marcada con aerosol, asignándole un número consecutivo.	36

Figura 19. Medición y registro de especies dentro de cada parcela de muestreo; medición de diámetros, cobertura de copa, obtención de alturas, conteo de individuos y especies.	37
Figura 20. Conteo, registro y obtención de datos correspondientes de las especies observadas dentro de cada estrato y sitio de muestreo.	37
Figura 21. Fotografías tomadas en cada parcela de muestreo con distinta orientación (Norte, Sur, Este y Oeste) y de las coordenadas del centro en cada sitio de muestreo.	38
Figura 22. Relieve general que presenta la longitud total del proyecto, la mayor parte del proyecto está conformado por un relieve ligeramente bajo y plano, las únicas elevaciones pronunciadas se presentan al norte del proyecto donde se levanta parte de la sierra.	44
Figura 23. En la zona de estudio los fuertes vientos son aprovechados para la generación de energía, por ello es común observar una gran cantidad de parques eólicos, mismos que han influido en el desplazamiento de vegetación, reduciendo las superficies con cobertura forestal a pequeños parches aislados y dispersos.	46
Figura 24. Amplias superficies en la zona de estudio y colindancias próximas son ocupadas por terrenos agrícolas, actividad primaria en la región.	48
Figura 25. Fragmentación generada por el cambio de uso del suelo de "forestal" a un uso agrícola. Algunos terrenos agrícolas abandonados han propiciado el arribo de especies pioneras al disturbio, formando comunidades iniciales en fases secundarias.	49
Figura 26. De manera frecuente en la zona de estudio se observan amplias extensiones con pastizales, donde se pastoreo al ganado para engorda.	50
Figura 27. En algunas zonas los pastizales llegan a formar extensas masas impenetrables con la dominancia de <i>Muhlenbergia emersleyi</i> con alturas de hasta 1.60 m, en otros casos, se observan camas de pastos donde comúnmente el ganado se alimenta libremente.	50
Figura 28. VSa/SBC que logra desarrollarse a manera de parches aislados y dispersos entre las amplias superficies agrícolas y pastizales.	51
Figura 29. A nivel de paisaje sobre las elevaciones más sobresalientes con orientación norte del proyecto se logra el establecimiento de la SBC con mayor grado de conservación; sin embargo, esto no se observa a nivel de proyecto, ya que la mayoría de los parches con vegetación muestran claros procesos de sucesión secundaria.	52
Figura 30. VSa/SBK en este tipo de vegetación el acceso se dificulta por el entramado de ramas y densos arbustos espinosos, la mayoría de las especies son caducifolias; sin embargo, existen algunas especies como <i>Bonellia macrocarpa</i> que mantiene sus hojas, mismas que en el ápice presentan una espina como parte de sus estrategias evolutivas.	53
Figura 31. Palmar de <i>Sabal mexicana</i> que forma una comunidad muy marcada que de manera general es abierta y fácilmente caminable en su interior.	54
Figura 32. Se nota claramente el embate de los fuertes vientos en las hojas de las palmas, en estos sitios es común observar abundantes pastos.	55
Figura 33. Estos palmares crecen en condiciones secas y con una época de sequía muy pronunciada, sobre suelos planos arcillosos. En estas áreas los fuegos son muy comunes en la época de sequía y parece ser que la presencia de esta palma es dominante y el fuego parece no ser muy importante ya que no la afecta de manera significativa, ya que constantemente presenta rebrotes de sus hojas.	56
Figura 34. Formas de vida presentes. A. Árbol. B. Arbusto, C. Hierba, D. Epífita, E. Palma y F. Hemiparásita.	63
Figura 35. Ejemplos de especies introducidas en México. A. <i>Cryptostegia grandiflora</i> , B. <i>Aloe vera</i> , C. <i>Sorghum bicolor</i> y D. <i>Tamarindus indica</i> .	65
Figura 36. Ubicación espacial de <i>Peniocereus fosterianus</i> respecto a superficies consideradas para el proyecto y fotografías tomadas <i>in situ</i> . Número de plantas (1).	68
Figura 37. Ubicación espacial de <i>Guaiaacum coulteri</i> en superficies consideradas para el proyecto y fotografías tomadas <i>in situ</i> . MP1, número de plantas (AR=0, AB=3).	69
Figura 38. Ubicación espacial de <i>Guaiaacum coulteri</i> en superficies consideradas para el proyecto y SAR. MP4, número de plantas (AR=1, AB=3), MSA4, número de plantas (AR=1, AB=6),	69
Figura 39. Distribución potencial de algunas cactáceas observadas en el MP2.	71
Figura 40. Distribución potencial de algunas cactáceas observadas en el MP4.	72
Figura 41. Distribución potencial de algunas cactáceas observadas en el MP8.	72

Figura 42. 1Distribución espacial de los 10 sitios de muestreo (MP=Muestras proyecto). Consultar anexo cartográfico.	74
Figura 43. Distribución espacial de los 10 sitios de muestreo (MSA= Muestras sistema ambiental regional). Consultar anexo cartográfico.	75
Figura 44. Ubicación de los sitios de muestreo en la zona del proyecto y en el sistema ambiental regional para anfibios y reptiles.	111
Figura 45. Microhábitats potenciales para el registro de anfibios y reptiles	112
Figura 46. Equipo de campo básico para el muestreo directo de anfibios y reptiles.	113
Figura 47. Localización de los sitios para el conteo de aves en el área del proyecto y el sistema ambiental regional	114
Figura 48. Equipo de campo básico para el muestreo de aves	114
Figura 49. Localización de los sitios de muestreo de mamíferos en el área del proyecto y en el sistema ambiental regional	116
Figura 50. Equipo de campo básico para el muestreo de mamíferos	117
Figura 51. Especies de herpetofauna registradas en campo y referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 A: <i>Lithobates forreri</i> Pr (Sujeta a protección Especial); B: <i>Ctenosaura pectinata</i> A (Amenazada); C: <i>Kinosternon scorpioides</i> Pr.	121
Figura 52. Localización de los ejemplares de anfibios y reptiles registrados en campo	122
Figura 53. Especies de aves registradas en campo y referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 A: <i>Tachybaptus dominicus</i> Pr (Sujeta a Protección Especial); B: <i>Aramus guarauna</i> A (Amenazada); C: <i>Accipiter cooperii</i> Pr; D: <i>Passerina ciris</i> Pr; E: <i>Geranoaetus albicaudatus</i> Pr; F: <i>Eupsittula canicularis</i> (antes <i>Aratinga canicularis</i>) Pr.	129
Figura 54. Localización de las especies de mamíferos registradas en campo	135
Figura 55. Ejemplo de aves observadas en campo utilizando el cableado y las estructuras de soporte como sitios de percha y descanso. A: <i>Eudocimus albus</i> ; B: <i>Streptopelia decaocto</i> .	136
Figura 56. Ejemplo de algunas especies de aves observadas durante los muestreos volando cerca de los tendidos eléctricos. A: <i>Aramus guarauna</i> ; B: <i>Geranoaetus albicaudatus</i> ; C: <i>Tachycineta bicolor</i> .	136
Figura 58. Áreas anteriormente forestales que están sufriendo una transformación por uso de suelo agrícola.	139
Figura 59. Paisajes fragmentados por la agricultura, en las elevaciones más notables en grado de conservación de la vegetación es mayor, ya que en superficies referidas para el proyecto en la mayor parte de los casos se muestran claros sucesos de una fase secundaria de la vegetación.	140
Figura 60. Ejemplo de algunas especies asociadas a sitios degradados como tierras agrícolas. A: <i>Columbina inca</i> ; B: <i>Aspidocelis deppei</i> ; C: <i>Tyrannus melancholicus</i> ; D: <i>Colinus virginianus</i> .	141
Figura 61. Algunas especies perchando o volando en las cercanías de aerogeneradores y cableado. A: <i>Aramus guarauna</i> ; B: <i>Caracara cheriway</i> ; C: <i>Streptopelia decaocto</i> ; D: <i>Egretta thula</i> .	142
Figura 62. Mosaico paisajístico a nivel del sistema ambiental regional. Fuente: Carta de uso de suelo y vegetación INEGI Serie VI y elaboración propia (fotointerpretación general).	146
Figura 63. Tipos de enlaces de hábitats identificados en el SAR	150
Figura 64. Municipios encontrados a lo largo de proyecto	152
Figura 65. Capas de información utilizadas para calcular la fragilidad ambiental a nivel del SAR	162
Figura 66. Ejemplo de algunas imágenes panorámicas que muestran de manera general y contrastante algunas zonas forestales y otras de uso agrícola y ganadero. También se puede apreciar el relieve del terreno de las planicies y las tierras montañosas. Y finalmente se pone de ejemplo una de las corrientes más grandes que cruza la LT y SE. Su vegetación asociada a las márgenes es variable en términos de composición y continuidad, pero muy importante para la fauna silvestre.	162
Figura 67. Mapa de fragilidad ambiental para el SAR	164

Índice de gráficas

Gráfica 1. Distancias por impactos posibles por el proyecto.	14
Gráfica 2. Climograma. Estación Salina Cruz	17
Gráfica 3. Climograma estación Ostuta	19
Gráfica 4. Riqueza florística por grupo taxonómico.	57
Gráfica 5. Número de especies por familia botánica.	59
Gráfica 6. Riqueza florística de géneros.	61
Gráfica 7. Formas de vida más representativas.	62
Gráfica 8. Cantidad de especies por centro de origen.	66
Gráfica 9. Diversidad de familias, géneros y especies en los sitios de muestreo (MP y MSA).	76
Gráfica 10. Riqueza de especies por sitio de muestreo en sus cuatro formas de vida.	78
Gráfica 11. Número de individuos por sitio de muestreo en sus cuatro formas de vida.	79
Gráfica 12. Índice de valor de importancia para estrato arbóreo.	81
Gráfica 13. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo.	83
Gráfica 14. Índice de valor de importancia para las cactáceas.	84
Gráfica 15. Índice de valor de importancia para herbáceas.	85
Gráfica 16. Abundancia relativa para estrato arbóreo.	86
Gráfica 17. Abundancia relativa para estrato arbustivo.	87
Gráfica 18. Abundancia relativa para cactáceas.	88
Gráfica 19. Abundancia relativa para estrato herbáceo.	88
Gráfica 20. Índice de valor de importancia para estrato arbóreo.	95
Gráfica 21. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo.	97
Gráfica 22. Índice de valor de importancia para las cactáceas.	98
Gráfica 23. Índice de valor de importancia para herbáceas.	99
Gráfica 24. Abundancia relativa para estrato arbóreo.	100
Gráfica 25. Abundancia relativa para estrato arbustivo.	101
Gráfica 26. Abundancia relativa para cactáceas.	102
Gráfica 27. Abundancia relativa para estrato herbáceo.	102
Gráfica 28. Número de especies registradas en campo de los cuatro grupos de vertebrados terrestres para la línea de transmisión y subestación eléctrica y para el sistema ambiental regional.	119
Gráfica 29. Número de especies por familia de los anfibios y reptiles registrados en campo	120
Gráfica 30. Acumulación de especies para los sitios de muestreo agrícolas en la línea de transmisión y subestación eléctrica. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; ACE y Chao 1: Estimadores de riqueza.	123
Gráfica 31. Acumulación de especies para los sitios de muestreo forestales en la línea de transmisión y subestación eléctrica. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; ACE y Chao 1: Estimadores de riqueza.	124
Gráfica 32. Acumulación de especies para los sitios de muestreo forestales en el sistema ambiental regional. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; ACE y Chao 1: Estimadores de riqueza.	125
Gráfica 33. Número de especies de aves registradas por familia	128
Gráfica 34. Acumulación de especies para los sitios de muestreo agrícolas en la línea de transmisión y subestación eléctrica.	132
Gráfica 35. Acumulación de especies para los sitios de muestreo forestales en la línea de transmisión y subestación eléctrica.	132
Gráfica 36. Acumulación de especies para los sitios de muestreo forestales en el sistema ambiental regional.	133
Gráfica 37. Número de especies de vertebrados terrestres de probable ocurrencia	138
Gráfica 38. Crecimiento poblacional (Elaboración propia con datos de http://www.snim.rami.gob.mx/)	153
Gráfica 39. Disponibilidad de servicios básicos (Elaboración propia con datos de http://www.snim.rami.gob.mx/)	155

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

IV.1.1 Delimitación del Sistema Ambiental

Para el objetivo en este apartado debe delimitarse analítica y gráficamente el sistema ambiental de la región de estudio (SAR) considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactuará en espacio y tiempo. Es fundamental, definir y delimitar la región para poder vincular su extensión (espacio-tiempo) con respecto a los componentes y procesos ambientales seleccionados¹

De acuerdo a las guías para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, del sector eléctrico, sugiere utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis.

Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado en el sitio, se aplicarán por lo menos los siguientes criterios:

a) Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales, sitios para la disposición de desechos; b) factores sociales (poblados cercanos); c) rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros; d) tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas); y e) usos de suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (sí existieran)².

Tomando en cuenta lo anterior, a continuación, se realizaron los procedimientos de georreferenciación y selección multicriterio en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para obtener un polígono que tenga las características solicitadas.

¹ https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia_MIA-Regional.pdf

² https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121003/Guia_MIA-Particular_Energia_Electrica.pdf

Capas Analizadas para determinar los límites del SAR

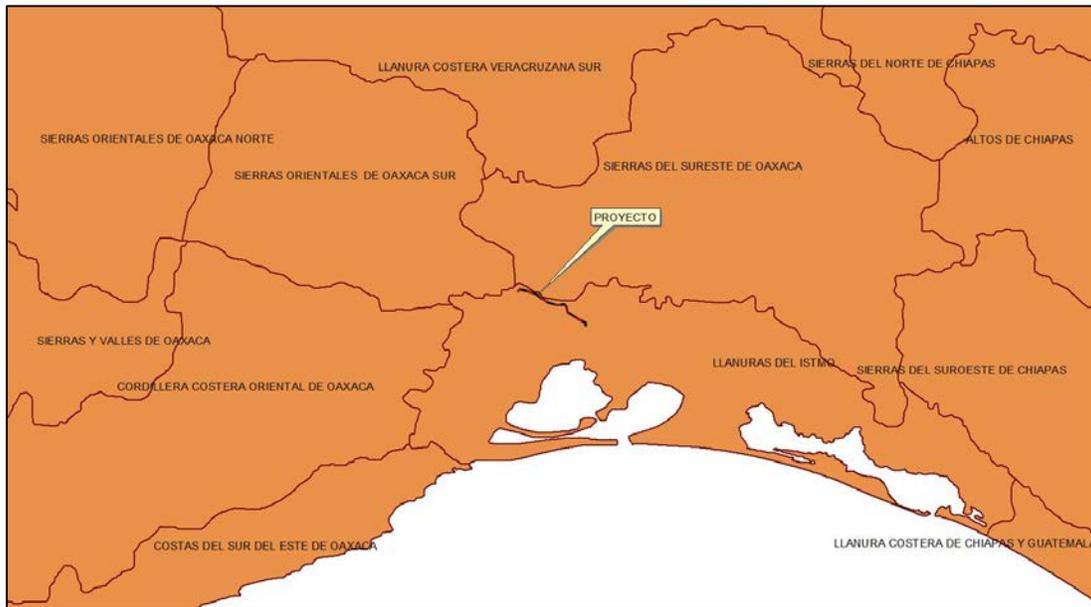


Figura 1. POETG, Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

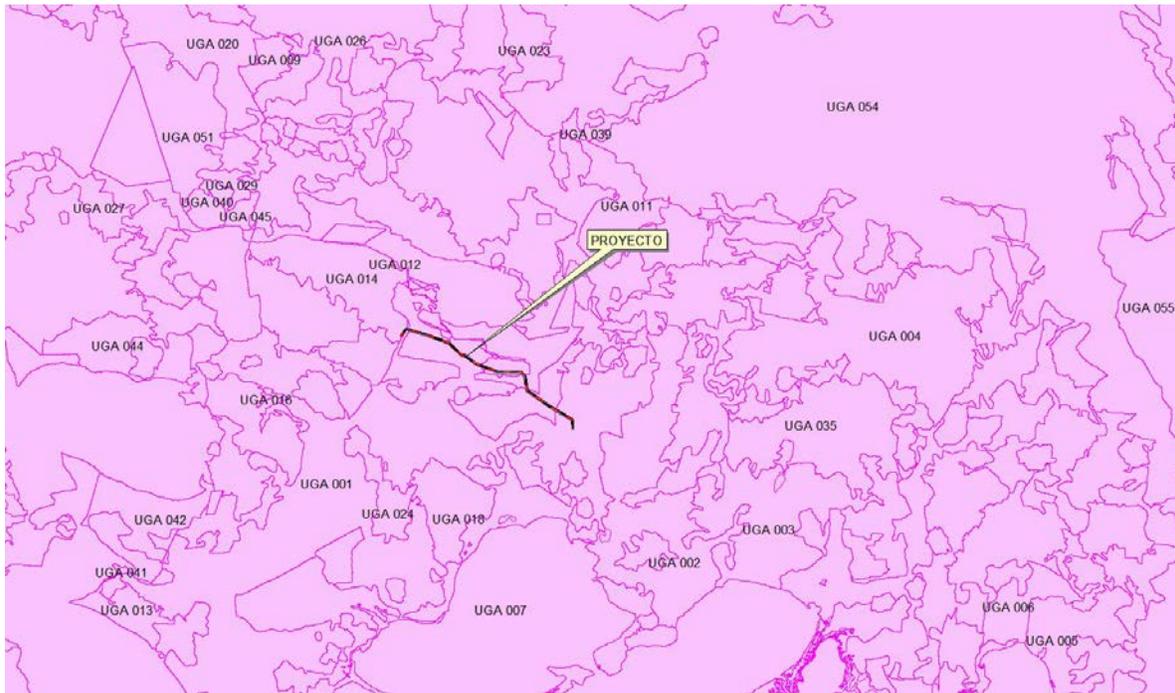


Figura 2. POERTEO, Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Territorial del estado de Oaxaca.

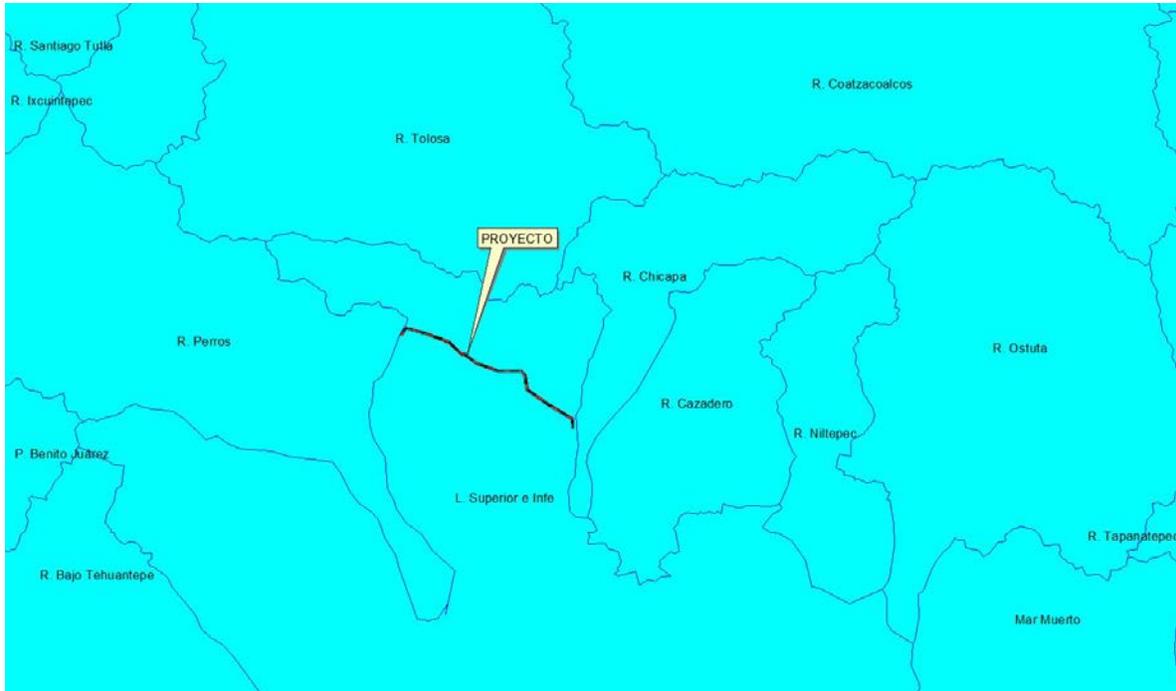


Figura 3. Hidrología superficial (Subcuenca Hidrológica)

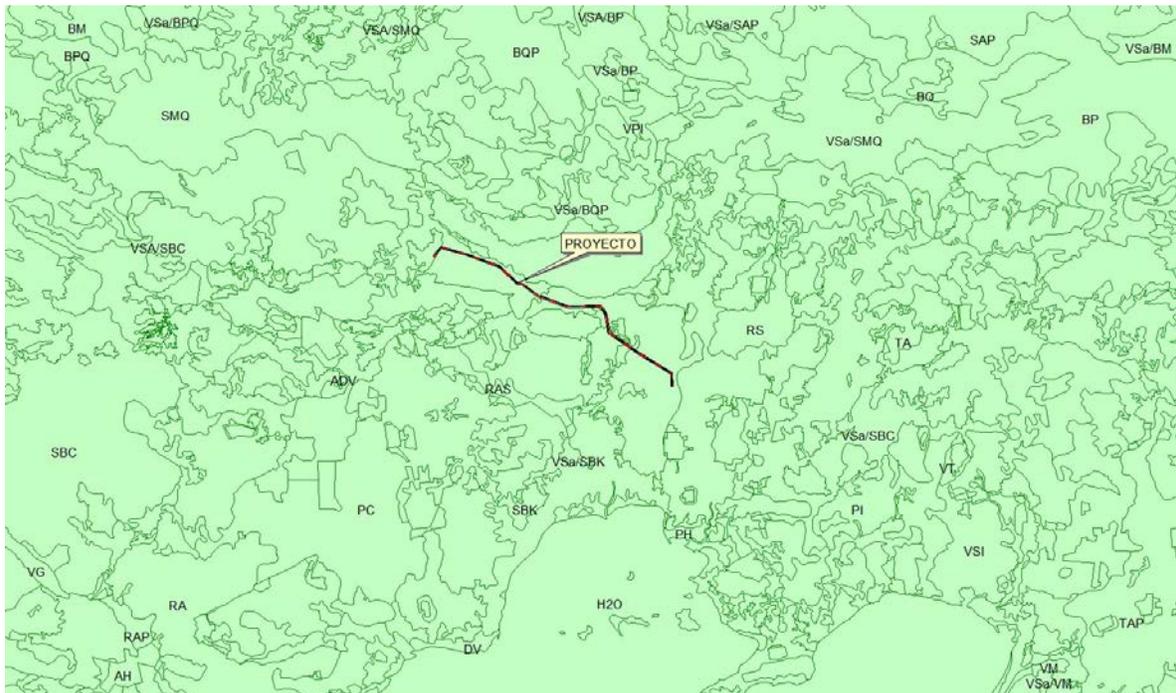


Figura 4. Edafología

Posteriormente de forma gráfica y espacial se tomaron las capas relevantes con límites, resultado el POERTEO y los límites de las subcuencas con los temas relevantes para la delimitación del SA.

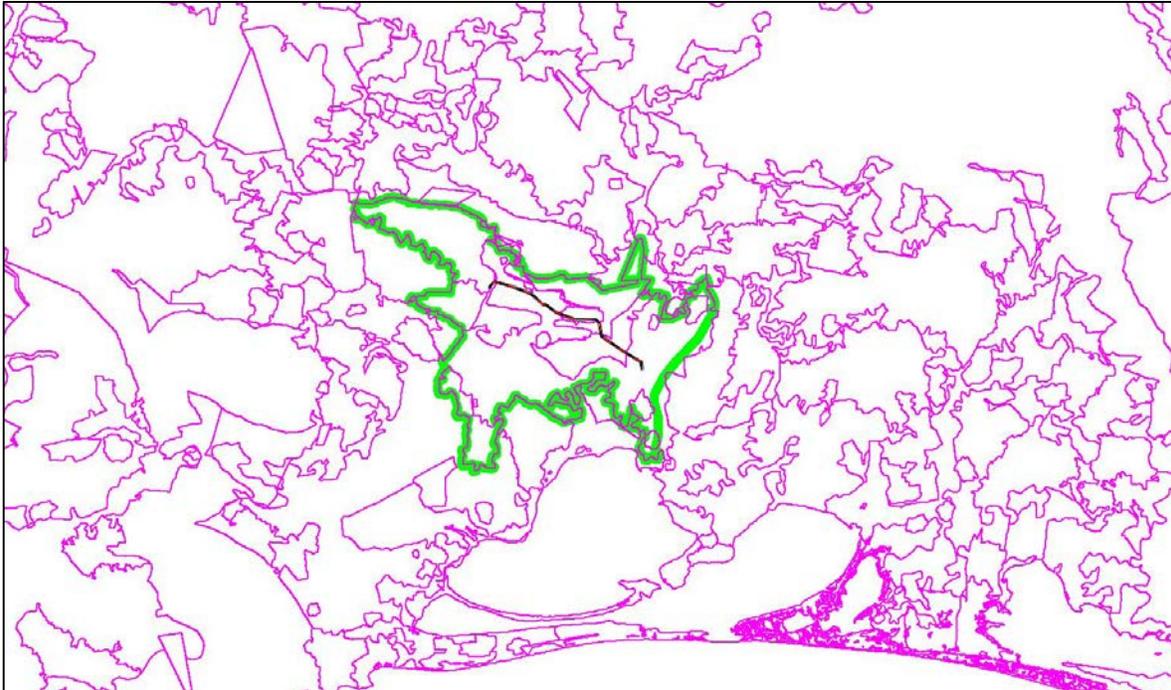


Figura 5. POERTEO (límites en color morado) como límite del SAR (polígono color verde)

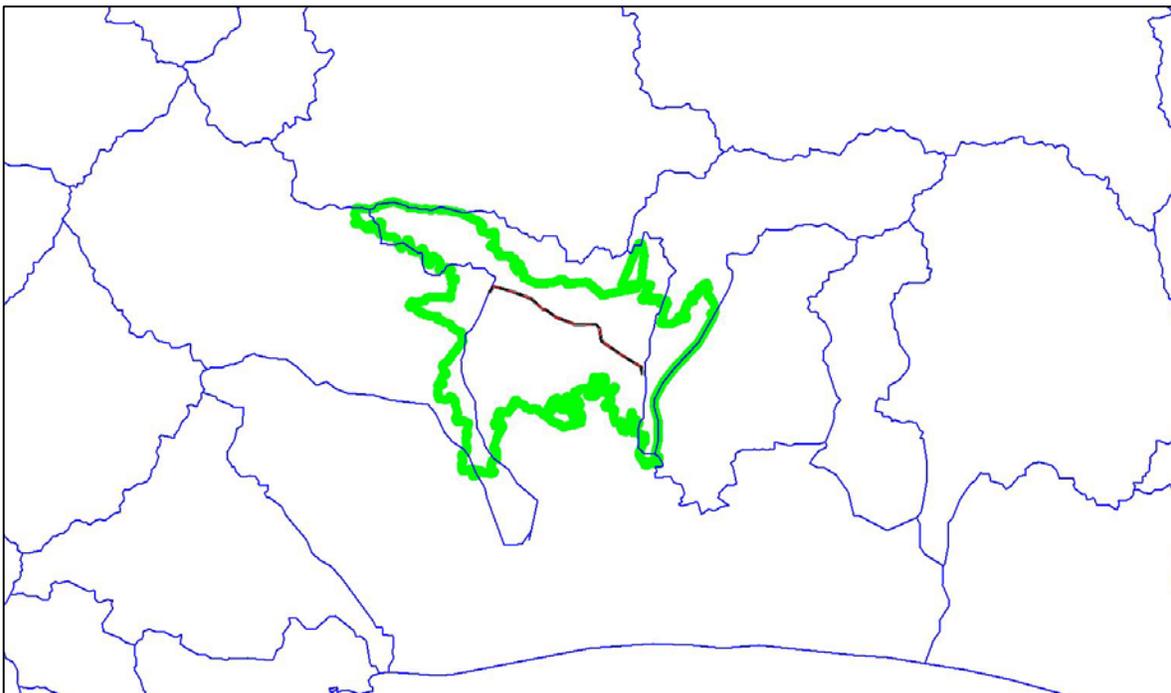


Figura 6. Subcuenca Hidrológica (límites en color azul) como límite del SAR (polígono color verde)

Finalmente, y una vez realizados los procesos de álgebra de mapas, dentro del SIG, se obtuvo un polígono con las características solicitadas.

La unidad delimitada como SAR cuenta con las siguientes características:

- Superficie: 61,123.144 hectáreas
- Perímetro: 262937.436 m
- Sistema de coordenadas: UTM Zona 15 Norte
- Datum: WGS 1984
- Número de vértices: 1263

El polígono determinado como unidad de análisis para el sistema ambiental regional se muestra en la imagen siguiente.

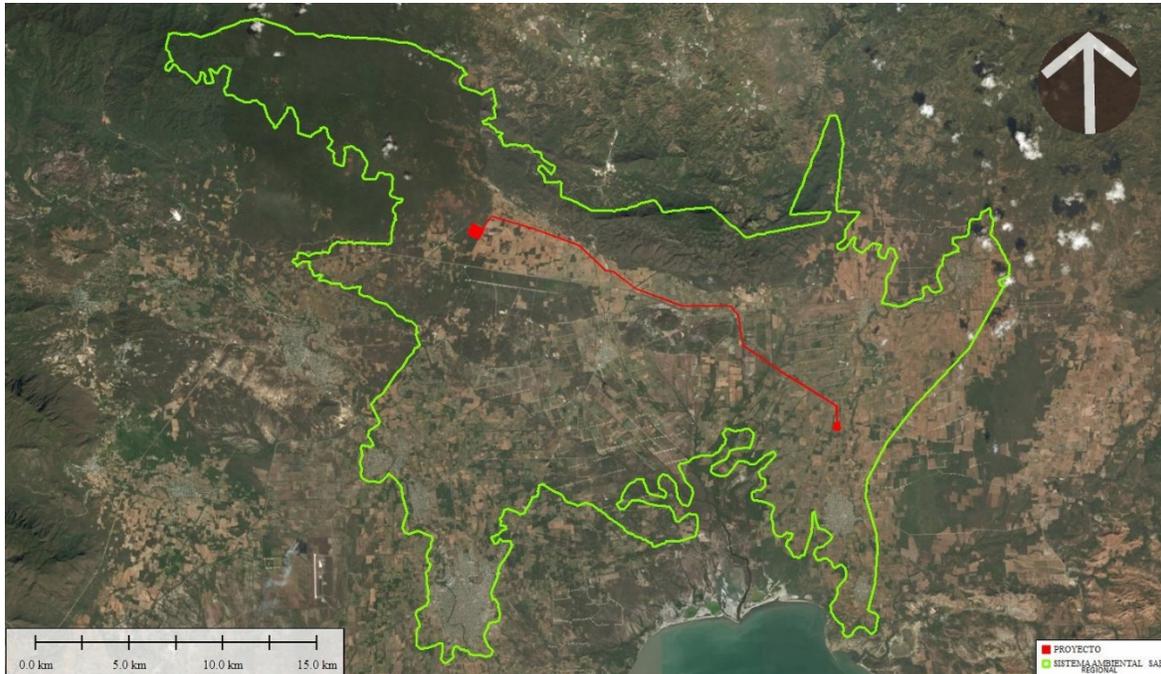


Figura 7. Sistema Ambiental Regional Final.

IV.1.2 Delimitación de Área de influencia

- *Rango de afectación de una infraestructura lineal.*

El rango de afectación de un proyecto depende de variables tanto ambientales como del diseño de la infraestructura, así como de aspectos socioeconómicos del entorno.

Típicamente los efectos de un proyecto sobre la ecología de un sistema ambiental se extienden varias veces la amplitud del proyecto y abarca un asimétrico polígono que refleja una serie de variables ecológicas con distancias diferentes desde cada punto del proyecto debido a la pendiente, dirección del viento, tipo de suelo, presencia humana y calidad ambiental, entre otras variables.

Por otro lado, todo fenómeno geográfico tiene un impacto sobre el territorio; en numerosas ocasiones el investigador debe mostrar esta influencia espacial generando en torno al objeto una serie de *coronas*, *corredores* o *áreas próximas*, por ejemplo, para mostrar el impacto sobre el territorio de una infraestructura de transporte.

- *Generación de áreas de influencia geográfica.*

La representación de áreas de influencia en torno a un evento también recibe el nombre de operaciones de generación de *buffers*.

Cuando se generan *buffers* en torno a un objeto debe considerarse una métrica que sirva de base para trazar la amplitud de la zona o zonas de influencia del mismo, siendo uno de los criterios más comunes la distancia geométrica simple desde o hasta la localización analizada.

Este tipo de aplicaciones son especialmente adecuadas para mostrar el comportamiento espacial de un fenómeno geográfico tomando en cuenta criterios de proximidad, ya que denota el impacto o la influencia del mismo sobre el territorio en función de la distancia

IV.1.2.1 Metodología

La metodología utilizada se encuentra basada en los resultados parciales del trabajo denominado: “*Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads*” (2005) publicada por el Comité sobre Impactos Ecológicos de la Densidad de Carreteras de los Estados Unidos de América.

Esta metodología ejemplifica los impactos de una infraestructura lineal como lo es una carretera por lo que se consideró asimilable con fines de modelar una raea de influencia, para el proyecto de construcción de la línea de transmisión y subestación.

Cuadro 1. Tabla de impactos registrados en diferentes estudios, publicada en “Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads” (2005).

Ejemplos de las distancias en que los efectos inducidos por una infraestructura lineal penetran en el hábitat adyacente.		
Impacto	Distancia	Fuente
Metales Pesados		
En suelos y plantas cerca de la carretera	50-100 m	Ministry of Transport, Netherlands 1994
Contaminación Química		
Óxidos de nitrógeno modifican las comunidades de plantas	200 m	Angold 1997
Distribución de la Fauna		
Ánsar piquicorto (<i>Anser brachyrhynchus</i>) y Ganso común (<i>A. anser</i>)	100 m	Keller 1991
	150 m	Ortega and Capen 1999
Tamaño del territorio de la reinita hornera (<i>Seiurus aurocapillus</i>)		
Ruido del tráfico	200-1,200 m	Van der Zande et al. 1980
Densidad de aves reproductoras	40-1,500 m	Reijnen et al. 1996
Intrusión lumínica		
Densidad de aves reproductoras	200-250 m	De Molenaar et al. 2000
Zona "evitada" (Avoindance Zone)		
Reno (<i>Rangifer tarandus</i>)	5,000 m	Nellemann and Cameron 1998
	200 m	Rost and Bailey 1979

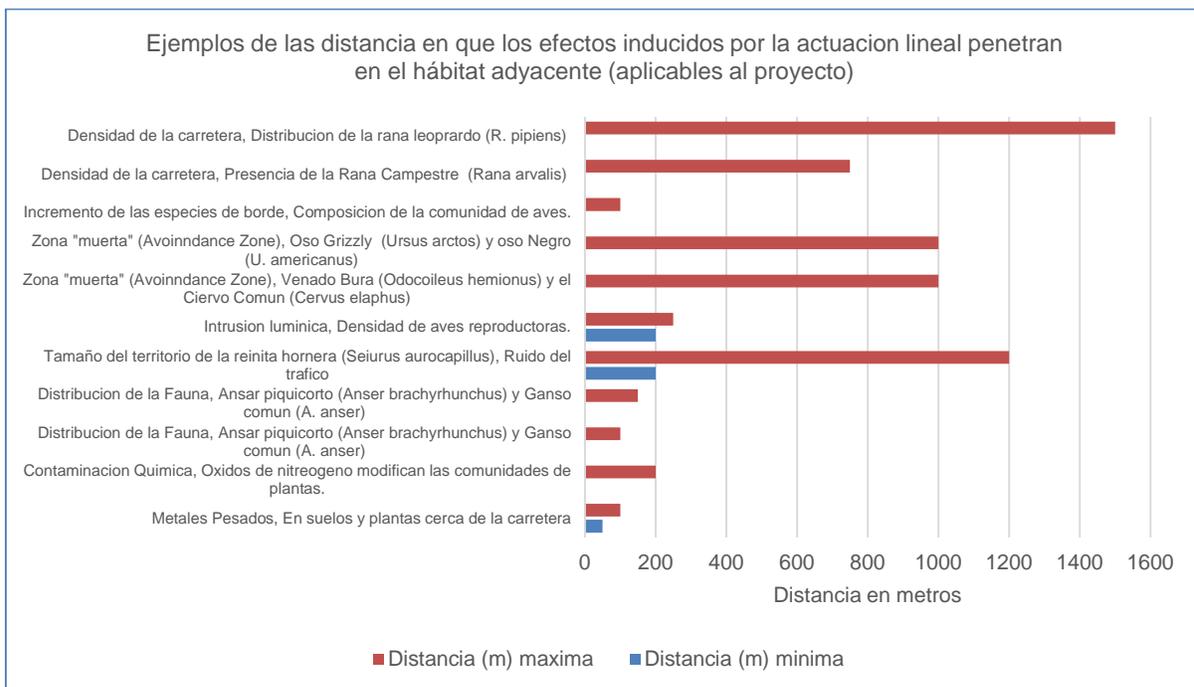
Venado Bura (<i>Odocoileus hemionus</i>) y el Ciervo Común (<i>Cervus elaphus</i>)	1,000 m	Kasworm and Manley 1990
Oso Grizzly (<i>Ursus arctos</i>) y oso Negro (<i>U. americanus</i>)		
Incremento de las especies de borde		
Composición de la comunidad de aves	100 m	Ferris 1979
Densidad de la carretera		
Riqueza de especies de humedales	2,000 m	Findlay and Houlihan 1997
Presencia de la Rana Campestre (<i>Rana arvalis</i>)	750 m	
Distribución de la rana leopardo (<i>R. pipiens</i>)	1,500 m	Vos and Chardon 1998, Carr and Fahrig 2001
Derretimiento temprano del permafrost	100 m	Walker et al. 1987

Con base en los resultados de la tabla anterior se seleccionaron los posibles impactos análogos con el proyecto (se comparan las especies e impactos reportados con los de nuestro ecosistema y tipos de proyecto, es así que, al no reportarse especies similares en etología en el SAR, el impacto reportado por el estudio no se considera posible para el proyecto), resultando la siguiente tabla.

Cuadro 2. Impactos y su relación con el proyecto

Impacto	Distancia posible (m)		Posibilidad de aplicar al proyecto
	mínima	máxima	
Metales Pesados, En suelos y plantas cerca de la carretera	50	100	Si
Contaminación Química, Óxidos de nitrógeno modifican las comunidades de plantas.	0	200	Si
Distribución de la Fauna, Anser piquicorto (<i>Anser brachyrhynchus</i>) y Ganso común (<i>A. anser</i>)	0	100	Si
Distribución de la Fauna, Anser piquicorto (<i>Anser brachyrhynchus</i>) y Ganso común (<i>A. anser</i>)	0	150	Si
Tamaño del territorio de la reinita hornera (<i>Seiurus aurocapillus</i>), Ruido del tráfico	200	1200	No
Tamaño del territorio de la reinita hornera (<i>Seiurus aurocapillus</i>), Densidad de aves reproductoras	40	1500	No
Intrusión lumínica, Densidad de aves reproductoras.	200	250	No
Zona "evitada" (Avoindance Zone), Reno (<i>Rangifer tarandus</i>)	200	5000	No
Zona "evitada" (Avoindance Zone), Venado Bura (<i>Odocoileus hemionus</i>) y el Ciervo Común	0	1000	No

(Cervus elaphus)			
Zona "evitada" (Avoindance Zone), Oso Grizzly (Ursus arctos) y oso Negro (U. americanus)	0	1000	No
Incremento de las especies de borde, Composición de la comunidad de aves.	0	100	Si
Densidad de la carretera, Riqueza de especies de humedales	0	2000	No
Densidad de la carretera, Presencia de la Rana Campestre (Rana arvalis)	0	750	Si
Densidad de la carretera, Distribución de la rana leopardo (R. pipiens)	0	1500	Si
Densidad de la carretera, Derretimiento temprano del permafrost	0	100	No
Promedios de las distancias	46	997	
Promedios de impactos posibles para el proyecto a cada lado	7	414	



Gráfica 1. Distancias por impactos posibles por el proyecto.

El área de influencia se comenzó a delimitar en base a las características del proyecto en cuanto a longitud, que es de 24.1 Km tipo de proyecto, el cual corresponde a la construcción de una línea de transmisión soportada por torres y una subestación de 14.97 ha, y los posibles impactos a generar por las actividades del tipo de proyecto como lo es la infraestructura de transmisión de energía.

1. El Polígono preliminar del área de influencia fue procesado en un Sistema de información geográfica (SIG), por medio de la generación de polígonos búfer³, de **7m** y **414m**, siendo estas las distancias mínima y máxima promedio definidas en la tabla de impactos mostrada anteriormente.

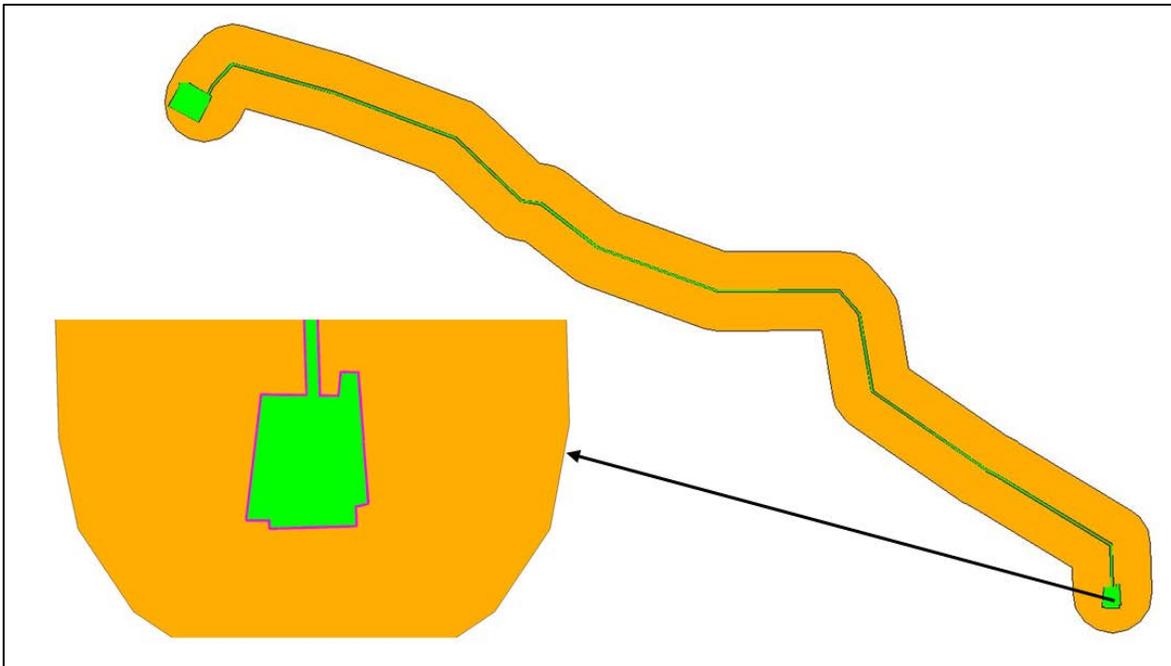


Figura 8. Polígonos buffers delimitados para el proyecto, polígono de 7m en color morado y polígono de 414 m en color naranja.

Posteriormente se revisa espacialmente el alcance de los polígonos búfer y se ajusta conforme a los siguientes criterios:

- 1.- en zonas forestales y/o con alguna característica de importancia se toma el alcance máximo
- 2.- en zonas de agricultura, áreas urbanas, o zonas perturbadas, se toma el alcance mínimo.

IV.1.2.2 Resultados.

Finalmente se ajustó el polígono del AI con los criterios anteriores, lo que nos arrojó un polígono asimétrico de **392.514** hectáreas de superficie.

³ Búfer entendido como una zona de proximidad al eje del proyecto y funcionando como un área de amortiguamiento en la cual se alojaría la totalidad de los impactos probables.



Figura 9. Polígono final del área de influencia en color naranja y el proyecto en color verde.

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.2.1 Aspectos abióticos

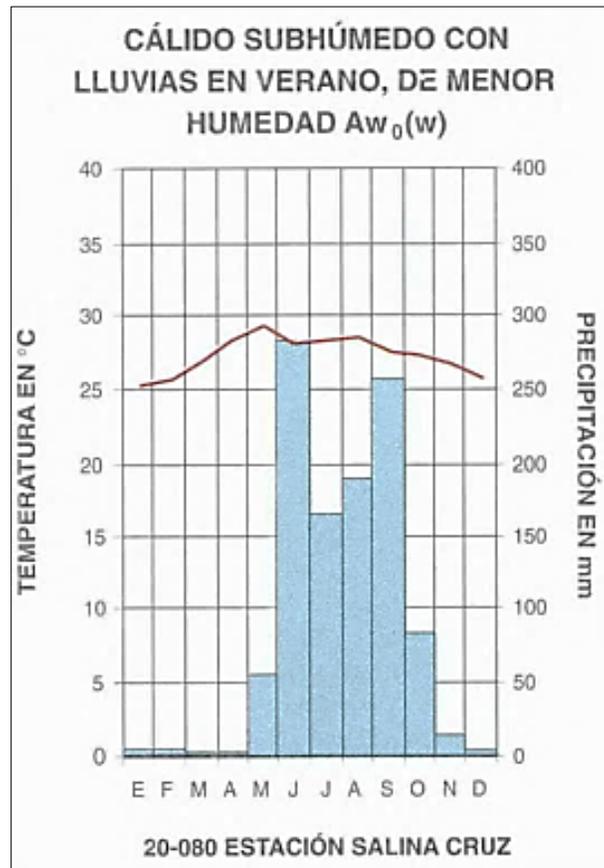
IV.2.1.1 Clima y precipitación

En el SAR se encuentran dos unidades climáticas:

Cuadro 3. Unidades climáticas dentro del SAR

Clave	Tipo	Superficie (Ha)	Porcentaje
Aw1(w)	Cálido subhúmedo	7111.46	11.63
Aw0(w)	Cálido subhúmedo	54011.68	88.37

a) *Cálido Subhúmedo con Lluvias en verano, de Menor Humedad $Aw_0(W)$.*

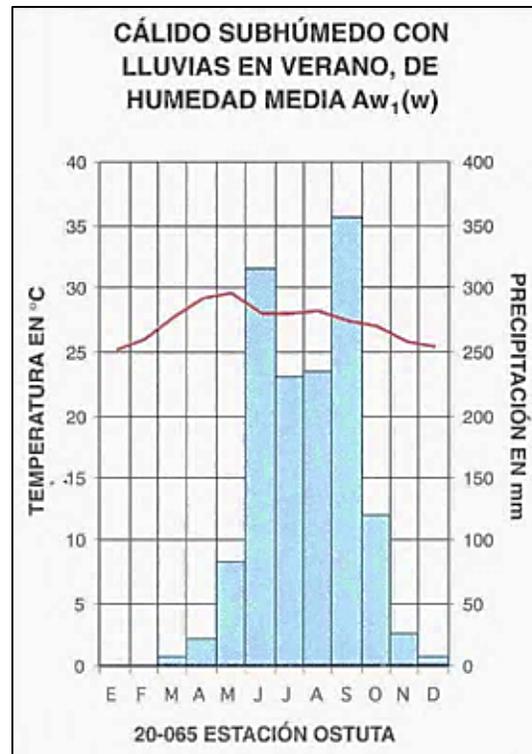


Gráfica 2. Climograma. Estación Salina Cruz

Este clima ocurre en 12.54% del territorio estatal, ocupa la franja costera más próxima al Océano Pacífico, de Santiago Tepextla en el oeste a las inmediaciones de la Laguna Inferior en el este, se introduce por el último punto hasta el origen del río Tehuantepec; además comprende parte de los terrenos del valle del río Mixteco y de los cañones cercanos a Calihualá, San Pedro Juchatengo y Zapotitlán del Río. La primera zona tiene una altitud del nivel del mar a 400 m, y las otras, alrededor de los 1 000 m. La temperatura media anual que lo caracteriza va de 22.0° a poco más de 28.0°C, el mes más frío tiene una temperatura media mayor de 18.0°C y la precipitación total anual varía entre 700 y 1200 mm. Considerando las estaciones meteorológicas establecidas en las unidades mencionadas, la temperatura media anual con el valor inferior reportado es de 23.2°C en la estación 20-203 San Jorge Nuchita, cerca del río Mixteco, aunque su periodo de registro es corto por lo que el dato se debe tomar con reserva; mientras que el valor mayor, 28.3°C, pertenece a la estación Las Cuevas (20-021) al oriente de la presa Presidente Benito Juárez; el mes más frío en la primera estación es diciembre, con 20.8°C y en la segunda, es enero con 26.3°C; en ésta última el mes más caliente del año, mayo, tiene una temperatura media de 30.2°C y en San Pedro Juchatengo (20-208), el mismo mes llega sólo a 25.3°C. La precipitación total anual va de 783.0 mm en Maríscala de Juárez (estación 20-183) cuyo periodo de observación es corto (11 años) a 1 087.2 mm en Unión Hidalgo (20-133); el mes más seco por lo general es marzo, con 0.0 mm en la

estación 20-073 Pochutla y 3.4 mm en Ciudad Ixtepec (20-038), el mes más húmedo es septiembre, con 300.1 mm de precipitación en la estación El Porvenir (20-195), aunque en algunas es agosto, como ocurre en Mariscal de Juárez donde se reportan 171.0 mm. La oscilación térmica media anual en la mayoría de las estaciones es menor de 5.0°C, sólo en San Jorge Nuchita, Mariscal de Juárez, Chicapa y Unión Hidalgo es de 5.0° a 6.0°C. La lluvia se concentra en el verano y presenta dos máximos, pues se produce sequía interestival (o canícula); la precipitación invernal, esto es, la ocurrida en los meses de enero, febrero y marzo, representa menos de 5% de la total anual. La estación con mayor periodo de registro de datos es la de Salina Cruz (20-080), en ésta, la temperatura media anual es de 27.4°C, el mes más frío, enero, llega a 25.5°C y el más caliente, mayo, a 29.4°C de temperatura media, por tanto, la oscilación media anual de la temperatura es de 3.9°C. La precipitación total anual es de 1 057.8 mm, el mes más seco es marzo con 1.4 mm de lluvia y el más húmedo, septiembre con 255.2 mm. Los valores de los demás meses se pueden observar en la gráfica y la tabla de datos correspondientes. Considerando la relación de 1 a 2 entre la temperatura y la precipitación que propone Gausson en el diagrama umbrotérmico (INEGI. Guías para la Interpretación de Cartografía, Climatología, 1989) para determinar el lapso de sequía o de humedad, en la tabla de datos se observa que los meses húmedos son: junio, julio, agosto, septiembre y octubre; éstos aportan el agua suficiente para el desarrollo de las plantas que integran a la selva mediana subperennifolia, subcaducifolia o caducifolia y baja caducifolia principalmente, donde no ha sido eliminada para dar paso a la agricultura o alguna otra actividad, pero donde el suelo se inunda, crece manglar. Las condiciones de temperatura y precipitación permiten realizar agricultura de temporal con restricciones moderadas por deficiencia de humedad, por lo que sólo se puede establecer un ciclo agrícola en la temporada de lluvias, pero requiere riego de auxilio.

b) Cálido Subhúmedo con Lluvias en verano, de Humedad Media, Aw1(w).



Gráfica 3. Climograma estación Ostuta

Ocupa 5.94% de la superficie estatal, en una franja angosta que comprende del noroeste de Santa María Cortijos a las proximidades del río Ayutla, así como otras áreas localizadas de: Santa María Petapa a San Francisco del Mar y el Mar Muerto, en los alrededores del Río Negro en el oriente, en el cañón del Río Verde entre el oeste de San Francisco Juchatengo y el occidente de San Miguel Tecomatlán, en parte del cañón del río Guanana y hacia el norte cerca de Mazatlán Villa de Flores. La altitud de estos terrenos va del nivel del mar a cerca de los 1 000 m. Ahí, la temperatura media anual varía entre 22.0° y 30.0°C, el mes más frío tiene una temperatura media mayor de 18.0°C y la precipitación total anual va de 1000 a 1500 mm, ésta se concentra en el verano, por tanto, el porcentaje de lluvia invernal es menor de 5, excepto en el Río Negro, donde representa entre 5 y 10.2. Casi todas las estaciones meteorológicas se localizan en la segunda zona mencionada, ya que en la primera únicamente se encuentra la 20-155 Paso de la Reyna, cuyos datos de temperatura y precipitación se encuentra entre los valores que se mencionan en las siguientes estaciones. Así, en Santiago Chivela (20-098) la temperatura media anual es de 24.9°C, la media del mes más frío, enero, es 21.6°C, la del mes más cálido, mayo, 27.9°C y la oscilación térmica es de 6.3°C; la precipitación total anual suma 1 177.8 mm, el mes de menor humedad, abril, registra 7.5 mm y el de mayor humedad, septiembre, 262.3 mm. La estación con mayor periodo de registro es la de Ostuta (20-065, ver gráfica correspondiente), su temperatura media anual es de 27.3°C, enero es el mes más frío con 25.1 °C de temperatura media y mayo es el más caliente con 29.7°C, de tal manera que la oscilación de la temperatura media es de 4.6°C; la precipitación total al año es de 1 397.6 mm, enero es el mes más seco pues sólo alcanza 0.8 mm de precipitación y el mes más húmedo es septiembre con 354.9 mm, la lluvia invernal apenas representa 0.6% de la total anual. La marcha anual de la temperatura es de tipo Ganges, es decir, que el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano. En la gráfica se observa que la temperatura media mensual alcanza un máximo en mayo y otro (menor que el primero) en agosto, lo cual está relacionado con la caída

vertical de los rayos solares dos veces al año en ese punto. También es evidente la canícula o sequía de medio verano, pues en junio se produce una alta precipitación seguida de una ligera disminución en julio y agosto, y una mayor en septiembre. Además, se advierte que los meses más húmedos son seis (mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre) y que la cantidad de lluvia es mayor que en la estación de Salina Cruz. Las condiciones de temperatura y precipitación han permitido el desarrollo de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, sabana en zonas con suelos de drenaje deficiente y manglar en zonas bajas y fangosas con influencia de agua salobre; considerando sólo los dos elementos del clima citados, cabe la posibilidad de efectuar agricultura de temporal con restricciones moderadas como en el caso del clima anterior.

IV.2.1.2 Geomorfología

Dentro del SAR se reportan 3 Provincias Fisiográficas, como se muestra en la tabla siguiente.

Cuadro 4. Provincias fisiográficas dentro del SAR

Provincia fisiográfica	Subprovincia fisiográfica	Sistema de topoformas	Superficie (ha)	Porcentaje
Sierra madre del sur	Sierras orientales	Sierra alta compleja	6960.99	11.39
Llanura costera del golfo sur	Llanura costera veracruzana	Llanura aluvial con lomerío	113.33	0.19
Cordillera centroamericana	Sierras del sur de Chiapas	Sierra alta de cumbres escarpadas	54048.82	88.43
	Llanura del Istmo	Llanura costera de piso rocoso o cementado		
		Llanura costera		

a) PROVINCIA CORDILLERA CENTROAMERICANA

Esta provincia que inicia en el Istmo de Tehuantepec y se extiende en dirección sureste hasta la República de Nicaragua, atravesando los territorios de Guatemala, Honduras y El Salvador, es otro gran batolito ígneo emergido sobre el sitio de subducción de la placa de Cocos. En casi todo Chiapas, el cuerpo intrusivo ígneo está plenamente expuesto, pero a partir del Tacaná, volcán compartido entre México y Guatemala, queda casi todo sepultado por los productos de los numerosos volcanes juveniles de los países centroamericanos. Dentro de territorio mexicano limita al norte con las provincias Llanura Costera del Golfo Sur (a la altura del Istmo) y Sierras de Chiapas y Guatemala, al oeste con la Sierra Madre del Sur y al sur con el Océano Pacífico. Abarca parte de los estados de Chiapas y Oaxaca, así como una pequeña fracción de Veracruz-Llave. El clima dominante es cálido húmedo tornándose semicálido hacia el sureste y templado subhúmedo hacia el noroeste. Hay bosque de pino-encino en los terrenos altos y selva alta perennifolia hacia el Pacífico y en las costas, excepto las del noroeste, donde se tiene selva baja caducifolia y sabanas. La provincia abarca en Oaxaca 12.00% de la superficie estatal, a través de partes de la subprovincia Sierras del Sur de Chiapas y de la discontinuidad Llanura del Istmo.

b) PROVINCIA SIERRA MADRE DEL SUR

Se extiende más o menos paralela a la costa del Océano Pacífico, desde punta de Mita en Nayarit hasta el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca. Tiene una longitud aproximada de 1 200 km y un ancho medio de 100 km. Su planicie costera es angosta y en algunos lugares falta. La Sierra Madre del Sur limita con las provincias: Eje Neovolcánico, al norte; Llanura Costera del Golfo Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala y Cordillera Centroamericana, al oriente; al sur y oeste colinda con el Océano Pacífico. Abarca partes de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán de Ocampo, Guerrero (casi todo el estado), México, Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz-Llave. Es considerada la región más compleja y menos conocida del país, debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la placa de Cocos. Ésta es una de las placas móviles que hoy se sabe integran a la corteza exterior terrestre (litosfera). La placa de Cocos emerge a la superficie en el fondo del Océano Pacífico al oeste y suroeste de las costas del Pacífico mexicano, hacia las que se desplaza con lentitud (2 o 3 cm por año) para encontrar a lo largo de las mismas el sitio de "subducción" donde se hunde hacia el interior del planeta. A esto se debe la fuerte sismicidad que se produce en la región, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas, así que la trinchera de Acapulco es una de las zonas más activas. Esa relación es la que seguramente ha determinado que algunos de los principales ejes estructurales de la provincia (Depresión del Balsas, cordilleras costeras, línea de costa, etc.) tengan estricta orientación este-oeste, condición que tiene importantes antecedentes en el Eje Neovolcánico y que contrasta con las predominantes orientaciones estructurales noroeste-sureste del norte del país. Es una región de gran complejidad litológica en la que cobran mayor importancia que en las provincias al norte, las rocas intrusivas cristalinas, en especial los granitos, y las metamórficas. La sierra tiene sus cumbres a una altitud de poco más de 2 000 m, con excepción de algunas cimas como la del cerro Nube (Quie-Yelaag), en Oaxaca, que es de 3 720 m. En gran parte de la provincia prevalecen los climas cálidos y semicálidos, subhúmedos; en ciertas zonas elevadas, incluso algunas con terrenos planos como los Valles Centrales de Oaxaca, los climas son semisecos semicálidos y templados, en tanto que, en el oriente, cerca de la Llanura Costera del Golfo Sur, hay importantes áreas montañosas húmedas cálidas y semicálidas. La selva baja caducifolia predomina en la Depresión del Balsas y en las zonas surorientales de la Sierra Madre del Sur, los bosques de encinos y de coníferas en las áreas más elevadas, la selva mediana subcaducifolia en la franja costera del sur y los bosques mesófilos en las cadenas orientales hacia la Llanura Costera del Golfo Sur. La provincia ha sido reconocida como una de las áreas con un alto grado de endemismo, es decir, con riqueza en especies exclusivas de la región. El mayor sistema fluvial es el del río Balsas, con su afluente en el occidente, el río Tepalcatepec. En el extremo oriente se originan importantes tributarios del Papaloapan (uno de los más notables sistemas hidrológicos del país) y del Tehuantepec. En la vertiente sur de la provincia, desde el río Tomatlán en el oeste, baja un buen número de ríos cortos al Océano Pacífico; pocos de éstos, como el Armería, el Coahuayana y el Papagayo, nacen al norte de la divisoria de las sierras costeras; el mayor de ellos es el Atoyac (Verde en su tramo final) que desciende desde los Valles Centrales de Oaxaca.

c) PROVINCIA LLANURA COSTERA DEL GOLFO SUR

Se extiende más o menos en dirección sureste desde Jalcomulco, Veracruz, hasta Montenegro, Oaxaca, a partir de aquí cambia su rumbo hacia el este y llega a las inmediaciones de Champotón y Escárcega, Campeche, siguiendo el contorno del Golfo de México en sus porciones suroeste y sur. Colinda al norte con el Golfo de México, al este con la provincia Península de Yucatán, al sur con las provincias Sierras de Chiapas y Guatemala, Cordillera Centroamericana y Sierra Madre del Sur, al oeste con el Eje

Neovolcánico. Abarca parte de los estados de Veracruz-Llave, Tabasco, Campeche, Oaxaca y Chiapas. A diferencia de la Llanura Costera del Golfo Norte, ésta es una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país, que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. Sus principales ríos son: Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta, estos dos últimos se unen cerca de Frontera Tabasco, donde tienen desembocadura común. La mayor parte de su área, excepción hecha de la discontinuidad fisiográfica de Los Tuxtlas y algunos lomeríos bajos, está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial. La principal interrupción a la unidad de su morfología es la discontinuidad antes mencionada. Dominan los climas cálidos subhúmedos y húmedos, la vegetación se ajusta a los regímenes de humedad, con selvas medianas perennifolias y altas subcaducifolias en las partes menos húmedas y altas perennifolias en las más húmedas. Dentro de Oaxaca la provincia abarca 7.21% de la superficie estatal, por medio de fracciones de la subprovincia Llanura Costera Veracruzana

IV.2.1.3 Geología

En el SAR se encuentran seis unidades geológicas:

Cuadro 5. Unidades geológicas en el SAR

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema	Superficie (Ha)	Porcentaje
K(Ms)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Metamórfica	Metasedimentaria	Mesozoico	Cretácico	9091.17	14.87
Ki(cz)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	7012.41	11.47
Ti(Ig ea)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Cenozoico	Paleógeno	197.21	0.32
Ti(Ig ei)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Cenozoico	Paleógeno	0.01	0.00
Q(s)	SUELO	N/A	N/A	Cenozoico	Cuaternario	42777.55	69.99
K(Ig ia)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Mesozoico	Cretácico	2044.80	3.35

El estado de Oaxaca presenta las características geológicas más complejas del país, debido a la serie de eventos tectónicos superpuestos que han ocurrido en su territorio a lo largo del tiempo geológico y que generaron, por consecuencia, una gran diversidad de unidades litológicas aflorantes. Desde el Proterozoico Tardío, la región fue afectada por eventos que definieron tres procesos geomorfológicos sobresalientes: el más importante, que originó las montañas complejas de la Sierra Madre del Sur, constituidas por rocas

metamórficas, volcánicas e inclusive sedimentarias de origen marino y continental, afectadas en su conjunto por cuerpos batolíticos; el segundo en importancia, consiste de montañas bajas y lomeríos de rocas sedimentarias, plegadas por efectos de diversos grados de tectonismo; el tercer elemento geomorfológico, lo constituye un paisaje volcánico de lomeríos, producto de derrames y material piroclástico. Las sierras altas se caracterizan por riscos y escarpes disectados por profundos cañones y barrancos, observándose en las de origen marino, la presencia de un sistema cárstico que ha labrado dolinas y sumideros. Las montañas bajas y lomeríos presentan mesetas disectadas ocasionalmente por angostos cañones, desde donde las elevaciones disminuyen en forma paulatina hasta formar planicies sedimentarias que constituyen la faja costera en el sur de la entidad. En la entidad se tienen afloramientos metamórficos extensos, ampliamente distribuidos, son del Precámbrico al Cenozoico (Terciario); en diversas zonas del estado, se presentan rocas ígneas intrusivas y extrusivas, las cuales son del Paleozoico al Cenozoico (Terciario); mientras que los afloramientos de unidades sedimentarias se distribuyen en forma de promontorios aislados en todo el territorio estatal, su edad varía desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. Por último, los depósitos recientes (suelos) se disponen sobre todo como planicies costeras, valles intermontanos, planicies aluviales y valles fluviales.

IV.2.1.4 Edafología

En el SAR se reportan 9 unidades de suelos:

Cuadro 6. Unidades edafológicas dentro del SAR

Clave	Suelo primario	Subsuelo primario	Suelo secundario	Subsuelo secundario	Suelo terciario	Subsuelo terciario	Clase Textural	Fase física	Superficie (Ha)	Porcentaje
Be+I+ Ao/2/L	Cambisol	eútrico	Litosol		Acrisol	ótrico	Media	Lítica	259.49	0.42
I+Hh/2	Litosol		Feozem	háptico			Media		12854.50	21.03
Bc+Lc /2/L	Cambisol	crómico	Luvisol	crómico			Media	Lítica	10093.83	16.51
Re+H h/2/L	Regosol	eútrico	Feozem	háptico			Media	Lítica	3359.52	5.50
Be+B c/2	Cambisol	eútrico	Cambisol	crómico			Media		14732.73	24.10
Vc+G v/3	Vertisol	crómico	Gleysol	vítico			Fina		6788.81	11.11
Vc+B v/3	Vertisol	crómico	Cambisol	vítico			Fina		1214.54	1.99
Vc/3	Vertisol	crómico					Fina		11685.29	19.12
Zg/3/n	Solonchak	gléyico					Fina		134.44	0.22

A Continuación, se describen las generalidades de los de mayor porcentaje de cobertura en el SAR.

a) Cambisoles

Suelos que se caracterizan por presentar un horizonte B cámbico; el horizonte cámbico es un horizonte alterado que se encuentra por lo menos a 25 cm de la superficie, su color es semejante al del material parental que le da origen, pero con más estructura de suelo que de roca, pues tiene consistencia friable y sin acumulación significativa de arcilla. El horizonte superficial es un horizonte A ótrico o un horizonte A úmbrico de color oscuro,

contenido de materia orgánica mayor de 1%, bajo contenido de nutrientes para las plantas y PH ácido. Este tipo de suelos ocupa 16.18% de la superficie estatal y son de origen residual formados a partir de rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, como también de origen aluvial, y se encuentran en topoformas de sierras, lomeríos, valles y llanuras, en las que se presentan muy diversos climas. Tienen algunas limitantes, 34.72% con fase lítica, 32.17% con fases gravosa y pedregosa, y 33.11% no tienen ninguna limitante. En la entidad existen varios tipos de cambisoles: éutricos, crómicos, calcicos, húmicos, dístricos, vérticos y ferrálicos. Los cambisoles éutricos en el estado comprenden 72.11% de los cambisoles, y presentan únicamente la característica distintiva de la unidad, el horizonte B cámbico. Tienen un horizonte A ócrico y saturación de bases de 50% al menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie y no son calcáreos a esta profundidad.

b) *Litsoles*

Son suelos menores de 10 cm de profundidad que están limitados por un estrato duro, continuo y coherente. La delgada capa superficial es, por definición, un horizonte A ócrico. Ocupan 20.04% de la superficie estatal, principalmente en topoformas de sierras de la porción noroeste y suroeste del estado. Tienen variaciones de texturas gruesas (arena migajosa), medias (migajón arenoso, franca, migajón arcilloso) hasta finas (arcilla), por lo cual el drenaje interno varía de rápido a lento. Los colores que muestran son pardo oscuro, pardo grisáceo oscuro y negro, y los contenidos de materia orgánica van de moderados a extremadamente ricos (2.0-10.3%). La capacidad de intercambio catiónico está entre baja y muy alta y el pH fluctúa de ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6.1-7.4). El complejo de intercambio se encuentra saturado con cantidades muy bajas de sodio (0.1 meq/100 g), bajas de potasio (0.2-0.4 meq/100 g), moderadas a muy altas de calcio (5.6-30.0 meq/100 g) y bajas a moderadas de magnesio (0.5-2.8 meq/100 g).

c) *Regosoles*

Estos suelos ocupan el primer lugar de dominancia con 33.09% de la superficie estatal. Se caracterizan por presentar un horizonte A ócrico, o bien, un horizonte gléyico a más de 50 cm de profundidad. Cuando la textura es arenosa, estos suelos carecen de láminas de acumulación de arcilla, así como de indicios del horizonte cámbico u óxico. No están formados de materiales producto de la intensa remoción del horizonte superior, en solución o suspenden. Son de origen residual formados a partir de rocas de muy diversa naturaleza: ígneas intrusivas ácidas, metamórficas, volcanoclásticas y sedimentarias, como también de origen aluvial a partir de sedimentos recientes; todos estos materiales conforman topoformas de sierras, lomeríos, mesetas y valles, en los que predominan muy diversos climas desde cálidos húmedos, pasando por los templados, hasta climas secos. Se distribuyen en gran parte de la porción occidental y en áreas serranas colindantes con el estado de Chiapas. De estos suelos, 93.01% están limitados por fase lítica, 0.48% por fase gravosa y 0.30% por fase pedregosa; los que tienen limitantes químicas (fase salina y fase sódica) comprenden 1.58%, mientras que los profundos sin ninguna limitante comprenden 4.64%.

d) *Vertisoles*

Del latín *vertere*, voltear. Literalmente, suelo que se revuelve o que se voltea. Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible

en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas, y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Su color más común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México y de color café rojizo hacia el norte del país. Su uso agrícola es muy extenso, variado y productivo. Ocupan gran parte de importantes distritos de riego en Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz. Son muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza. En estos suelos se produce la mayor parte de caña, cereales, hortalizas y algodón. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización. Su símbolo es (V).

IV.2.1.5 Hidrología Superficial y Subterránea.

e) Hidrología superficial

En el SAR localizamos una región, una cuenca y tres subcuencas hidrológicas.

Región	Cuenca	Subcuenca	Superficie (Ha)	Porcentaje
RH 22 TEHUANTEPEC	L. SUPERIOR E INFERIOR	L. Superior e Inferior	45834.89	74.99
		R. Chicapa	6654.78	10.89
		R. Perros	8633.48	14.12

- Región Hidrológica 22, Tehuantepec (RH-22)

Esta región está incluida totalmente dentro del estado, drena un área que representa 19.23% de territorio estatal, incluye gran parte de la región del Istmo de Tehuantepec y corresponde a la vertiente del Océano Pacífico; colinda al norte con las regiones hidrológicas Papaloapan (RH-28) y Coatzacoalcos (RH-29); al sur con la RH-21 Costa de Oaxaca (Puerto Ángel) y con el Golfo de Tehuantepec; al oeste con la RH-20 Costa Chica-Río Verde; mientras que al este con la Región Hidrológica Costa de Chiapas (RH-23), además de internarse al estado de Chiapas. Se encuentra dividida en dos cuencas: Lagunas Superior e Inferior (A) y Río Tehuantepec (B), esta última enclavada en su totalidad en la entidad; la infraestructura civil desarrollada para la utilización del agua superficial consiste en la presa de almacenamiento Presidente Benito Juárez, 10 presas derivadoras y 32 plantas de bombeo.

- Cuenca lagunas superior e inferior (A)

Comprende parte de los extremos sureste y sur de las sierras Juárez y Atravesada, respectivamente, se extiende a lo largo de la planicie costera del Golfo de Tehuantepec hasta la línea de costa; ocupa un área equivalente al 8.51% de territorio oaxaqueño; colinda al norte con la cuenca Río Coatzacoalcos (B) de la RH-29, al sur con el Golfo de Tehuantepec, al oeste con la cuenca Río Tehuantepec (B) de esta misma RH-22, mientras que al este con la cuenca Mar Muerto (D) de la RH-23, además de penetrar a Chiapas. En promedio la cuenca recibe precipitación del orden de 1 500 mm que equivalen a un volumen de 8 588.95 Mm³, de esta agua 18.25% escurre, es decir 1, 567.48 Mm³. En la Sierra Atravesada dominan los suelos de fase lítica y las unidades rocosas de baja permeabilidad, en general la vegetación es densa con precipitación que varía de 1 500 a 2 000 mm, la interrelación de estos factores genera escurrimientos que

caen dentro del intervalo de 20 a 30%; en gran parte de la planicie costera se localizan áreas con escurrimientos que caen dentro del rango de 10 a 20%, en ellas la permeabilidad varía de media a baja, la vegetación es de densidad media y las isoyetas oscilan entre los 1 000 y 1 500 mm; finalmente las unidades de escurrimiento que corresponden al intervalo 5 a 10% comprenden las zonas que rodean las lagunas Superior e Inferior, donde la permeabilidad varía de media a alta y los registros de precipitación oscilan entre 1 000 y 1 200 mm. El río Los Perros es el más importante dentro de esta cuenca, es un río maduro con 102.6 km de longitud; nace cerca del parteaguas de la Sierra Mixe a 1 380 msnm, baja con pendiente de 0.0135 y rumbo general sureste, pasa por importantes poblados de la región como Ciudad Ixtepec y Juchitán de Zaragoza, para finalmente desembocar en la Laguna Superior; sus afluentes principales son numerosas corrientes intermitentes que se incorporan a lo largo de su recorrido; durante el periodo 1948-1992 la Estación Hidrométrica Ixtepec registró volúmenes anuales del orden de 95.96 Mm³, que equivalen a un gasto de 3.04 m³/seg. El río Chicapa nace en la Sierra Atravesada a una altitud de 1 500 m donde recibe el nombre de río Espíritu Santo, drena un área aproximada de 634 km², con dirección este-oeste pasa por San Miguel Chimalapa, posteriormente cambia de rumbo hacia el sur a través de una trayectoria sinuosa, cruza por las poblaciones Santo Domingo Ingenio y Unión Hidalgo, finalmente desemboca en la Laguna Superior; según datos de la Estación Hidrométrica Chicapa durante el periodo 1948- 1993 el volumen medio anual de este río es de 183.79 Mm³ que representa un gasto medio de 5.82 m³/seg. Otro río importante dentro de la cuenca es el Ostuta, también nace en la Sierra Atravesada a 1 400 msnm, drena 1 319 km² del distrito Juchitán, presenta dirección con rumbo suroeste hasta desembocar en la Laguna Inferior, recibe por margen izquierda al río Zanatepec, su afluente más importante; antes de esta unión se colocó la Estación Hidrométrica Ostuta que durante el periodo 1948-1993, registró un volumen medio anual de 477.42 Mm³, que representan un gasto medio anual de 15.13 m³/seg; la Estación Hidrométrica Zanatepec, que mide el caudal de la corriente del mismo nombre, registró 117.54 Mm³ de volumen medio anual y 3.72 m³/seg de gasto medio (periodo 1954-1993). Las obras hidráulicas más importantes dentro de la cuenca son tres presas derivadoras, una construida sobre el cauce del río Los Perros, otra en un afluente de éste, localizado al noroeste de Ciudad Ixtepec, y la tercera, construida sobre el cauce del río Chicapa. Al norte de Santo Domingo Ingenio; en conjunto derivan un volumen anual de 168.19 m³/seg benefician una superficie de 2 787 hectáreas

f) *Hidrología subterránea*

Cuadro 7. Unidades subterráneas dentro del SAR

Hidrología subterránea (descripción de la unidad)	Superficies	Porcentaje
Cenozoico superior volcánico (mioceno a reciente). Rocas volcánicas (lavas, brechas y tobas). Principalmente basálticas y andesíticas. Permeabilidad media a alta (localizada).	268.76	0.44
Cretácico superior. Rocas sedimentarias marinas predominantemente arcillosas (lutitas, limolitas y calizas arcillosas). Permeabilidad baja (localizada).	4496.29	7.36

Mesozoico, paleozoico y precámbrico. Rocas metamórficas: esquistos, cuarcitas y gneiss. Permeabilidad baja (localizada).	7487.66	12.25
n/a	498.57	0.82
Pleistoceno y reciente. terrazas marinas, gravas, arenas y limos. Depositos aluviales y lacustres. permeabilidad media a alta (generalizada)	42171.18	68.99
Triasico-jurasico. Limolitas arcillo arenosas, areniscas y conglomerados limoarcillosos. Permeabilidad baja (localizada).	6200.69	10.14

IV.2.2 Aspectos bióticos

En esta sección se describe todo lo relacionado con los seres vivos, tanto de flora como de fauna y de las interacciones entre ellos, para describir y analizar en forma integral el sistema ambiental regional (SAR)⁴ que constituye el entorno del proyecto. Los componentes abióticos (IV.2.2.1) y los bióticos se interrelacionan entre sí y se requieren unos a otros para el desarrollo de los ecosistemas; las características particulares de cada uno proveen por su parte de diversidad y originalidad a cada ecosistema existente en la zona del proyecto y colindancias.

Partiendo de la identificación de las especies y de los principales procesos biológicos de sus comunidades o de sus poblaciones, se determinó y analizó la calidad ambiental del SAR en lo general, y de la LC donde incidirá el proyecto, empleando indicadores que permitieron corroborar los resultados del análisis para dar un seguimiento ambiental al proyecto. Fue necesario y relevante caracterizar la condición actual de los componentes bióticos de los ecosistemas en la zona de estudio y los procesos ecológicos asociados a los mismos, de forma tal que se construyó una “línea cero” del estado de conservación o integridad funcional actual, debido a los diferentes usos del suelo que han determinado diferentes agentes antropogénicos como principal motor de cambio.

En la siguiente sección se describe la metodología empleada para el levantamiento de información en campo y los resultados obtenidos; en cada sección se detalla cada punto de manera descriptiva- fotográfica, con la finalidad de evidenciar los trabajos realizados y las condiciones ambientales que se presentan actualmente en la zona de estudio.

IV.2.2.1 Vegetación

a) Metodología

La finalidad de este apartado es mostrar la metodología que se llevó a cabo para el levantamiento de información en campo y gabinete, para evidenciar y generar soporte

⁴ Límites concretos y con base a criterios relevantes, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

ambiental que logrará identificar, describir y valorar las condiciones actuales en la zona de estudio y colindancias, para constituir uno de los criterios básicos que ayudaron a realizar su análisis ecológico desde diversas perspectivas ambientales. Dichas actividades fueron enfocadas a alcanzar los objetivos siguientes:

1. Conocer el uso actual del suelo y tipos de vegetación (USVEG) que se encuentran en la zona de estudio y aquellos que se distribuyen de manera colindante, además de los que serán directamente afectados por los trabajos del proyecto, con la finalidad de conocer su ecología, la condición sucesional, así como la contribución de cambio antropogénico que presentan actualmente.
2. Análisis cualitativo y cuantitativo de la composición florística, formas de vida dominantes, cuya información sirva, entre otros, para mostrar la clasificación taxonómica de las diferentes familias, géneros y especies identificadas *in situ*, para conocer la proyección de su integración a la comunidad biótica en la zona de estudio.
3. Utilizar indicadores ambientales para reflejar el estado del medio biótico como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones, para tomar en cuenta medidas de protección y conservación; resulta especialmente importante el origen florístico de las especies nativas e introducidas, la presencia de especies pioneras al disturbio, aquellas que presentan relevancia ecológica y aquellas que presentan algún régimen de protección y/o conservación en materia legal de acuerdo con la normatividad ambiental vigente (NOM-059-SEMARNAT-2010), para conocer si se afectarán especies o poblaciones de estas con alguna categoría de riesgo y el grado de afectación que podría ocurrir en ellas por la implementación del proyecto.
4. Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad: La riqueza específica basada en la cantidad de especies presentes y la estructura que mide la abundancia proporcional.

La metodología empleada para fines de este documento se divide en dos fases, el trabajo de campo y gabinete, donde cada una de las actividades realizadas fue enfocada a alcanzar los objetivos planteados.

0

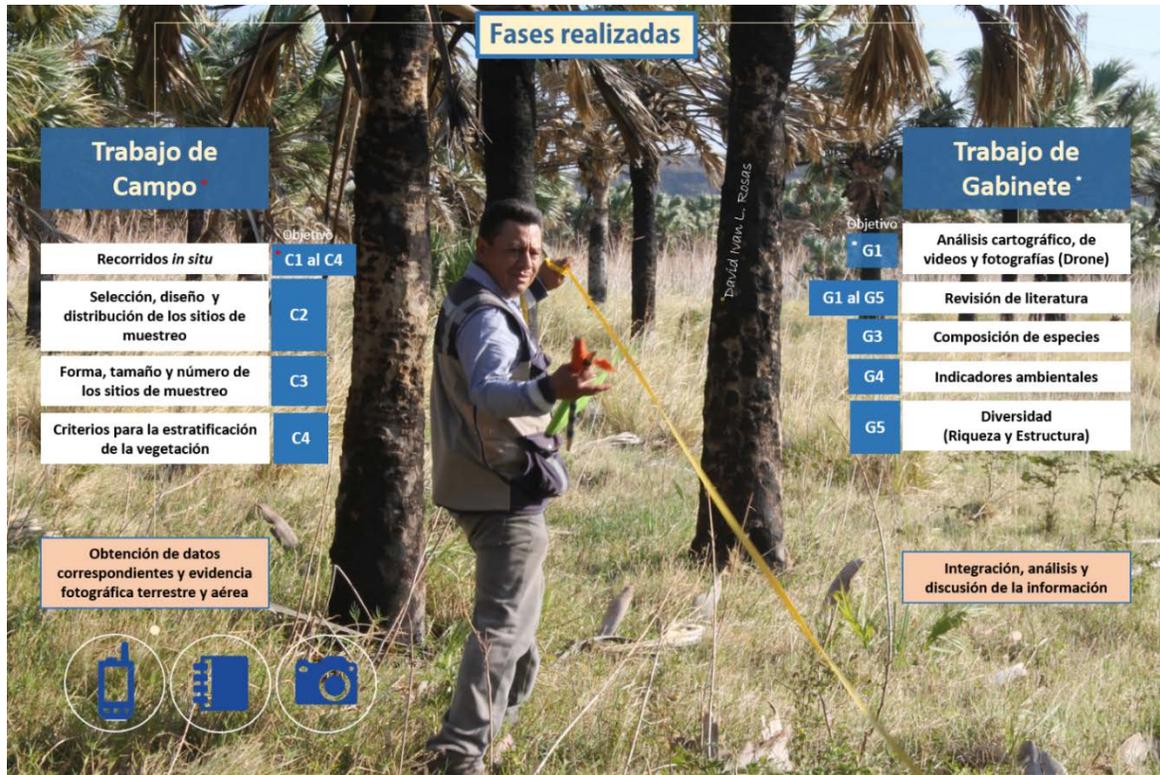


Figura 10. Esquema que muestra las fases realizadas para el levantamiento y procesamiento de la información.

La descripción de cada una de las actividades realizadas se muestra a continuación con base a la letra y numeración de los distintos -objetivos- que se presenta en el esquema anterior, comenzando con el trabajo de campo y posteriormente gabinete.

Recorridos *in situ* (C1 al C4): Se realizó una visita a campo para conocer las condiciones ambientales; para ello, resultó importante el reconocimiento del terreno. Previo a la salida de campo se utilizaron y consultaron sistemas de información geográfica (SIG) e imágenes satelitales, para la generación de mapas preliminares, para conocer la ubicación espacial del proyecto, como principal marco de referencia y tener una base sólida de estudio; además se tomaron fotografías a nivel de paisaje y de las especies observadas durante los recorridos realizados y sitios de muestreo, con la finalidad de mostrar evidencia fotográfica-descriptiva de las condiciones ambientales actuales que se presentan en superficies del proyecto (DDV de la L.T., SET -Ixtepec Potencia y S.E. SET.), SAR y AI.



Figura 11. Recorridos realizados en el SAR, AI y (DDV de la L.T., SET - Ixtepec Potencia y S.E. SET.).



Figura 12. Fotografías tomadas *in situ* de las especies observadas y a nivel de paisaje.

Selección, diseño y distribución de los sitios de muestreo (C2): En la mayoría de estudios relacionados a la vegetación no es práctico y resulta imposible enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por ello, hay que realizar muestreos de la misma y así estimar el valor de los parámetros de una población (Mateucci y Colma, 1982). Considerando lo anterior, para determinar el diseño de los sitios de muestreo, se realizó un muestreo dirigido; ya que los muestreos fueron dirigidos en algunas superficies que presentaran únicamente cobertura forestal. El muestreo dirigido consiste en seleccionar las unidades elementales de la población según el juicio de los evaluadores, dado que las unidades seleccionadas gozan de representatividad (Newton, 2007).

El muestreo dirigido bien manejado puede ser de mucha utilidad; es aconsejable usar el muestreo dirigido para los estudios pilotos o de sondeo. La confiabilidad de los resultados muestrales en éste depende, en gran medida de la calidad de los conocimientos o del juicio del evaluador. Para la ubicación de los sitios de muestreo, se determinó en función de las características representativas de los mismos, tales como: el estado de conservación de la vegetación natural y la heterogeneidad de la vegetación. Un mayor grado de conservación hace a un punto elegible por sobre de los que presentan un grado de conservación menor.

Como bien señalan Romahn, V., C. F. y Ramírez, M. H. (1994), el diseño de muestreo debe ser acorde con los objetivos del inventario forestal, y estar determinado por la clase de unidades de muestreo, su tamaño y forma, seguido por los procedimientos de medición en las unidades seleccionadas y el análisis de los datos resultantes.

Por otra parte, los mismos autores señalan que para determinar la forma de los sitios de muestreo se deben considerar, básicamente, los problemas prácticos que se puedan presentar al delimitar directamente en el campo, las diferentes formas factibles de uso, los objetivos mismos del inventario, la zona por inventariar, etcétera, y en ese sentido los sitios de muestreo pueden tener la forma que más convenga a las posibilidades y tiempo disponibles, de tal manera que se pueden tener sitios cuadrados, rectangulares, circulares, triangulares, romboidales, irregulares, principalmente.

Cabe señalar, que estos autores indican que de las formas antes referidas, los cuadrados son los que menos se han utilizado, la razón es que, para delimitarlos en el terreno es necesario trazar el cuadro “a rumbo y distancia”, el cual, muchas veces, en terrenos accidentados “no cierra”, modificándose de esta manera la superficie establecida para el sitio, cuando se trata de sitios relativamente grandes, ya que en superficies de sitios pequeños (100 m²) puede considerarse que la delimitación se hace sin mucho riesgo de error.

Por otra parte, con relación a los sitios rectangulares, los autores indican que estos son recomendables principalmente para inventarios en bosques de clima cálido-húmedo, por la gran cantidad de vegetación que se presenta en este tipo de climas y porque levantar o establecer un sitio circular sería muy tardado. En ese sentido, se contempló viable el uso de sitios circulares, principalmente porque estas parcelas son preferidas a las cuadradas o rectangulares debido a que, al tener un perímetro menor, se reduce el error de incluir o excluir individuos en la periferia de la parcela. Este método es muy usado para inventarios forestales por ser fácil de establecer y evaluar, solo se requiere elegir un punto en el centro, sobre el cual se tira una línea o cuerda con una distancia preestablecida que corresponde al radio de una circunferencia. Entre las ventajas, en comparación con los sitios cuadrangulares y rectangulares se enlistan las siguientes:

- Su gran popularidad radica en la relativa facilidad para delimitarlos, ya que una vez establecida la posición de su centro basta con “lanzar” radios desde éste hacia la periferia; generalmente se “lanzan” de 6 a 10 radios en zonas con una densidad de arbolado alto y menos de 6 en densidades baja.
- Los tamaños o superficies más adecuadas para un sitio circular estarán en función de lo que se quiera evaluar.

- En muestreos al azar, la ubicación de los círculos que constituyen la muestra se realiza con base en eventos aleatorios que distribuyen los sitios sin un orden preestablecido.

Adicional a lo anterior, se debe indicar que para este tipo de unidades de muestreo se registra exclusivamente la coordenada central de cada sitio de muestreo y se deja la marca correspondiente, evitando tomar coordenadas en cada uno de los vértices de los sitios rectangulares o cuadrangulares, con lo cual se disminuye la incertidumbre del error de precisión al momento de alimentar del Sistema de Información Geográfica del Proyecto.

Por otro lado, se utilizaron imágenes satelitales de Google Earth, SIG y fotografías terrestres para identificar el USVEG que se distribuye en la zona de estudio realizando recorridos *in situ*. El diseño de muestreo fue dirigido y dentro de cada sitio fue estratificado en base a las diferentes formas de vida. Las mediciones de las variables de interés se llevaron a cabo en los sitios de muestreo distribuidos con arreglo a un modelo fijo. Esta metodología es preferida no solo porque permite detectar variaciones dentro de cada estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo), sino también por su aplicación más sencilla en el campo; y según el patrón espacial de los individuos ofrece una mejor estimación que el muestreo sin estratificar.

Forma, tamaño y número de los sitios de muestreo (C3): Después de revisar detalladamente la selección, diseño y distribución de los sitios de muestreo, se consultó la metodología empleada por el Inventario Nacional Forestal (Manual y procedimientos para el muestreo de campo, 2013), y así determinar la superficie de cada sitio de muestreo. Se establecieron un total de (10) sitios de muestreo, por medio de parcelas circulares en superficies del proyecto y (10) sitios a nivel de sistema ambiental regional, en ambos casos con una superficie de 500 m² (radio = 12.62 m), dando una superficie para cada sitio de (0.05 ha), esto se definió de acuerdo a los tipos de vegetación observados (VSa/SBC, VSa/SBK y VPI), las características del proyecto en su área de afectación a la vegetación de manera temporal y permanente dentro del (DDV de la L.T. y SE. SET.). y a la escasa vegetación que se presenta en forma de manchones de manera aislada y dispersa.

Cabe destacar, que dentro de cada parcela de muestreo las superficies fueron subclasificadas en tres subsitios, con la intención de muestrear los diferentes estratos observados dentro de los 500 m². Las unidades de muestreo utilizadas fueron las siguientes:

- Sitio circular de 0.05 ha, (500 m²), con un radio de 12.62 m. En esta unidad se contabilizaron, marcaron, midieron y registraron todos los individuos arbóreos cuyo diámetro normal (diámetro de fuste principal a una altura de 1.30 m sobre el suelo) sea mayor a 5 cm, donde se registraron datos como el DAP, altura, diámetro de copa mayor y el diámetro de copa menor.
- Sitio circular de 0.04 ha (400 m²), con un radio de 11.28 m. Esta unidad queda circunscrita en un segundo sitio dentro de la unidad de 500 m², donde se contabilizaron, midieron y registraron todos los individuos arbustivos cuyo diámetro normal (diámetro de fuste principal a una altura de 1.30 m sobre el suelo) sea

menor a 5 cm, además de las cactáceas observadas, donde se registraron datos como el DAP, altura, diámetro de copa mayor y el diámetro de copa menor.

- Sitio circular de 1m². En el centro de cada parcela de 500 m², se circunscribe como un tercer sitio, donde se contabilizaron y registraron todos los individuos herbáceos, donde se registraron datos como número de individuos y altura.

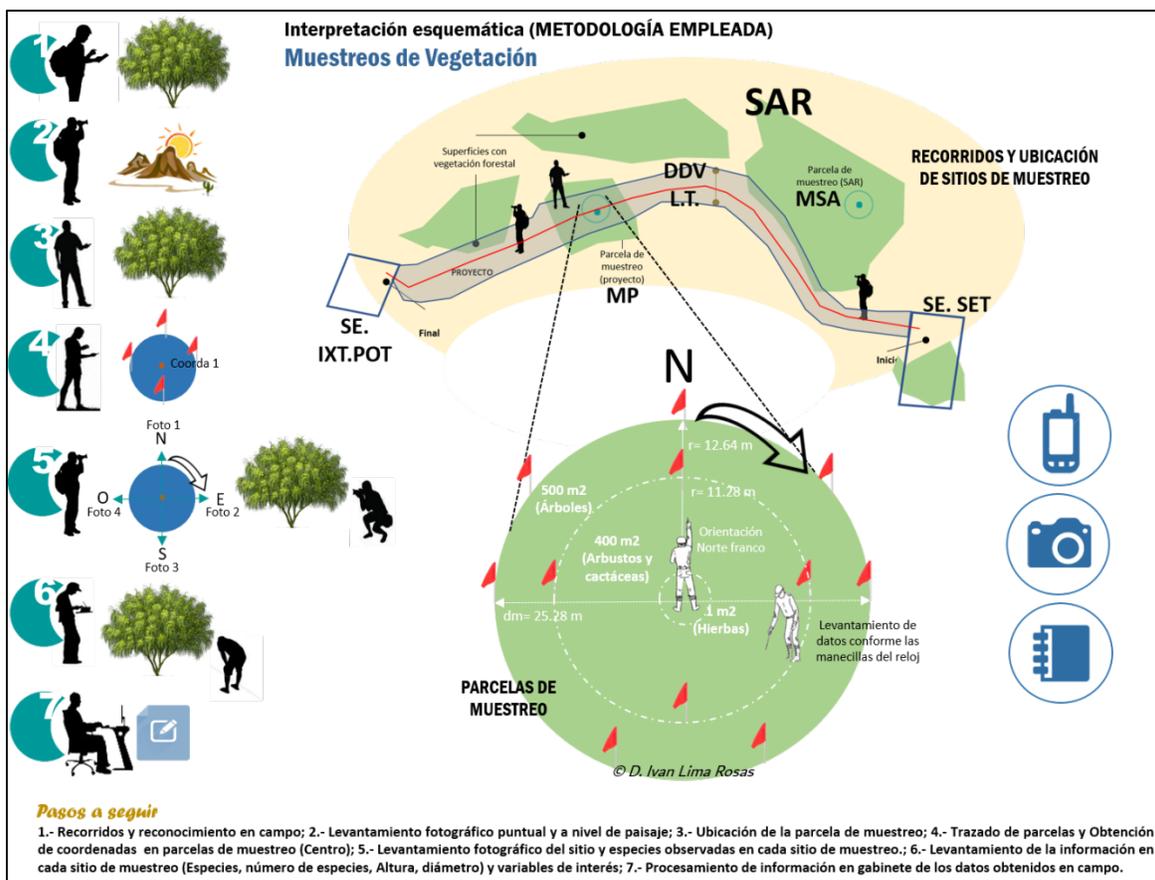


Figura 13. Esquema ilustrativo que representa la metodología empleada para el levantamiento de información en campo.

Para el registro de los datos correspondientes se consideraron algunos aspectos antes de iniciar con el levantamiento de la información. Se llegó a cada sitio que presentaba vegetación (SAR/DDV L.T. SET- Ixtepec Potencia y SE. SET), mediante el empleo de posicionadores geográficos (GPS - eTrex 30 GARMIN), ubicando cada sitio de muestreo por medio de un punto central de referencia, con la ayuda de una brújula se orientó el norte franco y posteriormente se realizó el marcado físico de la parcela con el apoyo de una cinta métrica que facilitaran las actividades; así mismo, se utilizaron algunos banderines que fueron enterrados en los límites de cada sitio y subsitio para delimitar cada estrato y facilitar la delimitación. El conteo y numeración de las especies se inició del centro del sitio hacia fuera (orientación norte franco) y con sentido de las manecillas del reloj. En cada sitio el centro fue marcado y se tomaron coordenadas, para facilitar el reconocimiento y su ubicación espacial; debido a que se realizaron muestreos en superficies a nivel del proyecto y SAR, se determinaron las siguientes claves: MPn= Muestras proyecto, n=número de muestreo y MSAn= Muestras sistema ambiental regional, n=número de muestreo.



Figura 14. Se llegó a cada sitio de muestreo mediante empleo de GPS; se ubicó el centro en cada sitio de muestreo y se obtuvieron coordenadas.



Figura 15. Con la ayuda de una brújula se ubicó el Norte franco partiendo del centro marcado en cada sitio y posteriormente con la ayuda de una cinta métrica se delimitó la parcela.



Figura 16. Trazado de parcelas de muestreo de 500 m², 400 m² y 1 m², para levantar información de árboles/arbustos (incluye cactáceas) /herbáceas, mediante el empleo de banderines que facilitaron el reconocimiento y límites de cada superficie considerada en cada sitio de muestreo,

Para identificar claramente el centro de cada parcela se marcó un árbol de referencia mediante el uso de aerosol, cinta plástica y etiquetas que contienen la información de cada sitio de muestreo.



Figura 17. Marcado con aerosol en el centro de cada parcela, colocación de cinta plástica y etiquetas de identificación de cada sitio.

Posteriormente se inició el marcaje mediante numeración consecutiva de las especies con diámetros mayores o igual a 5 cm, partiendo del norte franco conforme las manecillas del reloj, se utilizó aerosol de color llamativo para identificar cada especie registrada y no realizar dobles conteos.



Figura 18. Cada especie con diámetros mayores o iguales a 5 m registrada dentro de la parcela de muestreo fue marcada con aerosol, asignándole un número consecutivo.

Conforme se marcaban y registraban datos de las especies observadas, con una cinta diamétrica se midió y registro la vegetación dentro de los (500 y 400 m²) cuyo diámetro normal (DAP) de los arboles a una altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo, fuera igual o mayor a 5.0 cm, para arbustos se tomaron en cuenta aquellos diámetros menores a 5.0 cm y dentro de 1m² se registraron únicamente datos como la especie observada, número de individuos y altura; Cabe destacar que para el caso de algunos árboles y arbustos se sumaron los diámetros ya que presentaban ramificaciones desde la base; así mismo, se levantaron datos de cada individuo como: la altura total (m), nombre común e identidad taxonómica (en caso de conocerla) y fotografías de las especies observadas.



Figura 19. Medición y registro de especies dentro de cada parcela de muestreo; medición de diámetros, cobertura de copa, obtención de alturas, conteo de individuos y especies.



Figura 20. Conteo, registro y obtención de datos correspondientes de las especies observadas dentro de cada estrato y sitio de muestreo.

Finalmente, en cada sitio de muestreo para poder evidenciar el levantamiento de la información en campo se tomaron fotografías a partir del centro de cada sitio hacia los cuatro puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste); esto con la finalidad de mostrar las condiciones en cuanto a cobertura se refiere de la vegetación existente, la espacialidad de las especies, la composición y la estructura actual en cada sitio muestreado.



Figura 21. Fotografías tomadas en cada parcela de muestreo con distinta orientación (Norte, Sur, Este y Oeste) y de las coordenadas del centro en cada sitio de muestreo.

Criterios para la estratificación de la vegetación (C4): Existen algunos parámetros de tipo estructural que definen la fisonomía de una comunidad vegetal (Shimwell, 1971). En este sentido, la forma de vida, denomina también forma de crecimiento o tipo biológico, se entiende en general la forma o estructura que presenta una especie y es el producto de las condiciones ambientales y de las estrategias adaptativas y evolutivas de las plantas. Cada forma de vida se distingue de otra, a través de características tales como su posición en la estratificación, tipo de ramificación, periodicidad (siempre verde, semidecídua, decidua) y tipo de hoja (tamaño, forma y textura), ejemplo de ello, los árboles, arbustos (incluye cactáceas), herbáceas, etc.

Diversos sistemas de clasificación de formas de crecimiento se han realizado. Esta variación se debe a que diversos autores (Raunkiaer, 1934; Braun Blanquet, 1932; Durietz, 1931; Whittaker 1962; Sherve, 1951), han considerado diferentes criterios al efectuar las clasificaciones, lo cual define caracterizaciones particulares de los tipos biológicos; tales criterios dependen, principalmente, de la zona geográfica y ecológica en la que se encuentre el autor. Con base en lo anterior, se propone un sistema para identificación de formas de vida basado en Sherve (1951) y adaptado para la zona en estudio, además la estratificación fue tomada en cuenta por los diámetros de las especies más que por la altura.

Árboles (AR): (*Deciduos de hoja ancha, siempre verdes de hoja ancha y leguminosas pinnadas*).

En su conjunto para la zona de estudio se tomaron en cuenta todas aquellas especies e individuos con un diámetro DAP mayor o igual a 5.0 cm a una altura de 1.3 m sobre el suelo, considerando el tipo de vegetación.

Arbustos (incluye cactáceas), (AB): (*Deciduos de hoja ancha, siempre verdes de hoja ancha, leguminosas pinnadas, dicotiledóneas de hoja angosta, tallos suculentos,*

espinosos deciduos, espinosos siempre verdes, monocotiledóneas arrossetadas, tallos verdes deciduos o áfilos).

En su conjunto para la zona de estudio se tomaron en cuenta todas aquellas especies e individuos con un diámetro DAP menor a 5.0 cm a una altura de 1.3 m sobre el suelo.

Herbáceas (H1): (*Graminoides perennes, graminoides anuales y bianuales, latifoliadas herbáceas perennes y latifoliadas herbáceas anuales y bianuales*).

En este estrato fueron consideradas y agrupadas todas aquellas especies que no presentan tallos lignificados, entre las que destacan una gran cantidad de especies con hábitos ruderales y arvenses anuales y bianuales, con alturas que no sobrepasan los 1.8 m. Para este caso, se obtuvieron las especies y número de las mismas en cada subparcela de muestreo de 1 m².

Análisis cartográfico (G1): Se revisaron y consultaron datos vectoriales para el USVEG de (INEGI, Serie VI, 2016), esta información tubo un importante soporte de campo y permitió disipar dudas respecto a las coberturas asignadas por la carta; ya que algunas coberturas asignadas por INEGI no concuerdan con lo observado *in situ*. El empleo de SIG fue una herramienta bastante útil previo a la salida de campo, ya que su análisis nos permitió identificar las coberturas de USVEG que se encuentran en el DDV de la L.T., SET - Ixtepec Potencia y SE. SET.), así como en el SAR del proyecto.

Revisión de literatura (G1 al G3): La consulta bibliográfica fue sumamente importante para la realización del proyecto. Para la identificación de las especies florísticas se consultaron bases de datos y literatura especializada para la región. La información fue procesada y determinada taxonómicamente en base a la actualización más reciente (2018) empleada por The Plant List⁵. Además, la identificación de las plantas se hizo mediante comparación y consulta vía web con ejemplares de herbarios virtuales y bases de datos reconocidas como: Neotropical Live Plant Photos⁶, Dave's Garden⁷, Calphotos⁸, Irekani⁹, Neotropical Herbarium Specimens¹⁰, CONABIO y GBIF¹¹.

Composición de especies (G3): En la zona de estudio se tomaron fotografías de las especies encontradas en los sitios de muestreo, además de aquellas que resultaron de interés durante los recorridos realizados en la zona y de un sitio de muestreo a otro. Esto permitió obtener la clasificación taxonómica del total de familias, géneros y especies para conocer la proyección de su integración a la comunidad biótica del área. Un conocimiento adecuado de la comunidad biótica y de su distribución ayuda a identificar con bases firmes, los probables impactos que pudiera ocasionar el proyecto.

Indicadores ambientales (G4): Un indicador ambiental es una variable que, mediante la síntesis de la información ambiental, pretende reflejar el estado del medio ambiente, o de algún aspecto de él, en un momento y espacio determinados, y que por ello adquiere gran valor como herramienta en los procesos de evaluación y de toma de decisiones de

⁵ <http://www.theplantlist.org/>

⁶ http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/color_images.asp

⁷ <http://davesgarden.com/>

⁸ <http://calphotos.berkeley.edu/>

⁹ <http://unibio.unam.mx/irekani/advanced-search?proyecto=Irekani>

¹⁰ <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>

¹¹ <http://www.gbif.org/>

proyectos sobre los problemas ambientales. En este sentido, se tomaron en cuenta los siguientes indicadores ambientales:

- El origen florístico que representa las especies nativas para México, así como aquellas que han sido introducidas. Este indicador permitió valorar los recursos florísticos con bastante precisión, pues entrega información acerca de la calidad de las especies de un sitio dado y, por lo tanto, de su importancia como recurso biológico, ya que ellas conforman un componente integral frecuente de un área específica que se ve influenciada con el tiempo, el arribo de especies pioneras al disturbio, las condiciones del desarrollo y las alteraciones que sufren los ecosistemas a los cuales pertenecen.
- Resulta especialmente importante la identificación de poblaciones que, por sus características (de difícil regeneración, compuestas por especies endémicas o con categoría de amenazadas y en peligro de extinción) referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se lleguen a observar en la zona de estudio. Este indicador fue utilizado para conocer el estado de la biodiversidad; bajo este esquema, las especies que presenten algún estatus de conservación o protección y que representen la reducción actual o potencial de ciertas especies que habitan en la zona de estudio, además de aquellas especies que reciban impactos significativos por las distintas actividades del proyecto.

Diversidad (G5): Para evaluar la diversidad en sus diferentes componentes y niveles o escalas, se pueden utilizar índices que finalmente ayudan a resumir información en un solo valor y permiten unificar cantidades para realizar comparaciones. Sin embargo, para la aplicación de índices es necesario conocer los supuestos en los que están enmarcados para que la información generada a través de éstos pueda ser utilizada para interpretar correctamente el comportamiento de la biodiversidad, entendiéndose como el número de especies en una unidad de área que se mide a través de dos métodos: la “riqueza específica” basada en la cantidad de especies presentes y la “estructura” que mide la abundancia proporcional. Este último se clasifica en la dominancia y equidad de la comunidad (Moreno, 2001). Existen distintos tipos de diversidad: la local o diversidad α (alfa) de cada comunidad vegetal concreta del paisaje; la tasa de cambio en especies de dos comunidades vegetales adyacentes o recambio de especies, diversidad β (beta) y la diversidad (gamma) que reúne a las dos anteriores (Whittaker, 1960).

Riqueza

- **Riqueza específica:** Una manera relativamente sencilla de describir una comunidad es a través del estudio de la riqueza específica que hace referencia al número de las especies que integran la comunidad. Es un componente de la diversidad la cual permite evaluar la estructura de la comunidad concibiéndola como la suma de sus partes. En este sentido, la riqueza se obtuvo mediante el número de especies por sitio de muestreo a través de la composición de especies.

Estructura

- **Índice de valor de importancia:** El análisis estructural de la vegetación en los sitios de muestreo se basó en el cálculo de tres variables estructurales (densidad, dominancia y frecuencia), para obtener el índice de valor de importancia (IVI) para cada especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 2002). Esto permitió clasificar de

manera jerárquica la influencia o importancia de una determinada especie en la estructura de la comunidad.

Dónde:

IVI: Índice de valor de importancia (%)

IVI = Den Rel + Dom Rel + Frec Rel Den. Rel: Densidad relativa (%)

Dom. Rel: Dominancia relativa (%)

Frec. Rel: Frecuencia relativa (%)

La densidad relativa es el número de individuos por área de muestreo y expresa la proporción de una especie con respecto al total:

Dónde:

Den Rel = $(n_i / N) \times 100$

n_i = Número de individuos por especie

N = Número total de individuos de todas las especies

La dominancia relativa es la expresión del espacio ocupado por cada especie entre la sumatoria de espacios ocupados por todas las especies:

Dónde:

Dom Rel = $(G_i / G_t) \times 100$

G_i = Área basal en m^2 por especie

G_t = Área basal total en m^2 del total de muestreo

El Área Basal (AB) es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del pecho (McCune y Grace, 2002). Se calcula con la siguiente fórmula:

Dónde:

AB = $\pi \times (D^2) / 4$

π : 3.1416

D: Diámetro del árbol a la altura del pecho

La frecuencia relativa se refiere a las unidades de muestreo en la cual ocurre una especie, es decir, es una medida de la distribución. Se calcula con la siguiente fórmula:

Frec Rel = $(n_i / N) \times 100$

Dónde:

n_i = Frecuencia de la especie

N = Frecuencia de todas las especies

- **Índices de abundancia proporcional:** Tienen en cuenta las especies que están mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás. Peet (1974) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.

Índice de dominancia: Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Tiene en cuenta las especies mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás.

- **Índice de Simpson:** Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Como su valor es inverso a la equidad la diversidad puede calcularse como 1-D. La fórmula que utiliza es la siguiente:

Dónde:

D = Dominancia

$$D = 1 - \sum Pi^2$$

Pi = Abundancia proporcional de la especie i (N° de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra)

Índices de equidad: Tienen en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas.

- **Índice de Shannon-Wiener (H')**: Refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurrán, 1988). H' normalmente toma valores entre 1 y 4.5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos". Por razones que no son tan obvias como el caso de Shannon el máximo valor que puede tomar H' es el logaritmo de S, ln(S), o sea si la comunidad es completamente equitativa expresada como (H') = S. La fórmula que utiliza es la siguiente:

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

Pi = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural

$$H' = -\sum Pi * \ln^2 Pi$$

Índice de Equidad de Pielou (J): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). La equidad de Pielou se calcula de la siguiente manera:

Dónde:

J= Equidad de Pielou

$$J = H'/H' \text{ max}$$

H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener

H' max= ln (S).

S= número de especies

Finalmente se puede decir que la vegetación es un recurso natural clave para el equilibrio del ecosistema, por lo que es necesario disponer de información cualitativa y cuantitativa sobre la composición, estructura y distribución. Se considera que la caracterización ambiental es un paso hacia el entendimiento de la riqueza y estructura de la vegetación, así como la dinámica de las comunidades vegetales (Williams-Linera, 2002b). La caracterización de la vegetación fue fundamental ya que la distribución de las especies no es homogénea y el estatus de una especie puede ser rara o abundante, o tener restricciones ecológicas por algún factor (suelo, humedad, pH, etc.), (Vargas et al., 2005). La información generada constituyó una herramienta base para lograr conocer y en su caso ubicar aquellos sitios que albergan determinadas especies con un alto valor ecológico y poder así realizar propuestas de protección y conservación en caso de ser afectadas por las distintas obras y/o actividades pretendidas del proyecto. *Todos los análisis y los resultados correspondientes descritos en la metodología anterior se muestran a continuación en los resultados obtenidos.*

b) Resultados

▪ Caracterización ambiental (Patrones de distribución de la vegetación)

En la zona de estudio un factor importante a tomar en cuenta es la aparente regularidad u orden en el arreglo espacial de la vegetación que frecuentemente da como consecuencia un gradiente, que es definido como el cambio en el valor de un parámetro en particular, como la temperatura, precipitación, pH del suelo, topografía, o la posición geográfica de un lugar, que de manera combinada determinan la expresión de la diversidad biológica. El termino gradiente implica un cambio gradual unidireccional; sin embargo, el cambio puede ocurrir en unidades discretas o en pequeños incrementos continuos (Wilson et al., 1996). La geomorfología tiene que contar prioritariamente con el factor geológico que explica la disposición de los materiales, las estructuras derivadas de la tectónica y de la litología configuran frecuentemente los volúmenes del relieve de un modo más o menos directo.

La geomorfología está controlada principalmente por los efectos climáticos de la región costera del Pacífico y la naturaleza tectónica y litológica de las unidades geológicas, su ubicación geográfica del proyecto forma parte de la provincia fisiográfica Cordillera Centroamericana, subprovincia Sierras del Sur de Chiapas y Llanuras del Istmo. De manera general en la zona de estudio se presenta una topografía relativamente plana con un relieve ligeramente bajo, aunque con orientación norte del proyecto se levantan algunas elevaciones que forman parte de la sierra.

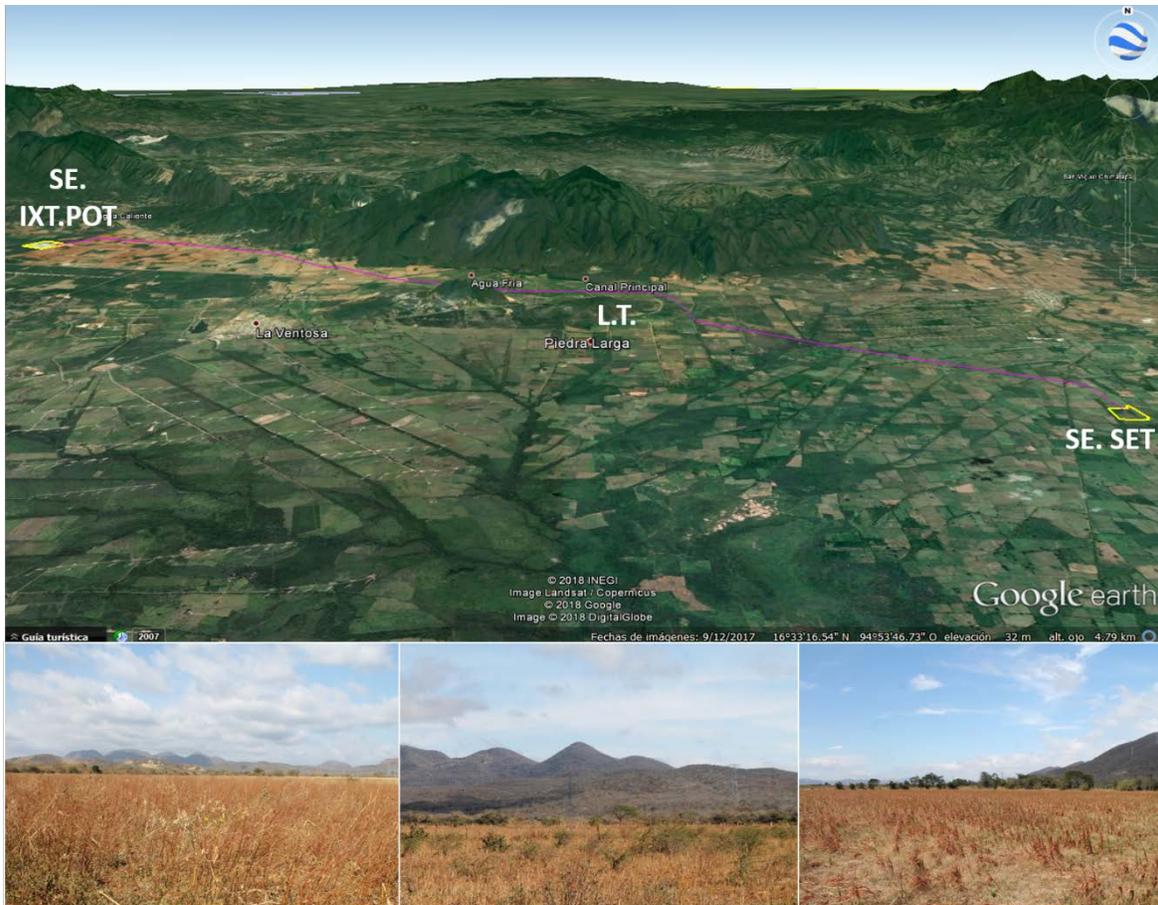


Figura 22. Relieve general que presenta la longitud total del proyecto, la mayor parte del proyecto está conformado por un relieve ligeramente bajo y plano, las únicas elevaciones pronunciadas se presentan al norte del proyecto donde se levanta parte de la sierra.

Los patrones de vegetación que se observan típicamente a lo largo de los gradientes altitudinales, son el resultado de complejas interacciones entre factores como la elevación, la humedad, efecto ladera, grado de exposición a la radiación solar y la posición en el relieve, que de manera combinada determinan la expresión de la diversidad biológica (Whittaker et al., 1967; McAuliffe, 1994; Funes & Cabido, 1995). En el gradiente altitudinal que recorre el proyecto es común el desarrollo de vegetación fragmentada, aislada y dispersa en pequeños manchones asociada a la VSa/SBC, VSa/SBK y VPI. En la zona de estudio los ecosistemas forman tipos de vegetación bien definidos en cuanto a la homogeneidad relativa de su ecología y sus afinidades florísticas, pero difieren considerablemente de un lugar a otro en lo que se refiere a su estructura, fisonomía y composición, el resultado de la topografía, clima y del tipo de suelo, como la gran variedad de formas biológicas que adoptan las plantas dominantes de cada ecotipo (Challenger, 1998).

El clima en la zona de estudio pertenece a los cálidos subhúmedos Aw0 (w); el clima mantiene el papel principal como factor determinante de la distribución en la vegetación en la zona del proyecto; tal función se debe a que este elemento no solamente actúa de forma directa sobre las plantas, sino también tiene influencia, a menudo decisiva, en los procesos de formación del suelo y del modelamiento de la topografía que afecta la distribución de microorganismos y de animales, e interfiere en los mecanismos de competencia, con lo cual ejerce controles múltiples (Challenger, 1998). En la zona de

estudio se desarrollan comunidades caducifolias en mayor medida que reflejan en su comportamiento los cambios estacionales del clima a lo largo del año, ya que se observan claramente dos condiciones contrastantes que se relacionan con las diferencias en la disponibilidad de humedad en dos épocas bien marcadas; la húmeda, en donde la vegetación luce con exuberante verdor, y la seca, en donde las plantas pierden su follaje. En ese mismo sentido, la cobertura vegetal introduce un tapiz protector en la interface atmósfera-litosfera, razón por la cual la biogeografía da claves importantes en el análisis de las geofomas y de los procesos que las modelan.

- c) Sin embargo, los tipos de vegetación observados se encuentran rodeados de una importante zona de agricultura y de pastizales cultivados, donde se observa a la vegetación remitida en gran medida a escasas áreas de vegetación densa. Además, es común observar vegetación secundaria que crece en donde el abandono de los cultivos ha originado una sucesión natural con elementos de fase inicial pioneros al disturbio. En este sentido, a grandes rasgos la zona de estudio presenta problemas ambientales de diversa índole y la mayoría de ellos derivan de la acción antrópica, entre los que destacan bastas superficies destinadas a la agricultura, pastizales cultivados para la engorda de ganado y una gran cantidad de infraestructura en operación, todo esto sin lugar a dudas, ha ejercido una presión constante a los distintos tipos de vegetación que se han visto afectados y desplazados en grandes superficies.

Referente a la infraestructura existente en la zona de estudio y colindancias próximas se encuentra una intensa red de líneas de transmisión eléctrica y parques eólicos, lo anterior, debido principalmente a que la parte sur del Istmo de Tehuantepec siempre se ha caracterizado por la predominancia de vientos fuertes y constantes, provenientes del norte, su velocidad y dirección están regulados por la latitud, topografía y relaciones locales entre continente y océano.



Figura 23. En la zona de estudio los fuertes vientos son aprovechados para la generación de energía, por ello es común observar una gran cantidad de parques eólicos, mismos que han influido en el desplazamiento de vegetación, reduciendo las superficies con cobertura forestal a pequeños parches aislados y dispersos.

La mayor presión barométrica que prevalece durante todo el año en el Golfo de México y una zona de menor presión en el Pacífico sur provoca en la zona, la predominancia de los vientos alisios del noreste. Por otra parte, la existencia de una cadena montañosa, (Sierra Atravesada) a la mitad del Istmo, con una pequeña depresión intermontana, hace que la porción sur del Istmo de Tehuantepec constituya la puerta natural de salida para las masas de aire aprisionadas por las montañas, así la zona, es atravesada por fuertes corrientes de aire del norte durante la mayor parte del año, estos vientos reciben el nombre local de " nortes ". Así los vientos superficiales de esta zona se caracterizan por provenir del norte y noreste durante todo el año y del sur en los meses de febrero a junio. Asimismo, estos vientos son constantes durante todo el día, su dirección predominante es del norte y solamente después de mediodía se siente la brisa, soplando vientos débiles del sur

- ***Descripción del USVEG en superficies del proyecto***

Para tener un acercamiento estructural sobre la descripción de la vegetación, fue necesario seguir un sistema de clasificación y descripción del hábitat, la presunción general de métodos para estudios vegetales es la complejidad de la vegetación representada por el grado de capas o estratos presentes, que puede ser comparado con la diversidad del hábitat, que a cambio favorecerá la diversidad vegetal (Rzedowski et al., 1996). Principalmente se tomó en cuenta la revisión bibliográfica de algunos estudios florísticos compatibles con el tipo de vegetación de la zona. Por otro lado, también fue conveniente consultar la clasificación basada en los esquemas de Miranda y Hernández X. (1963), Rzedowski (1978); así como también se creyó conveniente revisar la propuesta

para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México, hecha por (Medrano, 2003).

Es importante destacar, que el sistema de Rzedowski tiene, entre otras ventajas, el emplear categorías básicas y excluyentes que permiten una relativa facilidad de cartografiado y facilita la subcategorización. El USVEG tiende a variar en forma predecible dentro de una unidad de relieve y son afectados por la altitud, suelo y la inclinación siguiendo un gradiente altitudinal. La clasificación fisonómica de la vegetación ha sido la más utilizada, debido a que toma en cuenta características y elementos del paisaje que permiten definir con mayor sencillez los tipos de vegetación (Whittaker, 1970). Por estas razones, una clasificación de comunidades ecológicas terrestres basadas en la vegetación puede servir para describir las numerosas facetas (aunque no todas) de los patrones biológicos y ecológicos a lo largo del paisaje (Rzedowski, 1978). Diferenciándose con base en los elementos dominantes florística y fisonómicamente y en base a lo reportado por INEGI, (Serie VI, 2016) y lo observado directamente *in situ* en el área del proyecto y colindancias próximas, se describen a detalle los diferentes USVEG, comenzando por aquellas superficies que cubren extensas áreas en la zona.

- **(TA) Agricultura**

(Superficies “no forestales”)

La agricultura es la principal actividad en la región; por muchos años se ha visto libre de ser considerada durante mucho tiempo como una actividad con capacidad de crear impactos o efectos negativos en el ambiente. Hoy en día, este concepto de la agricultura ha cambiado enormemente al quedar demostrado que es susceptible de provocar graves daños en el entorno, su potencial dañino es incluso superior a determinados sectores industriales. Mientras no se empleen prácticas correctas durante el uso de fitosanitarios, aplicación de abonos, gestión de residuos, etc., los impactos ambientales que puede ocasionar esta actividad primaria se convierten en altamente significativos.

Estas actividades agrícolas en la zona de estudio han reflejado a través de los años un intenso cambio de uso del suelo.



Figura 24. Amplias superficies en la zona de estudio y colindancias próximas son ocupadas por terrenos agrícolas, actividad primaria en la región.

La diversidad biológica de los ecosistemas agrícolas es muy inferior a la de los ecosistemas naturales y se ve agravada por la destrucción del hombre de especies propias de ecosistemas agrícolas para que no compitan con el cultivo, se debe sumar la destrucción de ecosistemas naturales, factor que ocurre en la región por la práctica de la agricultura. Los cultivos se establecen en terrenos que previamente ocupaban los ecosistemas naturales, a su vez se ejerce una barrera entre ecosistemas naturales impidiendo que los organismos viajen de uno a otro. Entre otros beneficios las selvas ayudan a evitar la erosión, los cuerpos de agua realizan un tratamiento de depuración natural del agua del exceso de contaminantes recibidos de la actividad agrícola.

Las actividades agrícolas han reflejado a través de los años un intenso cambio. El reemplazo de ecosistemas nativos por sistemas de producción agrícola ha provocado la división del paisaje natural en partes más pequeñas. A este proceso se le denomina fragmentación y genera una matriz de parches de vegetación natural de diversos tamaños, formas, grados de modificación y de conectividad entre sí, generalmente rodeados por áreas de cultivo (Forman y Godron, 1986; Forman, 1995). Resultando la fauna silvestre afectada ya que se disminuyen los nichos ecológicos, las áreas de alimentación, de anidamiento y corredores biológicos.

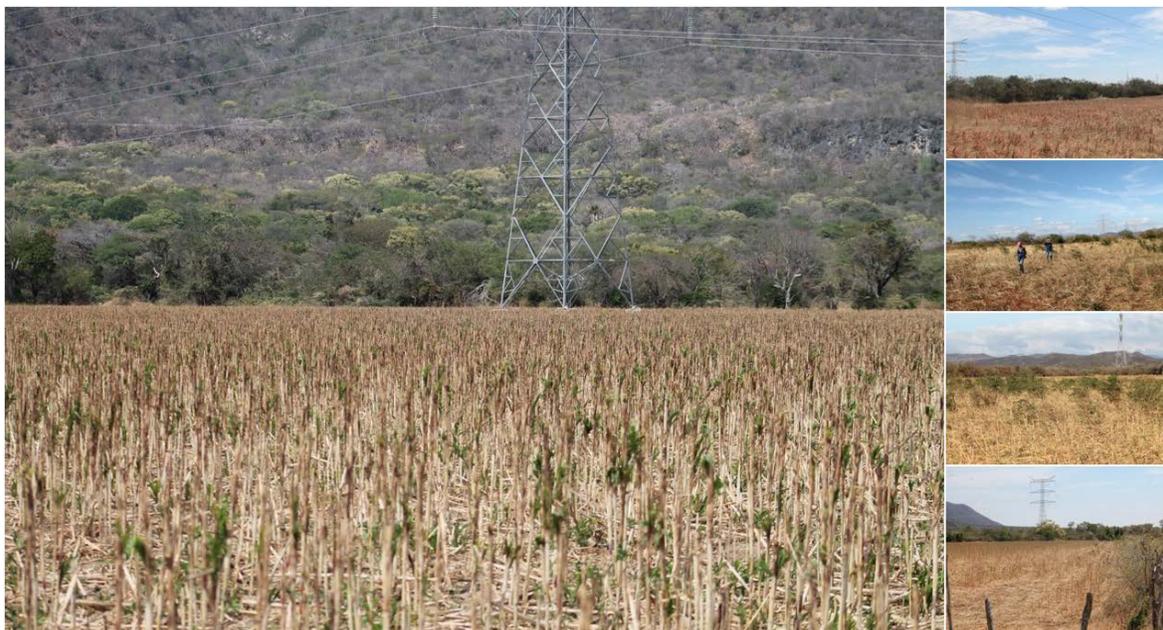


Figura 25. Fragmentación generada por el cambio de uso del suelo de “forestal” a un uso agrícola. Algunos terrenos agrícolas abandonados han propiciado el arribo de especies pioneras al disturbio, formando comunidades iniciales en fases secundarias.

Entre los cultivos mayormente observados se encuentran el Maíz, aunque durante los últimos años el remplazo de maizales lo ocupan amplias superficies de Sorgo, especie que se ha convertido en un cultivo muy rentable, debido a que en la zona el riego actualmente ha fortalecido la producción. Cultivos básicos como maíz y frijol se han venido desplazando paulatinamente por cultivos para forrajes como el sorgo. La actividad agrícola presenta una dualidad en su desarrollo, pues se da una práctica rudimentaria y tradicionalista que obtiene bajos rendimientos de producción por hectárea en zonas denominadas de temporal y se da una práctica moderna con maquinaria e implementos agrícolas y apoyos técnicos en áreas de riego. Presenta además presión por parte de la ganadería ya que áreas de pastoreo se están ampliando hacia áreas agrícolas.

- **(PC) Pastizal**

(Superficies “no forestales”)

Otra de las actividades que ha provocado cambios drásticos en los ecosistemas locales del proyecto es el cambio de uso de suelo para destinarlo al pastizal cultivado, este pastizal es considerado como aquel 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: (Zacate Pangola) *Digitaria decumbens*, (Zacate Buffel) *Pennisetum ciliaris*, (Zacate Guinea o Privilegio) *Panicum maximum*, (Zacate Pará) *Panicum purpurascens*, entre otras muchas especies; sin embargo, dependiendo el territorio mexicano y los requerimientos en cada zona es como se eligen estas especies. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.



Figura 26. De manera frecuente en la zona de estudio se observan amplias extensiones con pastizales, donde se pastoreo al ganado para engorda.



Figura 27. En algunas zonas los pastizales llegan a formar extensas masas impenetrables con la dominancia de *Muhlenbergia emersleyi* con alturas de hasta 1.60 m, en otros casos, se observan camas de pastos donde comúnmente el ganado se alimenta libremente.

Actualmente estas áreas son mantenidas por prácticas de pastoreo, riego, deshierbe y empleo de fertilizantes.

- **(VSa/SBC) Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia**

(Superficies “forestales”)

El principio fundamental de la sucesión secundaria en los ecosistemas naturales, es el proceso que conduce, en última instancia, a la regeneración de la vegetación original o “prístina”, entendiéndose esta como una comunidad biótica composicional y estructuralmente fija según las condiciones climáticas prevalecientes. La sucesión secundaria de estas comunidades se caracteriza por una secuencia de fases en la que cada una de estas, al modificar el microhábitat (por aumento de la sombra, la humedad, etc.), le abre paso a la siguiente. Esta categoría de vegetación secundaria de la SBC en la zona del proyecto está relacionada directamente a sitios que han sufrido algún tipo de perturbación, tal es el caso de amplias superficies destinadas a la actividad agrícola y pecuaria.



Figura 28. VSa/SBC que logra desarrollarse a manera de parches aislados y dispersos entre las amplias superficies agrícolas y pastizales.

Las comunidades de vegetación secundaria resultantes presentan diferentes dinámicas sucesionales, dependiendo de la severidad de la perturbación, la dispersión de semillas de árboles padres en localidades cercanas y la capacidad de rebrote de especies preexistentes antes de la perturbación, y dan como resultado áreas con distinta composición vegetal (Pincheira - Ulbrich et al., 2008; Boccanelli, 2011).

Cabe destacar, que de manera general a SBC es una vegetación conformada por elementos tropicales, dominada por árboles de copas extendidas, con alturas promedio entre 7 y 8 m, aun cuando pueden encontrarse eminencias aisladas que se acercan a los 15 m; así mismo, el estrato arbustivo es muy denso (Trejo, 1998). Rzedowski (1978) señala que comprende bosques propios de regiones cálidas y dominados por especies arbóreas; los árboles que lo constituyen forman un techo de altura uniforme, pudiendo existir un piso adicional de eminencias aisladas, tallos delgados y con una mala conformación, ramificando por lo general a baja altura, con una riqueza de especies y un rasgo fenológico de caducidad de hojas marcado por la estacionalidad de las lluvias.

En ella, es posible encontrar formas de vida suculentas como las cactáceas columnares y candelabrifórmes, que son muy abundantes en algunos sitios, así como las cortezas brillantes y exfoliantes (Miranda, 1942; Rzedowski, 1978; Pennington y Sarukhán, 1998). Su área de distribución se encuentra limitada entre los 0 y los 1,600 m de altitud; la temperatura media anual es del orden de 20 a 31°C y la precipitación media anual varía entre los 600 y los 1,200 mm. La estructura de este tipo de vegetación es de dos estratos definidos; su composición florística es muy diversa y tiende a presentar algunas variaciones que se producen de acuerdo a las condiciones ecológicas imperantes en el sitio donde la vegetación prospera (Soto, 1987).

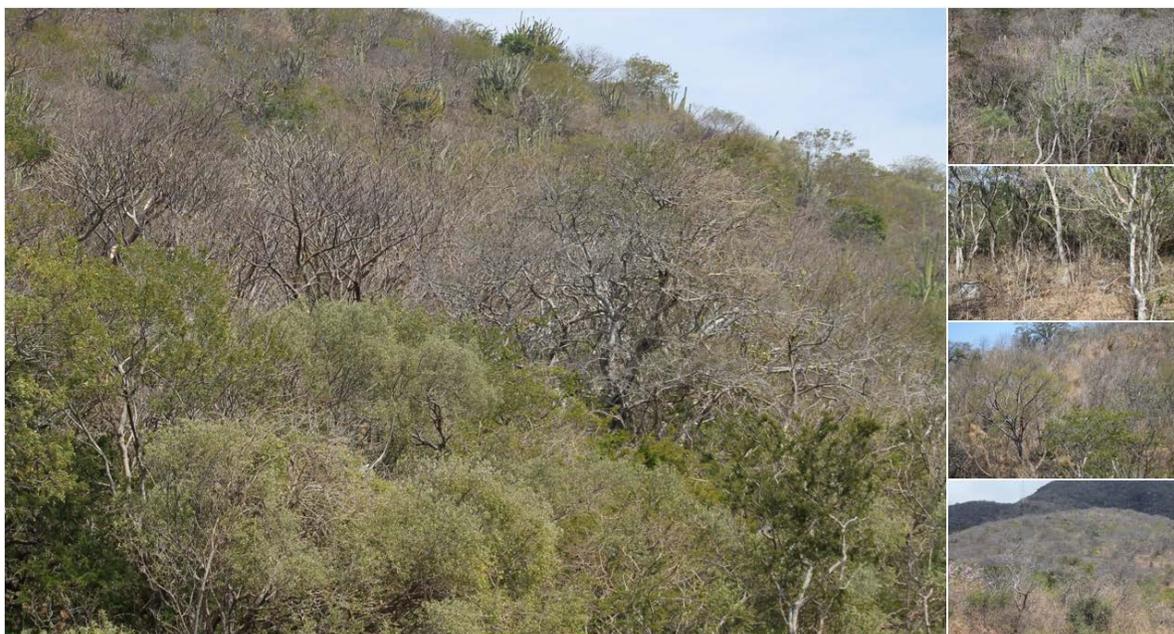


Figura 29. A nivel de paisaje sobre las elevaciones más sobresalientes con orientación norte del proyecto se logra el establecimiento de la SBC con mayor grado de conservación; sin embargo, esto no se observa a nivel de proyecto, ya que la mayoría de los parches con vegetación muestran claros procesos de sucesión secundaria.

Es notable la riqueza florística en la zona de estudio a pesar de observar comunidades secundarias de SBC, tipo de vegetación que muestra una diversidad de asociaciones vegetales como producto de la heterogeneidad ambiental relacionada con diferencias en sustrato geológico, insolación, exposición, pendiente y acumulación de suelo. Las comunidades vegetales de tipo azonal están presentes como resultado de la influencia del factor edáfico y causas de orden histórico que se conjugan con diversos factores ambientales.

- **(VSa/SBK) Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia**

(Superficies “forestales”)

Se distribuye en las partes bajas de la Llanura Costera del Pacífico (Sonora y Sinaloa), en algunas porciones costeras de Jalisco y Colima, en el norte de Yucatán y en la Llanura Costera del Golfo Norte (Tamaulipas), en el estado de Puebla y Oaxaca, las partes bajas de la cuenca del río Balsas y del Istmo de Tehuantepec. Se desarrolla en climas similares

a los de la Selva Baja Caducifolia o ligeramente más secos, pero en climas más húmedos que los matorrales xerófilos, con marcadas características de aridez, con precipitaciones comunes del orden de 900 mm o ligeramente menores, aunque el rango va de 350 a 1 200 mm y temperaturas medias anuales entre 20 y 27 °C. Los climas en los que se presenta son Cálidos subhúmedos muy secos y Secos semicálidos.



Figura 30. VSa/SBK en este tipo de vegetación el acceso se dificulta por el entramado de ramas y densos arbustos espinosos, la mayoría de las especies son caducifolias; sin embargo, existen algunas especies como *Bonellia macrocarpa* que mantiene sus hojas, mismas que en el ápice presentan una espina como parte de sus estrategias evolutivas.

Se puede desarrollar sobre terrenos planos o muy ligeramente ondulados desde cerca del nivel del mar hasta los 1000 msnm. El material geológico que da soporte a esta selva puede estar constituido por calizas, margas o lutitas y material metamórfico. Los suelos en donde por lo regular crece, son más o menos arcillosos, con abundante materia orgánica y drenaje deficiente. Es una comunidad de porte bajo, dominada por árboles espinosos. La mayoría de las especies de esta selva están desnudas durante periodos prolongados en la temporada seca; sólo algunas especies quedan sin hojas durante un lapso muy corto. Los componentes de estas selvas en la zona de estudio miden de 4 a 8 m de alto y sólo eventualmente llegan a alcanzar 10 m. Muchas de las especies más abundantes son leguminosas con ramas espinosas. Aparte del estrato arbóreo, se encuentra un estrato arbustivo de 2 a 4 m de alto, bien desarrollado, pero falta casi completamente el estrato herbáceo.

Cabe destacar, que los intensos cambios de uso del suelo en la zona de estudio han provocado un cambio drástico al disminuir superficies forestales que presentaban este tipo de vegetación, remitiendo a pequeños parches aislados y dispersos a lo largo y ancho del proyecto y SAR.

- (VPI) Palmar inducido

(Superficies “forestales”)

Este tipo de vegetación común en estados del sur del país especialmente Guerrero, Oaxaca, Tabasco y Veracruz, es resultado de procesos que afectan las selvas principalmente, como resultado de la actividad ganadera o bien por la presencia de fuego en el proceso de tumba, roza y quema, más comúnmente favorece la proliferación de *Sabal mexicana*, principalmente. La permanencia de estas palmas se ve favorecida por los grupos humanos ya que son aprovechadas para diversos usos.



Figura 31. Palmar de *Sabal mexicana* que forma una comunidad muy marcada que de manera general es abierta y fácilmente caminable en su interior.

Esta vegetación está distribuida en las zonas más húmedas en la zona de estudio con baja altitud en donde *Sabal mexicana* es la única palma presente.



Figura 32. Se nota claramente el embate de los fuertes vientos en las hojas de las palmas, en estos sitios es común observar abundantes pastos.

Estos palmares son considerados como vegetación antropogénica, ya que esta palma es protegida y conservada durante la destrucción de la vegetación natural, debido a los distintos usos que se le dan: construcción de casas, leña y forrajeo.

En la zona de estudio *Sabal mexicana* también logra distribuirse en la VSa/SBC, la destrucción de estas selvas favorece la dispersión de esta especie que forma comunidades secundarias muy densas, las cuales una vez establecidas, es muy difícil que otros árboles puedan competir con ellas. Aun cuando los palmares en la zona de estudio tienen este origen, existen lugares en otros estados donde la palma es dominante y no existe una evidencia directa que relacione a estos palmares con actividades humanas. En la zona de estudio los palmares se encuentran en suelos que se inundan por el desbordamiento de los canales y durante una gran parte de la época de lluvias.



Figura 33. Estos palmares crecen en condiciones secas y con una época de sequía muy pronunciada, sobre suelos planos arcillosos. En estas áreas los fuegos son muy comunes en la época de sequía y parece ser que la presencia de esta palma es dominante y el fuego parece no ser muy importante ya que no la afecta de manera significativa, ya que constantemente presenta rebrotes de sus hojas.

Finalmente, todas las especies identificadas en los diferentes USVEG descritas anteriormente se muestran a continuación en la composición florística, además pueden ser consultados en los anexos (Listado y catálogo Florístico-Taxonómico).

d) Composición de poblaciones y comunidades florísticas

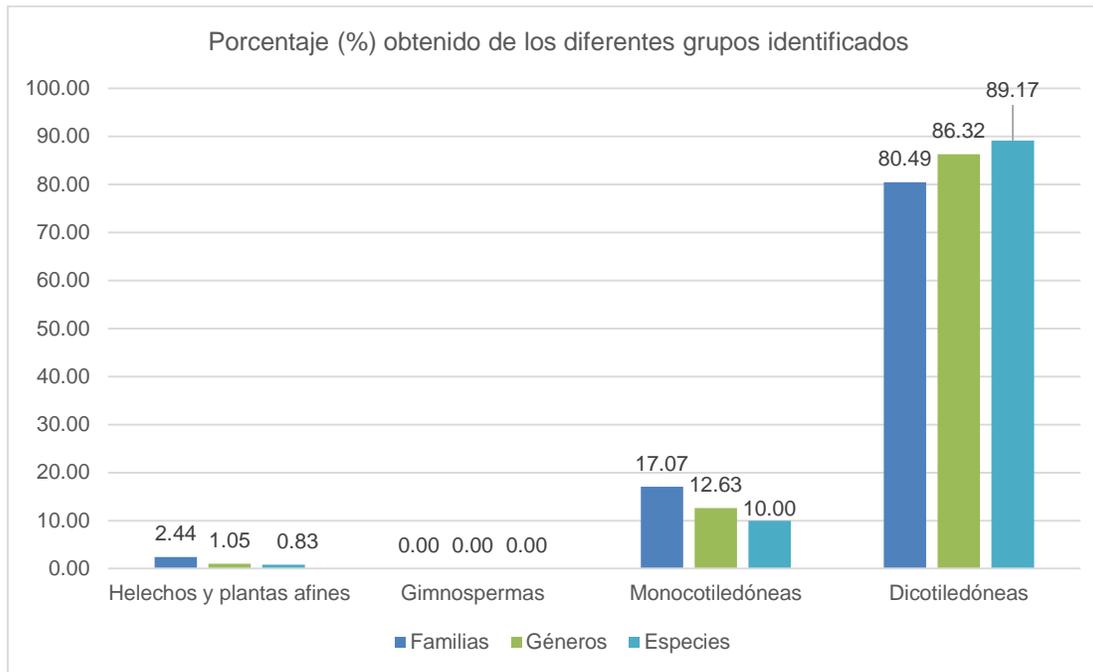
Del total de especies identificadas directamente en la zona de estudio, así como de las observaciones hechas en este trabajo y de las plantas que fueron fotografiadas entre los sitios de muestreo durante los recorridos efectuados en la salida de campo, se pudo obtener la riqueza taxonómica de plantas vasculares arrojando un resultado de 120 especies, 95 géneros y 41 familias botánicas que se encuentran agrupadas por los grandes grupos tradicionalmente conocidos (helechos, monocotiledóneas y dicotiledóneas), ya que las gimnospermas fueron ausentes. La composición determina que para este proyecto los helechos y plantas afines, son las menos representadas, mientras tanto, el grupo de plantas con flores resultó presentar la mayor presencia.

Cuadro 8. Clasificación taxonómica de los registros identificados.

Grupos	Núm. Familias	Núm. Géneros	Núm. Especies
Helechos y plantas afines	1	1	1
Gimnospermas	0	0	0
Monocotiledóneas	7	12	12
Dicotiledóneas	33	82	107
Total	41	95	120

Como se muestra en la tabla superior y en la gráfica siguiente, destacan las dicotiledóneas en cuanto a familias (80.49%), géneros (86.32%) y especies (89.17%), con relación al resto de los grupos taxonómicos; en ese mismo sentido, las monocotiledóneas

se posicionan como el segundo grupo dominante (17.07%, 12.63% y 10.0%) respectivamente; este último grupo cuentan con especies que logran figurar en abundancia más no en riqueza. La siguiente grafica muestra de una manera representativa los resultados obtenidos. La mayoría de las especies identificadas se encuentran presentes en su mayoría en ecosistemas asociados a la VSa/SBC y VSa/SBK. Los helechos y plantas afines ocuparon el tercer lugar en cuanto a representación, las gimnospermas no tuvieron representación.



Gráfica 4. Riqueza florística por grupo taxonómico.

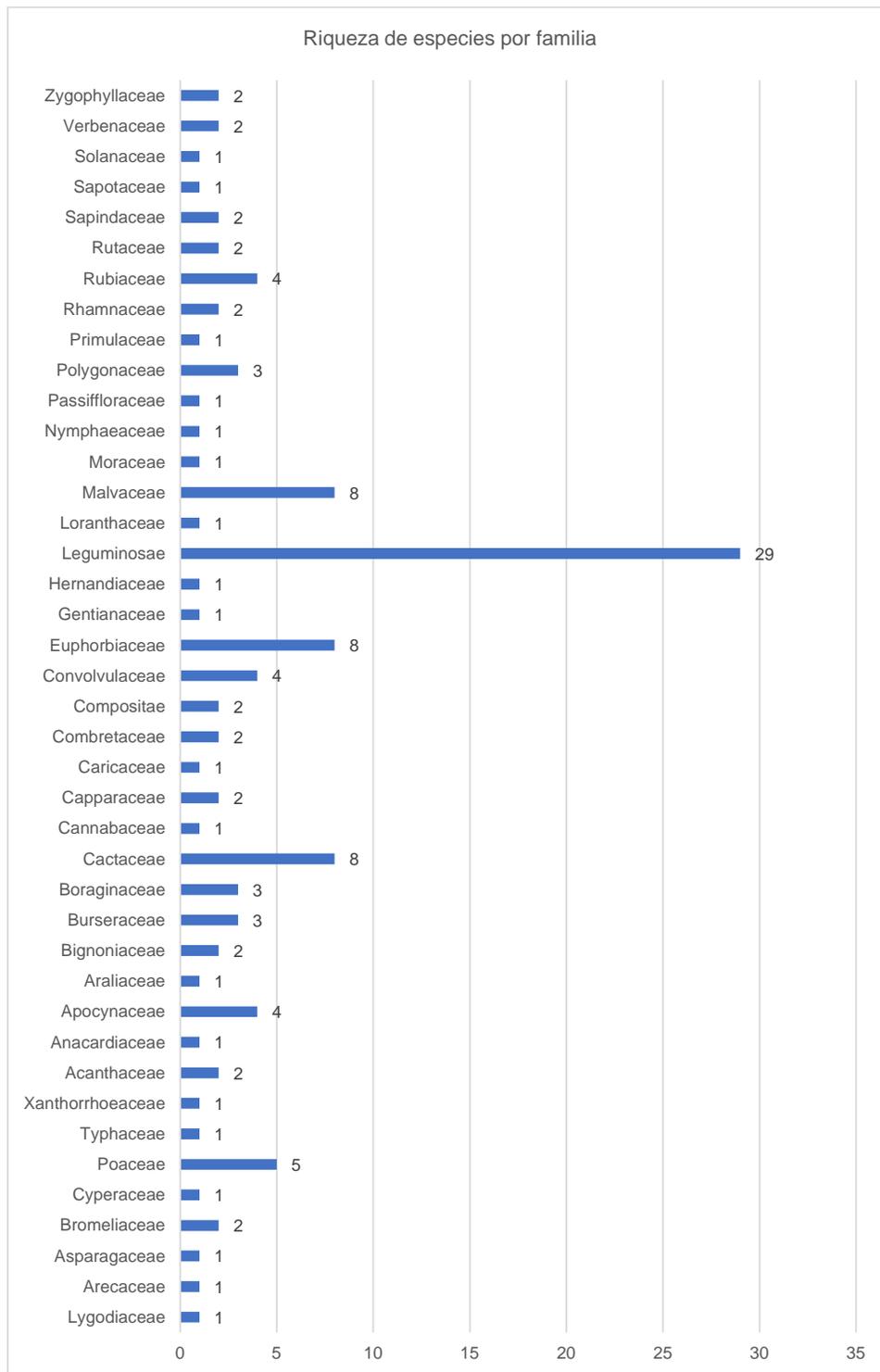
Actualmente, las angiospermas son el grupo de plantas más grande y más importante desde el punto de vista ecológico. Ellas se encuentran habitando toda clase de ambientes, conforman la mayoría de componentes de muchos tipos de ecosistemas forestales, son plantas que nos proveen de alimentos y albergue a los organismos que cohabitan con ellas. Las monocotiledóneas por ejemplo proveen la mayoría de los alimentos básicos del mundo específicamente algunas plantas de la familia Poaceae, además que aportan materiales para la construcción y un gran número de ingredientes activos para medicamentos.

En cambio, en las dicotiledóneas se encuentran infinidad de especies de árboles, arbustos y de hierbas los cuales nos proveen madera, frutas para la alimentación. Las especies arbóreas del grupo de las dicotiledóneas son reguladores del clima, absorben en sus estructuras el CO² contenido en la atmósfera, agrupan ecosistemas forestales consolidados en infinidad de componentes de florísticos, muchas especies son captadoras de agua, ayudan a la conservación del suelo, entre muchas otras funciones. La aportación que hace el análisis de la sinopsis numérica de la composición florística para este proyecto es ampliar el conocimiento florístico de la zona del proyecto y las colindancias del mismo, a través de las familias, géneros y especies identificadas, acompañando de forma obvia algunos datos ecológicos generales que subraya la importancia de cada una de las especies dentro de los ecosistemas a los cuales pertenecen.

La siguiente tabla muestra que son 11 familias botánicas las que se encuentran mejor representadas por tener el mayor número de especies, las familias que destacan en orden de importancia son las Leguminosae con (29) especies, Cactaceae con (8) y seguido por las familias Euphorbiaceae con (8), Malvaceae con (8), Poaceae con (5), Apocynae (4), Convolvulaceae (4) y Rubiaceae (4). Las familias Burseraceae, Boraginaceae y Polygonaceae solo cuentan (3) especies cada familia.

En su conjunto las once familias mejor representadas reúnen a 50 especies, es decir el (41.7%) del total de taxos identificados. Para el resto de las 30 familias solo se encuentran representadas por una sola especie o dos y en su conjunto representan el (58.3%) del total de taxones.

La siguiente gráfica ilustra a las familias que presentan el mayor número de especies.



Gráfica 5. Número de especies por familia botánica.

Algunas de las familias anteriormente mencionadas y mejor representadas se encuentran muy presentes en climas templados, cálidos y semiáridos, tal es el caso de la familia Poaceae que es un grupo de plantas muy importante desde el punto de vista económico, ya que algunas plantas son alimento primario de muchas civilizaciones. Las gramíneas representan uno de los grupos vegetales más diversos del mundo, pues ocupan el tercer

lugar en cuanto al número de géneros y el quinto a nivel específico. En el mundo esta familia incluye 702 géneros y 9675 especies (Clayton y Renvoize, 1986.). Respecto a México, Valdés y Dávila (1995) registran 206 géneros (157 nativos y 49 introducidos) y Beetle (1987) estima que existen alrededor de 1127 especies. Se estima que 50% del total de especies presentes en México tienen un potencial forrajero, aunque muy pocas de ellas son utilizadas para este fin, pues son sustituidas por especies introducidas como el sorgo, avena, pasto bermuda, zacate estrella, zacate johnson, etc.

Las gramíneas se encuentran localizadas en comunidades vegetales denominadas pastizales, las cuales pueden ser de tipo primario o secundario (bosque de pino, bosque de encino, bosque de encino-pino, matorrales, etc.) y pastizales artificiales o inducidos, que son el producto del cultivo selectivo del hombre. Las especies de gramíneas a parte de su vocación forrajera, los pastos interactúan constantemente con las malezas presentes en los ecosistemas. Estas malezas representan un fuerte elemento competitivo para las gramíneas, ya que compiten por nutrientes del suelo, luminosidad, espacio, etc., lo cual puede ocasionar disminución en la cantidad y calidad del forraje disponible. Es interesante saber que uno de los grupos vegetales más importantes por su acción como maleza es la familia Poaceae, cuyas características de desarrollo y sobrevivencia también les permiten establecerse fácilmente en ambientes abiertos, manejados o deteriorados.

Otra familia muy bien representada es la de las leguminosas, es una de las tres familias de plantas vasculares mejor representada a nivel mundial. Se calcula alrededor de 550 géneros y unas 12000 a 17000 especies de distribución cosmopolita, fundamentalmente en las regiones cálidas y templadas. Entre las leguminosas se encuentran elementos de importancia alimenticia, económica, forrajera y medicinal. Muchas plantas de esta familia son componentes de ecosistemas forestales de bosque de encino, selva baja caducifolia, matorrales y selvas medias y altas. Podemos encontrar leguminosas con formas de vida en arbusto, árbol, hierba y hasta lianas, de las casi 28,000 plantas con flores a nivel mundial este es uno de los grupos más abundantes junto con el de las orquídeas y las compuestas y agrupa de 630-700 géneros y de 17,000 a 18,000 especies (Lawrence 1951; Heywood 1993, Zomlefer, 1994). En México es la segunda familia en cuanto al número de especies (1724) (Rzedowski 1991, Sousa y Delgado 1993).

Otra familia bien representada son las euphorbiáceas, en México esta familia ocupa el sexto lugar de diversidad dentro de las Angiospermas después de las Orchidaceae, Compositae, Leguminosae, Poaceae y Rubiaceae, atendiendo al número de especies y la cuarta en porcentaje de endemismos. Los géneros *Croton* y *Euphorbia* se pueden encontrar en zonas templadas, sin embargo, las áreas de mayor preferencia para estos 2 géneros son las tropicales y subtropicales.

Así mismo, las cactáceas son un grupo de plantas que se encuentran muy bien representadas por especies de flora en ecosistemas semiáridos y tropicales principalmente de matorrales y selva baja caducifolia donde predominan con sus diversas formas de vida las cuales presentan adaptaciones que las habilita para sobrevivir a la escasez de agua y a las variaciones térmicas en la superficie del suelo, entre las estrategias de adaptación que poseen las cactáceas se encuentran la succulencia, cutículas cerosas, reducción del número de estomas por unidad de área y ocultamiento, variación en la apertura y oclusión de los estomas, reducción del tamaño de las hojas (microfilia) o eliminación de las hojas, sistema radicular superficial para aprovechar y aumentar la absorción de agua y el desarrollo de mecanismos fotosintéticos alternos que reducen la pérdida de agua por la transpiración, es decir mecanismo CAM.

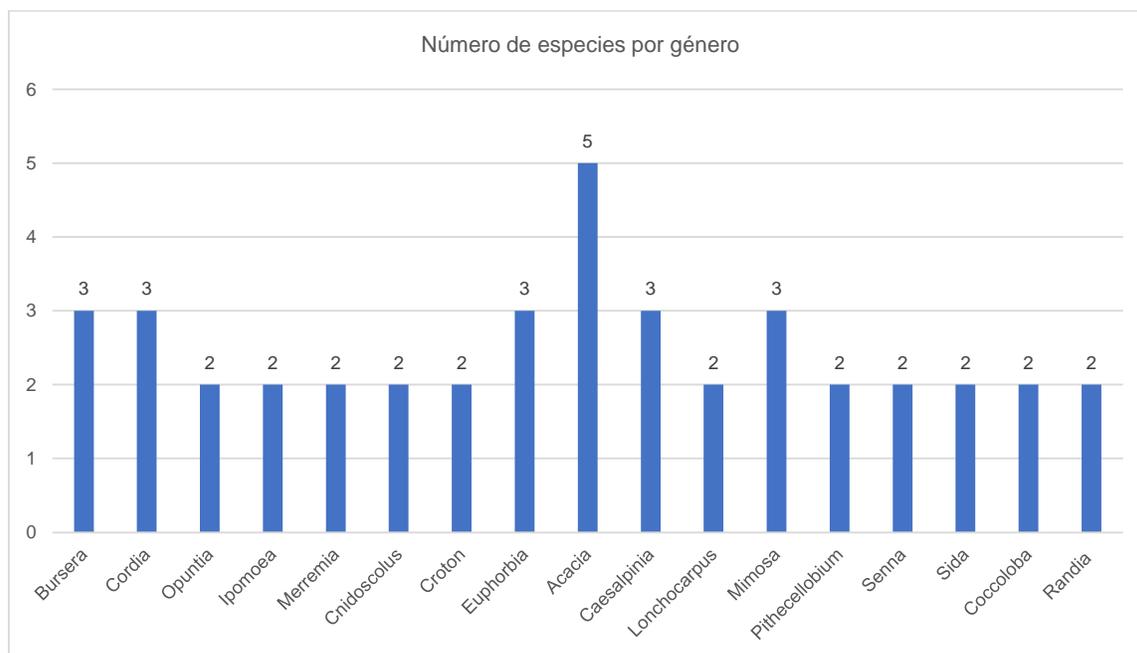
Esta representación de familia de plantas a través de su número de especies podemos decir que en este proyecto predominan cactáceas columnares como *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Pilosocereus chrysacanthus*, los nopales como *Opuntia karwinskiana* y *Opuntia decumbens* y también las cactáceas globosas como el género *Mammillaria*.

Lo anterior, por mencionar la importancia de algunas familias de plantas con mayor representación en base al número de especies sin demeritar la importancia biológica y económica de otras que también se encuentran representadas en la zona de estudio. Ahora bien, en relación al número de especies por género podemos ver que son 17 géneros los que se encuentran mejor representados por 5, 3 y 2 especies. La siguiente tabla representa lo anteriormente dicho.

Cuadro 9. Número de especies por género.

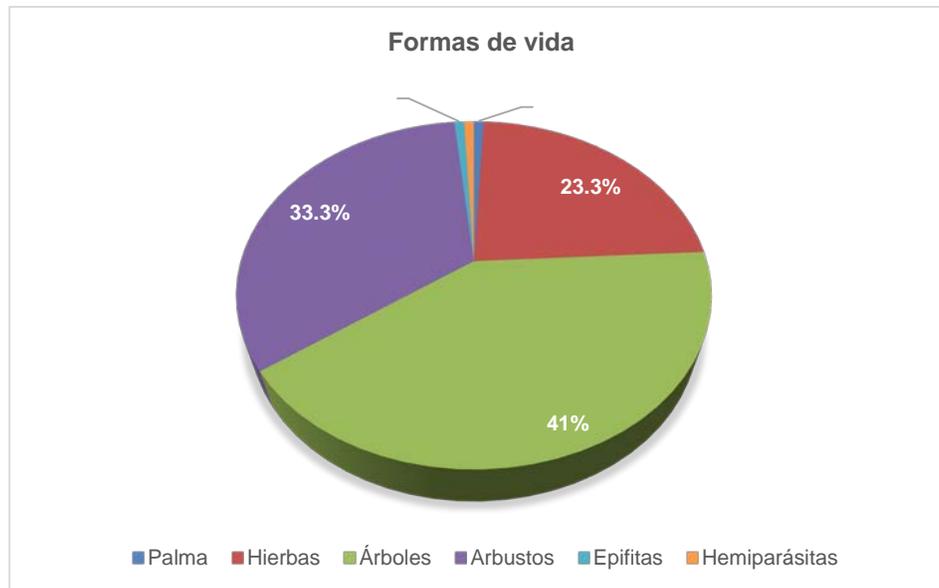
Género	Número de especies	Género	Número de especies
<i>Bursera</i>	3	<i>Euphorbia</i>	3
<i>Cordia</i>	3	<i>Acacia</i>	5
<i>Opuntia</i>	2	<i>Caesalpinia</i>	3
<i>Ipomoea</i>	2	<i>Lonchocarpus</i>	2
<i>Merremia</i>	2	<i>Mimosa</i>	3
<i>Cnidoscopus</i>	2	<i>Pithecellobium</i>	2
<i>Croton</i>	2	<i>Senna</i>	2
<i>Sida</i>	2	<i>Coccoloba</i>	2
<i>Randia</i>	2		
Total		42	

Como se puede observar el género con el mayor número de especies es *Acacia* de la familia Leguminosae, le siguen los géneros *Bursera*, *Cordia*, *Euphorbia*, *Caesalpinia* y *Mimosa* con tres especies, el resto solo tiene 2 especies.



Gráfica 6. Riqueza florística de géneros.

Además de lo anteriormente dicho, la flora identificada concentra la mayoría de formas de vida registrada para plantas vasculares, únicamente en este análisis se enlistaron 6 categorías o formas de vida en relación a su estratificación siendo estos: árboles, arbustos (incluye cactáceas), hierbas, palmas, epifitas y hemiparásitas. Los árboles representan la forma de vida más dominante con 49 especies (41%), la otra forma de vida que le sigue por representación son los arbustos con 40 (33.3%). Las hierbas ocupan el tercer lugar con 28 especies (23.3%) en su mayoría de hábito ruderal o arvense y por último las formas de vida epífita, hemiparásita y palma solo tuvieron 1 especie (0.8%) en su representación respectivamente, lo que no resultaron ser significativas en comparación con el resto de las formas de vida.



Gráfica 7. Formas de vida más representativas.

Muchas herbáceas son un reservorio de alternativas medicinales, ornamentales, algunas de ellas sirven como alimento para animales en forma de forraje, producción de néctar para aves e insectos y algunas de ellas como alimento para el ser humano como es el caso del maíz y la calabaza dos especies nativas de México y que ahora forman parte de la alimentación de muchas personas. Muchas de las especies de hierbas fueron encontradas en forma ruderal y arvense en terrenos agrícolas, pastizales, zonas perturbados, a orillas de caminos y carreteras.



Figura 34. Formas de vida presentes. A. Árbol. B. Arbusto, C. Hierba, D. Epífita, E. Palma y F. Hemiparásita.

La abundancia de árboles, arbustos y hierbas se debe al estado de conservación de varios de los sitios de muestreo evaluados y a la sucesión secundaria que presentan los ecosistemas.

Indicadores ambientales

- **Origen florístico:** El origen florístico (Estatus migratorio para plantas en México), sirve como un indicador que consiste en determinar que especies son nativas para el país, así como aquellas que han sido introducidas. Este indicador permite valorar los recursos florísticos con bastante precisión, pues entrega información acerca de la calidad de las especies de un sitio dado y, por lo tanto, de su importancia como recurso biológico.

Una de las mayores amenazas para la biodiversidad es la introducción, intencional o accidental, de especies exóticas (no nativas) que desarrollan un comportamiento invasivo, desplazando a especies nativas y causando graves daños a los ecosistemas. Estos incluyen desequilibrios ecológicos entre las poblaciones silvestres, cambios en la estructura y composición de las comunidades, así como en su funcionamiento, pérdida de poblaciones silvestres, degradación de la integridad ecológica de ecosistemas terrestres y acuáticos, tanto marinos como epicontinentales, reducción de la diversidad genética y transmisión de enfermedades que afectan la salud humana, la flora y fauna silvestres.

Se define como especie “invasora” a aquella especie exótica o trasladada (cualquier especie, subespecie o categoría infraespecífica), introducida accidental o intencionadamente fuera de su distribución natural actual o en el pasado- incluyendo sus gametos, semillas, huevos o propágulos- con capacidad de colonizar, invadir y persistir, y cuya introducción y dispersión amenace a la diversidad biológica causando daños al ambiente, a la economía y a la salud humana (March Mifsut y Martínez Jimenez M.,2008).

Estas invasiones ocurren aprovechando medios naturales como los causados por viento (huracanes o tormentas), corrientes marinas o cambios en las barreras naturales que mantienen a las especies confinadas a ciertas áreas, o introducirse por diferentes vías directamente relacionados con las actividades humanas. El incremento del comercio, las actividades turísticas y el incremento en la frecuencia de los medios de transporte, entre

otros, han sido fundamentales en multiplicar las oportunidades para que las especies foráneas se dispersen y establezcan.

Al ser introducidos a un nuevo medio, ciertos organismos desarrollan un comportamiento diferente al que tenían en su ecosistema de origen, ya que carecen de las medidas de control de su área de distribución natural. Estas medidas incluyen depredadores, condiciones específicas del ambiente y competencia por los recursos, entre otras, que son las que mantienen a las poblaciones dentro de ciertos niveles de equilibrio en los ecosistemas donde han evolucionado de manera natural por largos periodos de tiempo. Estos comportamientos nuevos incluyen crecimiento descontrolado de las poblaciones y conductas agresivas no mostradas en su medio natural y pueden utilizarse al momento de determinar la invasividad de una especie (CONABIO, 2016.).

Los impactos socioeconómicos de las invasiones biológicas son enormes, tanto en términos ecológicos como económicos. El costo ecológico lo constituye la pérdida irrecuperable de poblaciones y especies y la degradación de los ecosistemas. Entre los costos socioeconómicos se encuentran el impacto directo a la agricultura, silvicultura, pesca y turismo (que ha reportado pérdidas de millones de dólares), los problemas de salud pública y la pérdida de los usos culturales tradicionales de los recursos naturales.

En 1988, José Luis Villaseñor y Francisco Espinoza elaboraron un listado preliminar de las plantas introducidas en México, la lista registra 618 especies que pertenecen a 355 géneros y 87 familias de plantas con flores, de las cuales más del 90% están incluidas en el compendio global de malezas; un catálogo de malezas de todo el mundo. La familia Poaceae registra en México el mayor número de especies introducidas, con 74 géneros y 171 especies; le sigue Fabaceae con 36 géneros y 57 especies, Asteraceae con 39 géneros y 56 especies, Brassicaceae con 25 géneros y 45 especies (Villaseñor, 1998.)

Para México, el Sistema Nacional sobre Especies Invasoras de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha identificado de manera preliminar, al menos, un total de ochocientas especies invasoras, que incluyen a 665 plantas (March Mifsut y Martínez Jimenez M.,2008). El origen de las especies es muy diverso. Sin embargo, la mayor parte 80% proviene de África, Asia y Europa, lo cual se relaciona con los tiempos de la colonización y dominación española, después le sigue Sudamérica, con cerca del diez por ciento de las especies y existe un grupo de plantas que se desconoce su centro de origen (Villaseñor, 2006).

La Comisión Nacional para el Estudio y Uso de la Diversidad (CONABIO), considera la introducción de especies exóticas invasoras como una de las mayores amenazas que actualmente enfrentan los ecosistemas y las especies nativas, por los daños que pueden causar en los ecosistemas terrestres y acuáticos al provocar desequilibrios ecológicos entre las poblaciones silvestres, cambios en la composición florística y en la estructura trófica, desplazamiento de especies nativas, pérdida de la biodiversidad, reducción en la diversidad genética, y transmisión de enfermedades como plagas agrícolas y forestales.

De las 120 especies identificadas en la zona de estudio, se determinó que 112 especies son de origen nativo o de distribución natural para México, representando el 93.3% del total de especies identificadas para este apartado. Las especies introducidas son 8 (6.7%) pertenecientes a 7 familias botánicas: *Dichanthium aristatum*, *Sorghum bicolor*, *Aloe vera*, *Cryptostegia grandiflora*, *Terminalia Catappa*, *Ricinus communis*, *Tamarindus indica* y *Tribulum cistoides*.



Figura 35. Ejemplos de especies introducidas en México. A. *Cryptostegia grandiflora*, B. *Aloe vera*, C. *Sorghum bicolor* y D. *Tamarindus indica*.

La siguiente tabla muestra indicadores de distribución dentro de la región sureste siendo este T= Tropical, D=Desértico y M= Mediterráneo; origen geográfico. Criptogénicas= Cri, África= Af, Eurasia= EuAs, Norteamérica y México= NaM-M, Sam= Sudamérica, Asia= As, Australiano= Aus y por último su status invasor dentro de las regiones de SE= Sureste, N= Norte, B= Bajío y por último el grado H= Alto, M= Medio y B= Bajo.

Cuadro 10. Centro de origen de las especies introducidas

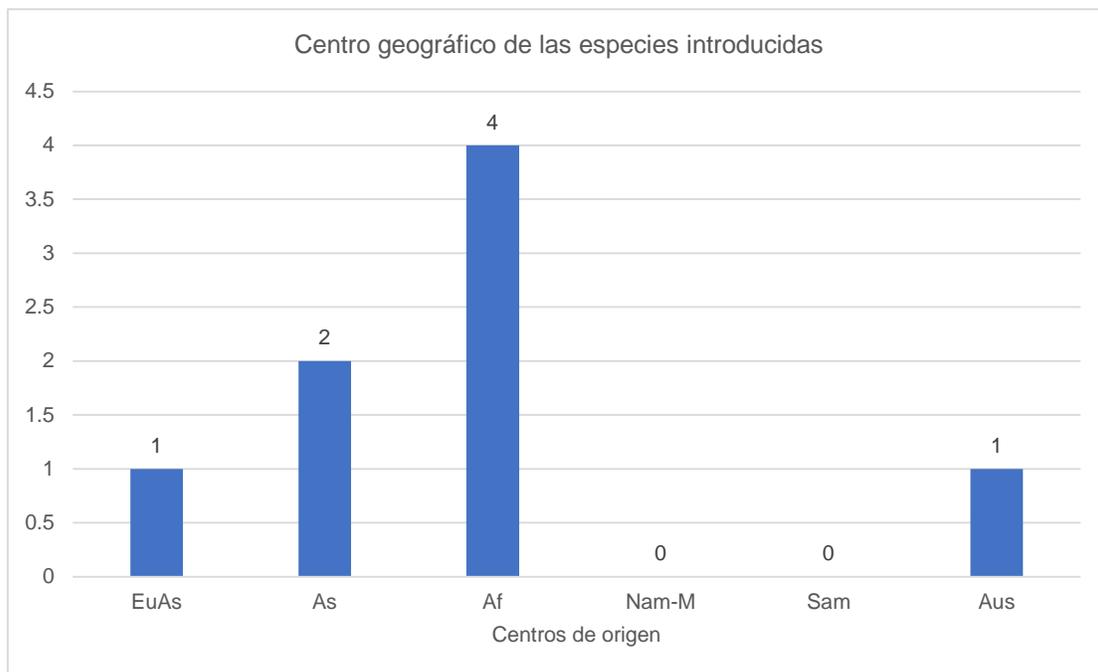
ESPECIE	FAMILIA	ORIGEN	DISTRIBUCIÓN	ESTATUS INVASOR		
				N	SE	Bajío
<i>Dichanthium aristatum</i>	Poaceae	As	MDT	-B	-M	M
<i>Sorghum bicolor</i>	Poaceae	Af	MD	-B	-B	B
<i>Aloe vera</i>	Xanthorrhoeaceae	Af	MDT	-B	B	B
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	Af	MDT	M-	B	M
<i>Cryptostegia grandiflora</i>	Apocynaceae	Aus	T		B	
<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	As	T		A	
<i>Tamarindus indica</i>	Leguminosae	Af	TM		M	
<i>Tribulum cistoides</i>	Zygophyllaceae	Aus	TDM	M	B	B

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a su origen geográfico de las especies introducidas se tiene que *Ricinus communis*, *Sorghum bicolor*, *Aloe vera*, *Tamarindus indica*, son de origen africano; *Dichanthium aristatum* es de origen asiático al igual que *Terminalia catappa*; *Cryptostegia grandiflora* es de origen australiano y *Tribulum cistoides* tiene su centro de origen en el continente europeo. Dos especies pertenecen a la familia Poaceae, una a la familia Xanthorrhoeaceae, una especie a Euphorbiaceae, la familia Apocynaceae, Combretaceae, Leguminosae y Zygophyllaceae solo tienen una especie.

De las especies introducidas anteriormente señaladas tres de ellas tienen un uso alimenticio e industrial, tres con un posible uso ornamental, una de uso forrajero y solo una especie es considerada como maleza o planta ruderal y arvense.

- *Tribulus cistoides*: Especie exótica es una maleza muy molesta en potreros ya que daña los animales, se trata de una planta con amplia distribución en regiones templado-cálidas y muy invasiva, es una maleza de difícil erradicación una vez establecida en campo, ya que sus semillas pueden permanecer viables en el suelo por varios años, provoca daños en cultivos de alfalfa, caña, cacahuate, hortalizas, maíz, sorgo y otros cultivos.
- *Ricinus communis*: Es altamente invasora en algunos países de Asia y Europa, en Estados Unidos, Costa Rica, Cuba, Jamaica, Puerto Rico, Argentina, Chile, Ecuador, Uruguay y Paraguay. Tiene un crecimiento rápido en semillas pueden causar una dermatitis severa. Las semillas de esta especie pueden ser dispersadas por roedores y aves, en barro o adhiriéndose a la ropa. Es una planta exótica invasiva, en muchas regiones acompaña a las carreteras, es dominante en terrenos abandonados y se encuentra distribuida en muchos ecosistemas mexicanos donde las actividades de antropogenización han sido notorias.
- *Aloe vera*: Se ha observado colonias de esta planta en Baja California Sur en matorrales invadiendo espacios y desplazando a especies propias del matorral, en la región de estudio fue observada en la VSa/SBC y VSa/SBK) cerca de la localidad de La Mata.



Gráfica 8. Cantidad de especies por centro de origen.

- **Especies importantes para su conservación.** Los listados de las especies en riesgo son empleados como indicadores del estado de la biodiversidad y endemismo. Bajo este esquema, las especies que presentan algún estatus de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 representan la reducción

actual o potencial de la biodiversidad de alguna región en particular; de tal manera que en la zona de estudio se logró identificar dos especies enlistadas en dicha norma; así tenemos a *Guaiacum coulteri* (Guayacán), con categoría **A=** Amenazada (endémica) y *Peniocereus fosterianus* (Cactus pitayita) como **Pr=** Sujeta a Protección Especial.

Cabe aclarar, que, de las 2 especies identificadas en la Norma ambas fueron registradas dentro del SAR; sin embargo, solo *Guaiacum coulteri* se distribuye de manera aislada y dispersa en sitios considerados para el proyecto (DDV. L.T.) y en el caso de *Peniocereus fosterianus* únicamente se identificó una planta en sitios fuera de las superficies del proyecto, misma que fue ubicada durante los recorridos realizados *in situ*. La siguiente información es presentada con la finalidad de conocer la ubicación espacial de cada especie registrada y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 11. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ESPECIE	FAMILIA	CATEGORÍA NOM-059	Ubicación
<i>Peniocereus fosterianus</i>	Cactaceae	Pr= Sujeta a Protección Especial	SAR
<i>Guaiacum coulteri</i>	Zygophyllaceae	A= Amenazada	DDV. L.T

Es importante destacar, que en cada sitio donde fue observada alguna especie en la NOM-059 se tomaron referencias espaciales con el apoyo de un GPS (además de aquellas especies que presentaran un interés ecológico mayor), ya que el trabajo de gabinete permitió la edición de un SIG para conocer su distribución y establecimiento. En caso de llevar a cabo la obra es importante conocer los sitios donde habitan estas plantas y poder lograr implementar acciones específicas encaminadas a la preservación de estas especies, ya sea con el rescate de ejemplares completos o en su caso coleccionar germoplasma forestal para su propagación y reintroducción a sitios seguros de su afectación.

- *Peniocereus fosterianus* a pesar que NO fue observada en ningún sitio de muestreo, ni en superficies referidas para el proyecto se tomó como referencia, pues es una especie que se encuentra en el SAR; sin embargo, solo se observó una sola planta. La siguiente imagen muestra la ubicación espacial y la distancia de distribución con respecto al proyecto.

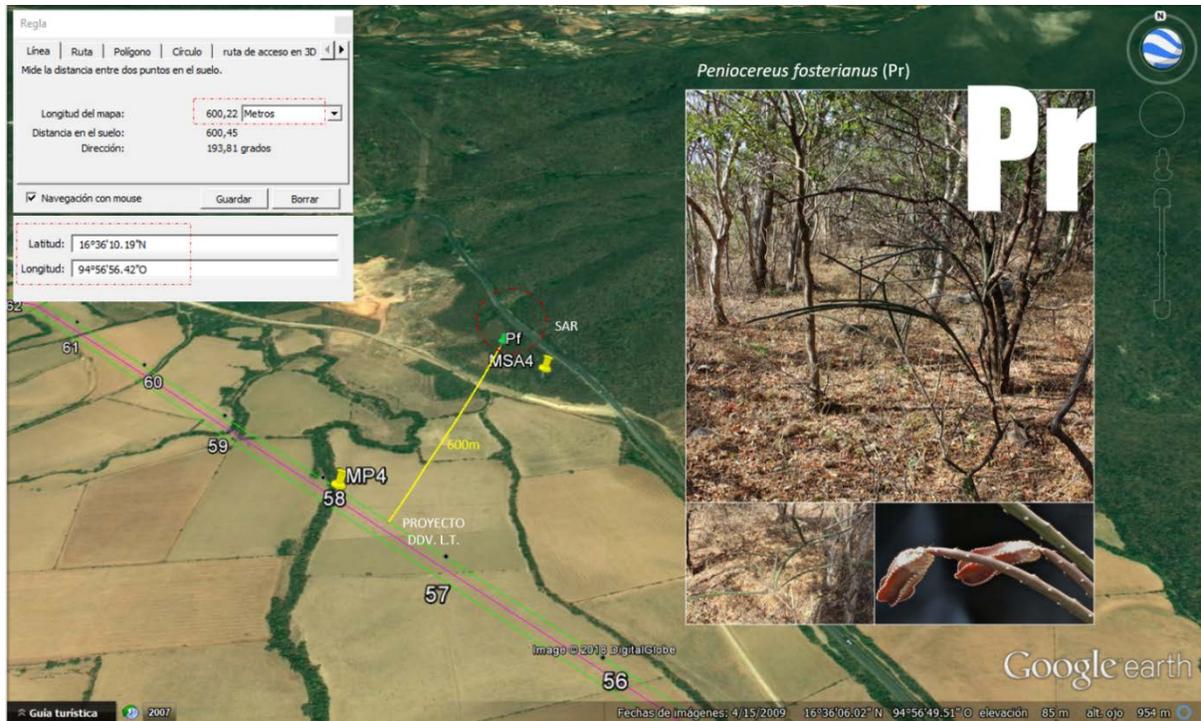


Figura 36. Ubicación espacial de *Peniocereus fosterianus* respecto a superficies consideradas para el proyecto y fotografías tomadas *in situ*. Número de plantas (1).

- *Guaiacum coulteri* logra su distribución de manera aislada y discontinua en diferentes áreas del proyecto dentro del DDV. De la L.T. en la VSa/SBC y VSa/SBK; por lo que se deberán implementar estrategias de rescate y reubicación de árboles pequeños, o bien, de germoplasma forestal previo al desmonte y despalme considerado por el proyecto, si bien se observó un bajo número de individuos, esta especie se encuentra en los siguientes sitios de muestreo: MP1, número de plantas (AR=0, AB=3), MP4, número de plantas (AR=1, AB=3), MSA4, número de plantas (AR=1, AB=6). La siguiente imagen muestra la ubicación espacial del Guayacán en algunas superficies del proyecto donde se observaron y registraron directamente en los sitios de muestreo.

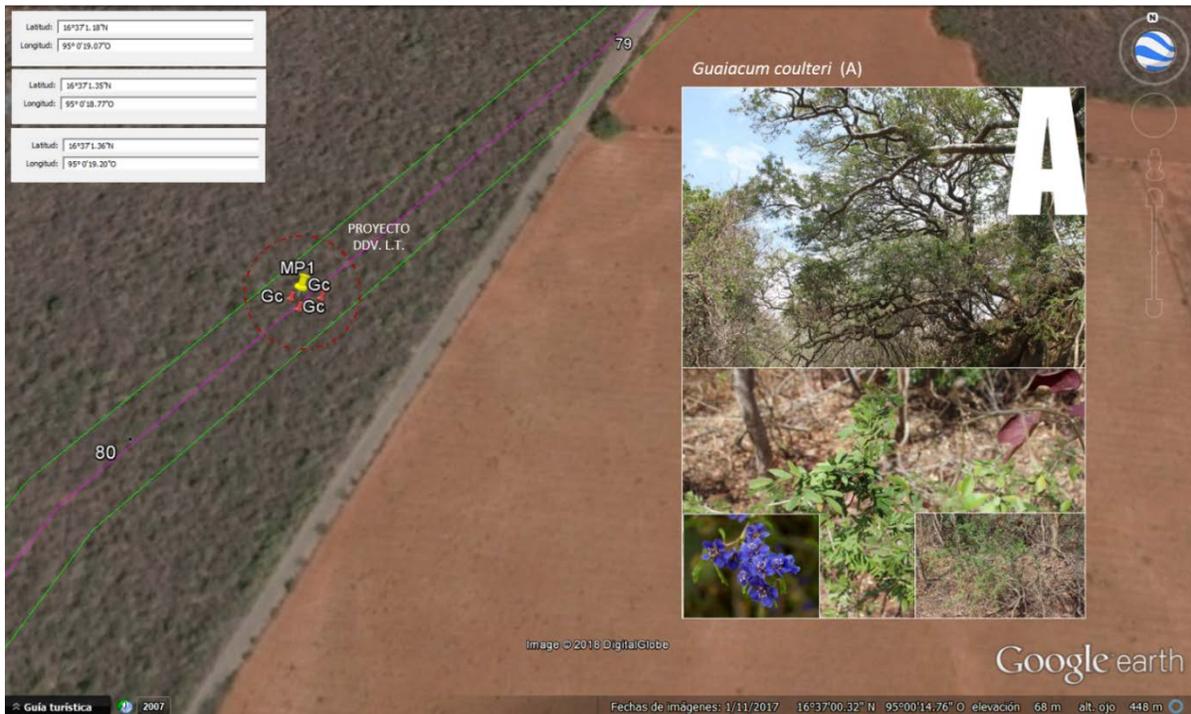


Figura 37. Ubicación espacial de *Guaiacum coulteri* en superficies consideradas para el proyecto y fotografías tomadas *in situ*. MP1, número de plantas (AR=0, AB=3).



Figura 38. Ubicación espacial de *Guaiacum coulteri* en superficies consideradas para el proyecto y SAR. MP4, número de plantas (AR=1, AB=3), MSA4, número de plantas (AR=1, AB=6),

Evidentemente la distribución potencial es esta especie hace referencia de que posiblemente pueda llegar a establecerse en otras áreas de las registradas; por ello, se

propone su rescate y reubicación de ejemplares completos que presenten bajas alturas y la colecta de germoplasma forestal de los árboles que se lleguen a observar durante las distintas actividades pretendidas, con especial énfasis en los registros obtenidos.

Por otro lado, en la zona de estudio se observaron algunas cactáceas sobre superficies referidas para el proyecto; sin embargo, ninguna de las identificadas *in situ* se encuentran referidas en la NOM-059. En este sentido, los cactus tienen características biológicas y ecológicas propias que las hacen más sensibles a los efectos de agentes de disturbio, que repercuten en bajas tasas de crecimiento. Para Cactaceae la principal amenaza que existe es sobre su hábitat natural de distribución, y, por lo tanto, sobre las especies, por acciones meramente antropogénicas, como la ampliación de la frontera urbana, agrícola, desarrollo de vías de comunicación mal planificados y ejecutados y los cambios irracionales de uso de suelo en las zonas áridas y semiáridas de México.

Por las razones anteriormente planteadas será importante llevar a cabo un programa de rescate, reubicación y manejo de flora silvestre, debido a que en superficies referidas para el proyecto la familia Cactaceae y Bromeliaceae ecológicamente resultan ser importantes para su protección y conservación. En este caso durante la salida a campo se tomaron algunos puntos de referencia y se fotografiaron algunas plantas de estas familias con la finalidad de mostrar evidencia.

- Cactáceas es un atractivo grupo de plantas llamado comúnmente cactus (nopales, biznagas, órganos, pitayas, garambullos, etc.) integrados botánicamente en la familia Cactaceae, constituyen un grupo de especies de flora que caracterizan el paisaje de las zonas áridas y semiáridas de México y que además son componentes de las selvas secas de México y forman parte de los recursos florísticos.
- Las Bromelias forman parte de un grupo ecológicamente importante, mismas que deberán ser rescatadas, en este caso la especie observada es de las pocas plantas de esta familia que tiene hábitos terrestres.

La siguiente tabla muestra las especies que deberán ser rescatadas y reubicadas en caso de observarlas al momento de llevar a cabo las distintas obras y/o actividades del proyecto, poniendo especial énfasis en los registros obtenidos, pero además en cada sitio que sean observadas previo a llevar a cabo algún tipo de desmonte y despalme en las superficies pretendidas.

Cuadro 12. Especies que deberán ser rescatadas y reubicadas.

Familia	Especie	Clave	NOM-059
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Bp	-
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	At	-
	<i>Opuntia decumbens</i>	Od	-
	<i>Opuntia karwinskiana</i>	Ok	-
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Pp	-
	<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	Pc	-

Ninguna especie se encuentra referida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, deberán ser rescatadas y reubicadas, para mayor detalle consultar el anexo “catálogo florístico-taxonómico” donde se encuentran fotografiadas las especies propuestas. Este tipo de acciones de cualquier modo ayudará a disminuir impactos ambientales que genere el proyecto, y así promover la protección y conservación de la biodiversidad local que se presenta la VSa/SBC y VSa/SBK (consultar anexo). Las siguientes imágenes muestra los registros obtenidos en algunos sitios de muestreo; sin embargo, la distribución potencial de estas especies no se restringen únicamente a estos sitios, ya que también se encuentra ubicadas dentro de superficies consideradas para el proyecto, fuera de los sitios de muestreo.

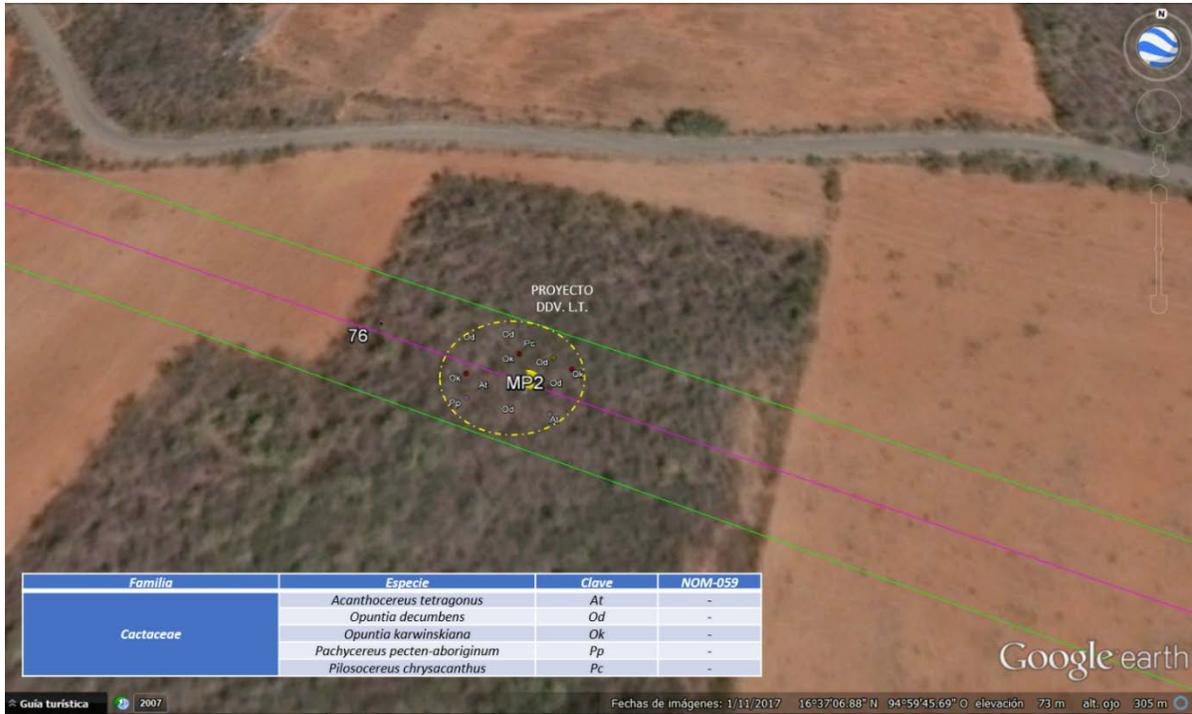


Figura 39. Distribución potencial de algunas cactáceas observadas en el MP2.



Figura 40. Distribución potencial de algunas cactáceas observadas en el MP4.

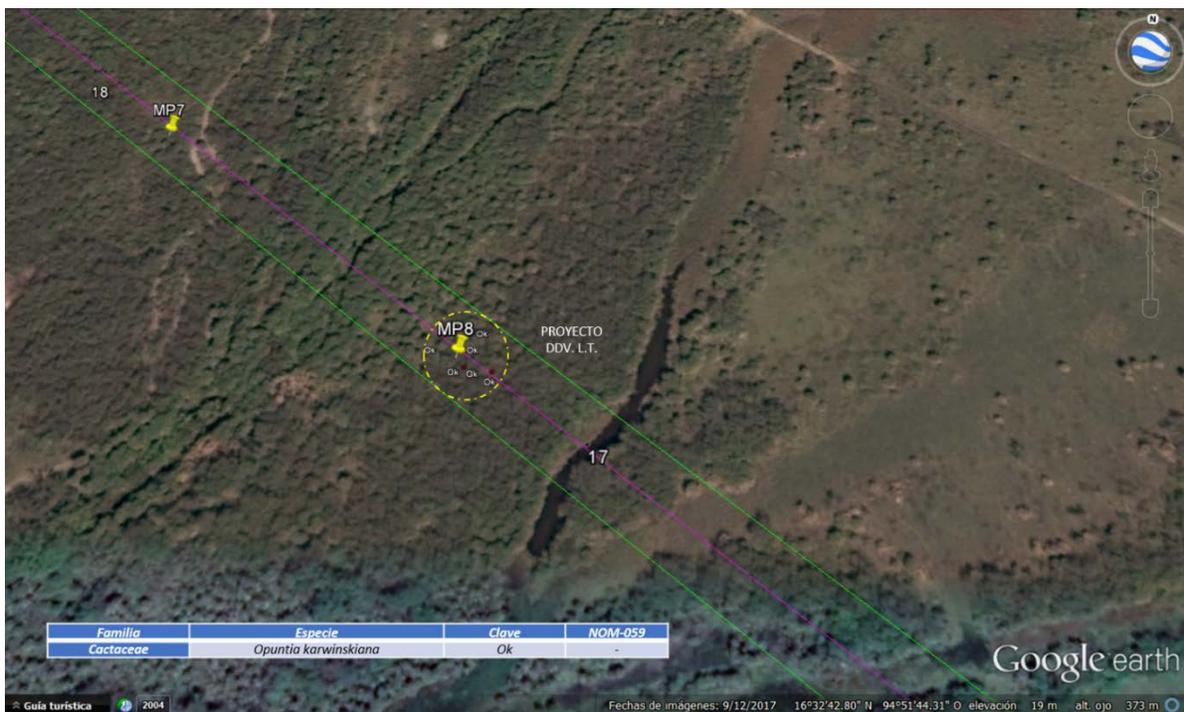


Figura 41. Distribución potencial de algunas cactáceas observadas en el MP8.

Las imágenes anteriores muestran la distribución potencial de cactáceas observadas en algunos sitios de muestreo dentro de superficies del proyecto y que deberán ser

rescatadas y reubicadas, además será importante considerar aquellas que directamente no se observaron *in situ*, pero potencialmente logran su distribución en superficies pretendidas. *Cabe aclarar, que además del rescate y reubicación de especies se deberán implementar tareas de “reforestación” en sitios bien seleccionados dentro del SAR, como compensación por las áreas sujetas a CUSTF en superficies consideradas por el proyecto.*

e) Biodiversidad

- **Riqueza**

Riqueza de especies en los sitios de muestreo: Para poder obtener la diversidad en la zona de estudio se llevaron a cabo sitios de muestreo. Partiendo de la información obtenida en los 20 sitios de muestreo (10 a nivel de proyecto, MP y 10 dentro del Sistema Ambiental Regional, MSA), se realizó la cuantificación del número de individuos, hábito de crecimiento o forma de vida, se tomó en cuenta el nombre de la especie y número de individuos, además en este apartado se consideraron 4 estratos para facilitar los análisis realizados: Árboles (AR), arbustos (AB), cactáceas (CAC) y herbáceas (HI), esto es para tomar en cuenta a las plantas como un indicador ambiental, para conocer más acerca de la dinámica y composición de la vegetación que se distribuye en la zona de estudio (Vas/SBC, VSa/SBK y VPI). En los siguientes mapas se muestra la distribución espacial de los sitios de muestreo realizados en campo (MP=Muestreos proyecto, MSA=Muestreos Sistema Ambiental Regional).

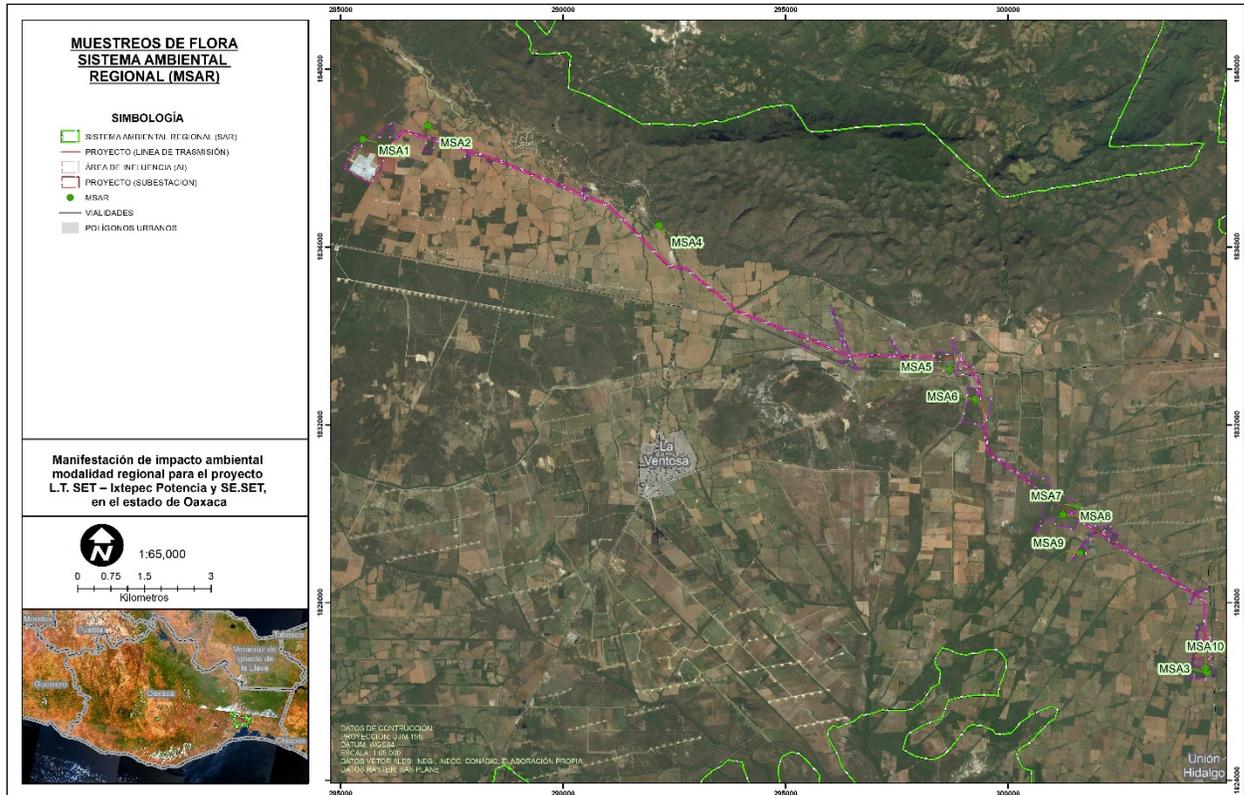
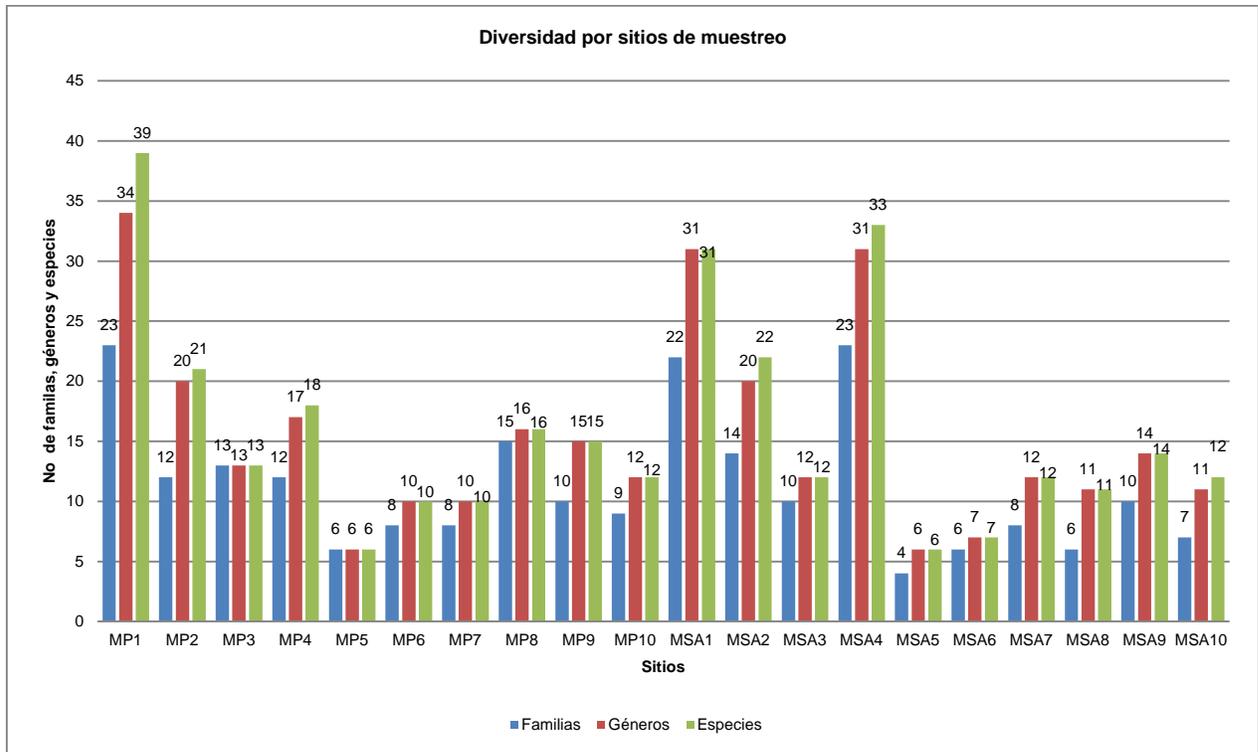


Figura 43. Distribución espacial de los 10 sitios de muestreo (MSA= Muestreros sistema ambiental regional). Consultar anexo cartográfico.

Para el caso de la riqueza de especies en los sitios de muestreo se obtuvo un total de 29 familias, 63 géneros y 76 especies; registrándose en total 4,169 individuos, donde la familia más representativa es Leguminosae. Respecto al total de familias con mayor riqueza de especies se presentan la familia Leguminosae con (19), Euphorbiaceae (6) y Cactaceae con (5) especies, el resto de las familias presentan de 1 a 4 especies.

Los sitios que mejor se encuentran representados en base al mayor número de familias (23) es para el sitio de muestreo MP1 y MSA4, seguido del sitio MSA1 con 22 familias, con 15 familias se encuentran el muestreo MP8, el sitio MSA2 con 14 familias, mientras con 13 familias se registró en los sitios de muestreo MP3. El resto de los sitios cuentan con un rango de familias de 4 a 12, tal como se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 9. Diversidad de familias, géneros y especies en los sitios de muestreo (MP y MSA).

En relación al número de especies, el sitio que ocupa el primer lugar con mayor número es el sitio MP1 con 39, seguido del muestreo MSA4 con 33 especies; el muestreo MSA1 arroja una cantidad de 31; en cuanto al sitio MSA2 logro una cantidad de 22 especies, mientras que el sitio de muestreo MP2 registró 21. El resto de los sitios van de un rango de 6 a 18 especies. El único sitio que tuvo una baja diversidad es el muestreo MP5 y MSA5 con solo 6 especies.

En cuanto al número de géneros los sitios mejor representados son el MP1 con 34 géneros, le siguen por número el sitio MSA1 y MSA4 con 31 géneros, posteriormente el sitio MP2 y MSA2 tuvieron 20, el sitio de muestreo MP4 alcanzo 17 y el sitio MP8 registro 16 géneros respectivamente; mientras tanto, el sitio menor representado fue el muestreo MP5 y MSA5 con 6 géneros. En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 13. Riqueza florística para los sitios de muestreo, Árboles (AR), arbustos (AB), Cactáceas (CAC), Herbáceas (HI).

Muestro	Familias				Géneros				Total de especies				N° de individuos				m ²
	AR	AB	CAC	HI	AR	AB	CAC	HI	AR	AB	CAC	HI	AR	AB	CAC	HI	
MP1	9	13	0	1	14	19	0	1	16	22	0	1	69	115	0	19	500
MP2	3	6	1	2	7	7	4	2	7	7	5	2	37	147	39	15	500
MP3	4	7	0	2	4	7	0	2	4	7	0	2	14	220	0	10	500
MP4	4	6	1	1	6	6	4	1	6	6	5	1	25	20	45	3	500
MP5	1	3	0	2	1	3	0	2	1	3	0	2	20	170	0	76	500
MP6	1	4	0	3	1	5	0	4	1	5	0	4	9	173	0	11	500
MP7	1	6	0	1	1	8	0	1	1	8	0	1	29	195	0	6	500
MP8	6	6	1	2	7	6	1	2	7	6	1	2	49	116	23	7	500
MP9	3	6	0	1	5	9	0	1	5	9	0	1	75	201	0	16	500

MP10	1	6	0	2	2	8	0	2	2	8	0	2	17	240	0	8	500
MSA1	10	11	0	1	15	15	0	1	15	15	0	1	52	121	0	12	500
MSA2	4	7	1	2	6	9	3	2	6	10	4	2	40	87	46	10	500
MSA3	3	5	0	2	4	6	0	2	4	6	0	2	35	182	0	26	500
MSA4	12	9	1	1	17	9	4	1	18	10	4	1	69	115	69	2	500
MSA5	1	2	0	1	1	3	0	2	1	3	0	2	44	149	0	50	500
MSA6	2	2	0	2	2	3	0	2	2	3	0	2	27	32	0	33	500
MSA7	3	4	0	1	5	6	0	1	5	6	0	1	49	232	0	10	500
MSA8	3	2	0	1	6	4	0	1	6	4	0	1	15	59	0	14	500
MSA9	4	4	0	2	6	6	0	2	6	6	0	2	53	158	0	34	500
MSA10	3	2	0	2	5	4	0	2	6	4	0	2	28	86	0	11	500
Total	78	11	5	3	11	14	16	3	11	14	19	3	75	281	222	37	10000
		1		2	5	3		4	9	8		4	6	8		3	

AR=500m², AB y CAC=400m², HI=1m². En todos los casos dentro de los 500m²

La siguiente tabla muestra las coordenadas UTM de cada sitio de muestreo (MP, MSA) y el tipo de vegetación registrado.

Cuadro 14. Coordenadas UTM 15 N Datum WGS84 de los sitios de muestreo (MP y MSA).

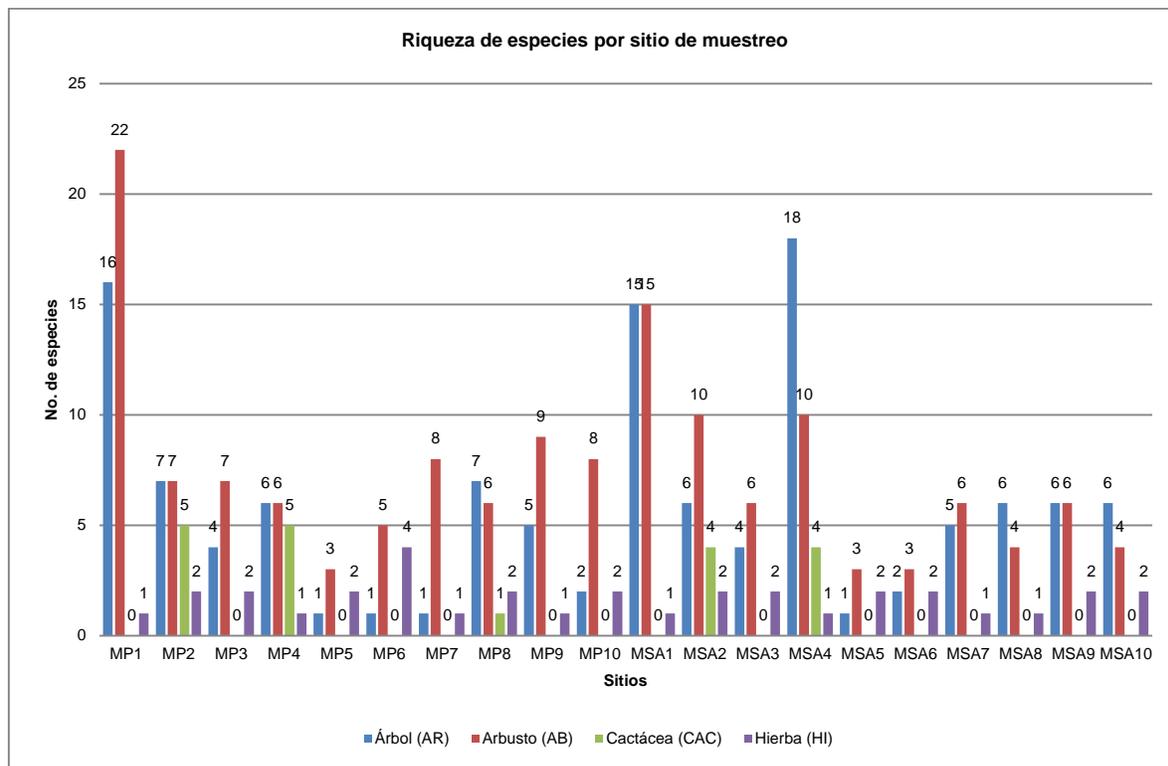
MP	X	Y	VEG	MSA	X	Y	VEG
MP1	286083.6680	1838265.9250	VSa/SBK	MSA1	285502.30	1838420.52	VSa/SBK
MP2	287057.1250	1838409.2820	VSa/SBK	MSA2	286962.01	1838727.80	VSa/SBK
MP3	304470.6000	1826992.8980	VSa/SBC	MSA3	304490.37	1826418.97	VSa/SBC
MP4	291832.5340	1836120.6140	VSa/SBC	MSA4	292159.26	1836486.02	VSa/SBC
MP5	298667.9820	1833508.4160	VPI	MSA5	298690.29	1833235.27	VPI
MP6	299402.3020	1832443.8660	VPI	MSA6	299272.74	1832571.37	VPI
MP7	301067.0690	1830269.6650	VSa/SBC	MSA7	301578.42	1830165.76	VSa/SBC
MP8	301212.9720	1830162.8360	VSa/SBC	MSA8	301231.61	1829973.85	VSa/SBC
MP9	302342.5880	1829392.8180	VSa/SBC	MSA9	301624.35	1829105.70	VSa/SBC
MP10	304425.5060	1827094.3560	VSa/SBC	MSA10	304440.78	1826531.87	VSa/SBC

VSa/SBC=Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, VSa/SBK=Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia, VPI=Palmar inducido.

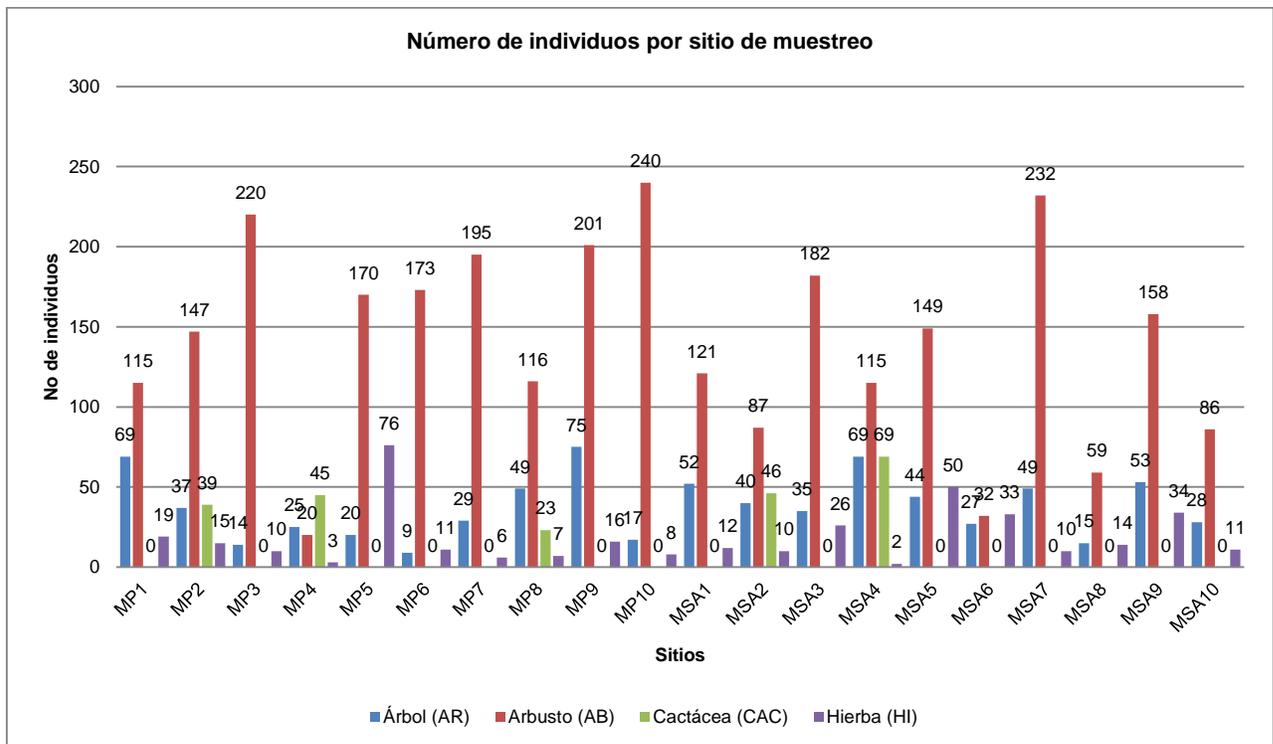
La tabla de riqueza florística muestra la dominancia del estrato arbustivo por abundancia (familias y géneros), con respecto a especies el estrato arbóreo presenta mayor dominancia y esto se debe a la diversidad de formas biológicas con que cuenta la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC), vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia (VSa/SBK) y palmar inducido (VPI) en esta región de Oaxaca, esto evidencia la importancia ecológica de estos ecosistemas. La situación de las selvas secas es más compleja si se considera el estado de conservación de las que están en pie y que corresponde al dominio, en las analizadas, del estrato arbóreo o al arbustivo. En el caso del arbóreo supone una presencia de algunos elementos estructurales importantes de la selva, en contraste con el de las arbustivas, que supone un estado de conservación pobre, y puede implicar la pérdida de componentes importantes de la vegetación. De acuerdo con estos datos, solo quedan en pie cerca de 68 500 km² de selvas caducifolias y alrededor de 7 000 km² de subcaducifolias arbóreas, lo que corresponde a 30 y 18%, respectivamente, de las selvas originales en México.

La forma de vida arbustiva y herbácea suma un total de 3,191 individuos. En su conjunto los 4 estratos suman un total de 4,169 individuos registrados en una superficie de 1 ha.

Las especies arbóreas más representativas que se reportan para este estudio son: *Guazuma ulmifolia*, *Sabal mexicana*, *Acacia cornígera*, *Bonellia macrocarpa*, *Prosopis juliflora*, *Quadrella incana* y *Lycium carolinianum*. La siguiente gráfica muestra la riqueza y abundancia de especies en sus diferentes estratos y formas de vida por sitio de muestreo; en primer término, la forma arbórea se encuentra representada en todos los sitios de muestreos. Como se alcanza a observar, los sitios con mayor abundancia de especies arbóreas son para el MSA4 con 18 especies, el sitio MP1 con 16 especies, MSA1 con 15 especies; para los sitios MP2 y MP8 registraron 7 especies de árboles, el resto de los sitios están en un rango de 1 a 6 especies. También se aprecia que en todos los sitios se encuentran las especies arbustivas, los sitios con mayor número de especies arbustivas es el MP1 (22 especies), le siguen el sitio MSA1 (15), MSA4 y MSA2 (10) y MP9 (9), el sitio MP10 y MP7 (8), posteriormente el sitio MP2 y MP3 (7), los demás les siguen de 3 a 6 especies. El sitio con la menor cantidad de arbustos es el MSA6, MP5 y MSA5 con 3 especie. Para las cactáceas el sitio con mayor cantidad de especies registradas es el sitio MP2 y MP4 con 5 especies. Mientras que los sitios MSA4 y MSA2 registraron 4 especies. En relación a las herbáceas podemos observar que en todos los sitios se encuentran presentes, el rango de presencia de especies de hierbas va de 1-2. En la siguiente grafica se presentan los resultados obtenidos.



Gráfica 10. Riqueza de especies por sitio de muestreo en sus cuatro formas de vida.



Gráfica 11. Número de individuos por sitio de muestreo en sus cuatro formas de vida.

Ahora bien, queda por analizar la cantidad de individuos en sus cuatro tipos de estratos. Se puede observar que el sitio que tiene la mayor cantidad de individuos arbóreos es el sitio MP9 con 75 ejemplares, le sigue en segundo lugar el sitio MP1 y MSA4 con (69), el sitio MSA9 (53), el sitio MSA1 (52) y el MP8 y MSA7 (49). El resto de los sitios se mantiene en un rango de 9 a 44 árboles. El sitio con menor cantidad de árboles fue el muestreo MP6 con 9 ejemplares.

Para los individuos arbustivos tenemos que quien ocupa el primer lugar es el sitio MP10 con 240 unidades, seguido del sitio MSA7 (232), en tercer lugar, tenemos al sitio MP3 con 220 ejemplares, le sigue el sitio MP9 con (201) individuos, posteriormente el sitio MP7 con (195) y el sitio MSA3 (182) individuos. El resto de los sitios de muestreo se mantienen en un rango menor a 173 individuos. El sitio con menor número de individuos arbustivos es para el MP4 con (20).

Para las cactáceas tenemos que quien ocupa el primer lugar es el sitio MSA4 con 69 unidades, seguido del sitio MSA2 (46), en tercer lugar, tenemos al sitio MP4 con 45 ejemplares, MP2 con 39 individuos y MP8 con 23 individuos. El resto de los sitios no se registró ni un individuo. Es importante mencionar, que las cactáceas que se encuentran dentro de los MP deberán ser rescatadas y reubicadas (ver anexo correspondiente).

Para las hierbas tenemos que en conjunto para todos los sitios son 373 individuos los cuales se encuentran repartidos de mayor abundancia a menor. El sitio MP5 ocupa el primer lugar con 76 individuos, seguido por el sitio MSA5 (50). El resto de los sitios se mantienen en un rango menor a 34 ejemplares. El sitio con menor número de individuos herbáceos es el sitio MSA4 con 2 individuos.

Para fines prácticos de los análisis y resultados obtenidos, la siguiente información fue separada a nivel de SAR y proyecto, con la finalidad de lograr conocer los sitios que muestran una mayor diversidad de especies y finalmente realizar una comparativa de los resultados obtenidos.

Estructura (Sistema Ambiental Regional)

- **Valor de importancia:** La siguiente información presentan los resultados del índice de valor de importancia obtenido por estrato para cada especie de todas las que fueron identificadas dentro de los sitios de muestreo correspondientes al SAR (árboles, arbustos, cactáceas y herbáceas).

Árboles (AR)

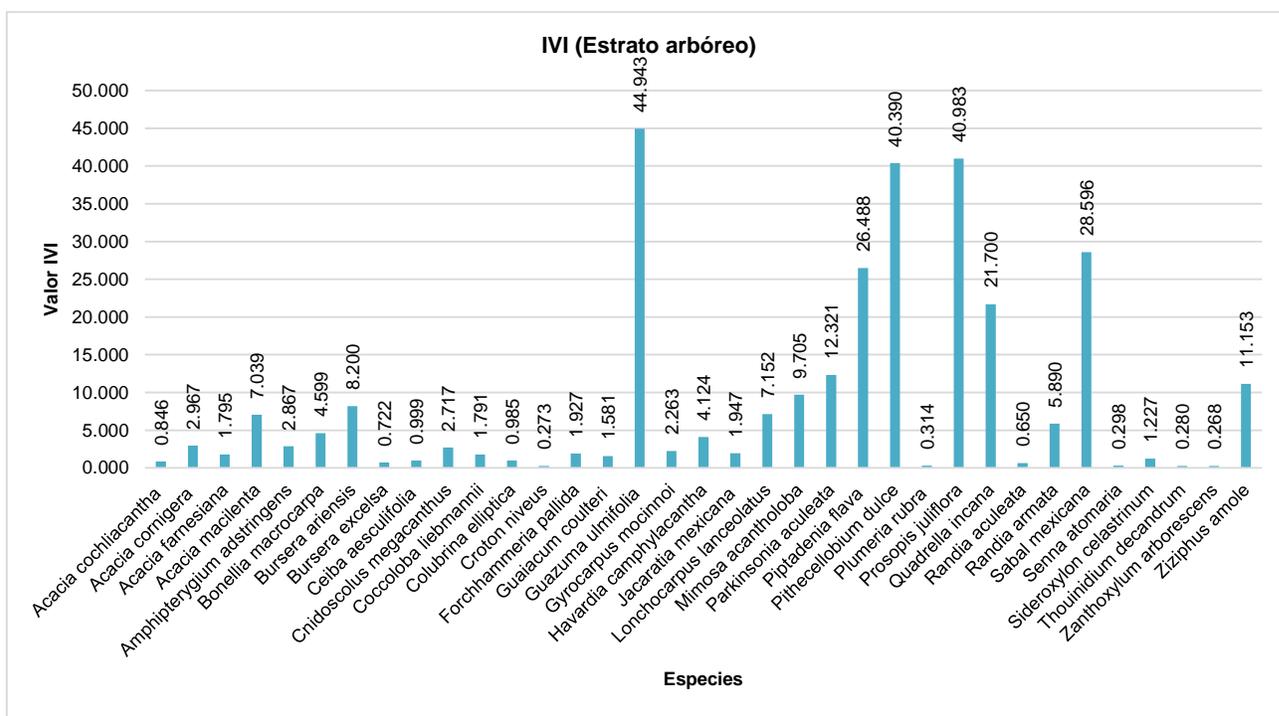
La especie *Guazuma ulmifolia* llega a alcanzar (44.943) siendo la más importante del total de registros para este estrato, colocándola en primer lugar que se registraron en 4 de los 10 sitios (MSA3, MSA8, MSA9 y MSA10). También se registró otra especie relevante de acuerdo a este índice que es *Prosopis juliflora* ocupando la segunda posición con un valor de importancia de (40.983), le sigue *Pithecellobium dulce* con un valor IVI de 40.390. Mientras que la especie con menor valor IVI corresponde a *Zanthoxylum arborescens* con 0.268 puntos.

Cuadro 15. Índices de valor de importancia para el estrato arbóreo.

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	2	0.485	0.307	0.054	0.846
2	Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	8	1.942	0.169	0.857	2.967
3	Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	5	1.214	0.247	0.335	1.795
4	Leguminosae	<i>Acacia macilenta</i>	9	2.184	3.770	1.084	7.039
5	Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	6	1.456	0.929	0.482	2.867
6	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	10	2.427	0.834	1.338	4.599
7	Burseraceae	<i>Bursera ariensis</i>	15	3.641	1.548	3.011	8.200
8	Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	1	0.243	0.466	0.013	0.722
9	Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0.243	0.742	0.013	0.999
10	Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus megacanthus</i>	7	1.699	0.362	0.656	2.717
11	Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmannii</i>	3	0.728	0.943	0.120	1.791
12	Rhamnaceae	<i>Colubrina elliptica</i>	2	0.485	0.446	0.054	0.985
13	Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>	1	0.243	0.017	0.013	0.273
14	Capparaceae	<i>Forchhammeria pallida</i>	4	0.971	0.742	0.214	1.927
15	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	1	0.243	1.325	0.013	1.581
16	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	43	10.437	9.761	24.746	44.943
17	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	5	1.214	0.714	0.335	2.263
18	Leguminosae	<i>Havardia camphylacantha</i>	2	0.485	3.585	0.054	4.124
19	Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	2	0.485	1.408	0.054	1.947
20	Leguminosae	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	12	2.913	2.312	1.927	7.152
21	Leguminosae	<i>Mimosa acantholoba</i>	17	4.126	1.711	3.868	9.705
22	Leguminosae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	20	4.854	2.113	5.353	12.321
23	Leguminosae	<i>Piptadenia flava</i>	32	7.767	5.016	13.704	26.488
24	Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	21	5.097	29.391	5.902	40.390
25	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	1	0.243	0.057	0.013	0.314
26	Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i>	34	8.252	17.259	15.471	40.983
27	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	30	7.282	2.373	12.045	21.700
28	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	2	0.485	0.111	0.054	0.650
29	Rubiaceae	<i>Randia armata</i>	13	3.155	0.473	2.262	5.890
30	Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	80	19.417	7.251	1.927	28.596
31	Leguminosae	<i>Senna atomaria</i>	1	0.243	0.042	0.013	0.298

32	Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	3	0.728	0.378	0.120	1.227
33	Sapindaceae	<i>Thouinidium decandrum</i>	1	0.243	0.024	0.013	0.280
34	Rutaceae	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	1	0.243	0.012	0.013	0.268
35	Rhamnaceae	<i>Ziziphus amole</i>	17	4.126	3.159	3.868	11.153
Total			412	100	100	100	300

Para *Guazuma ulmifolia* y *Prosopis juliflora* registran altos valores de importancia (IVI) que está dado por su frecuencia, más que su densidad y dominancia y que al igual que las especies *Bonellia macrocarpa*, *Bursera ariensis*, *Parkinsonia aculeata*, *Quadrella incana*, *Piptadenia flava*, etc. conforman la estructura básica de la estructura y composición florística en esta región de Oaxaca. En la siguiente gráfica se visualiza el índice de valor de importancia de las especies arbóreas más representativas dentro de los sitios de muestreo a nivel SAR. En la gráfica siguiente, se representan las especies con mayor IVI y de las cuales fueron las más significativas.



Gráfica 12. Índice de valor de importancia para estrato arbóreo.

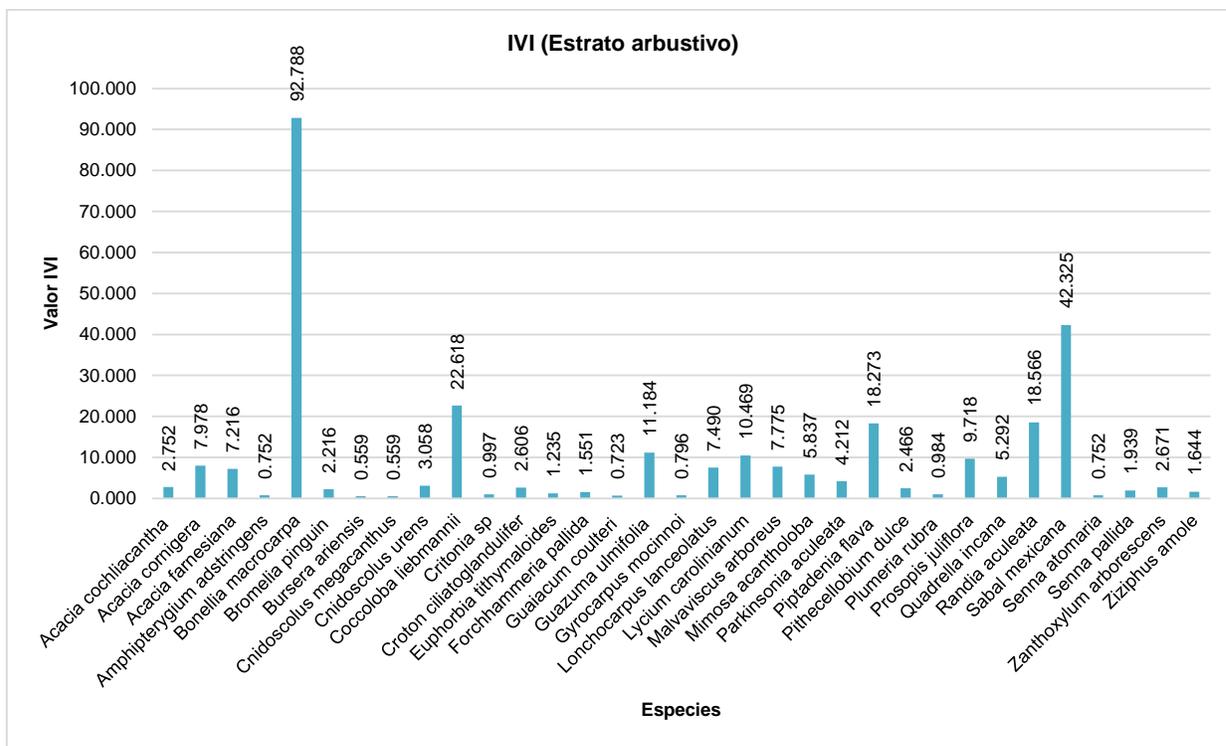
Arbustos (AB)

La especie *Bonellia macrocarpa* llega a alcanzar (92.788) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primer lugar. También se registró otra especie relevante de acuerdo a este índice que es *Sabal mexicana* ocupando la segunda posición con un valor de importancia de (42.325); así mismo, *Coccoloba liebmanni* ocupa el tercer lugar con valores de importancia de (22.618), le continúa *Randia aculeata* con valores de (18.566) obteniendo la cuarta posición y a su vez la especie que más comúnmente fue encontrada en los sitios de muestreo, en quinta posición se encuentra *Piptadenia flava* con un valor de (18.273); el resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia bastante homogéneas en todos los sitios de muestreo en el SAR.

Cuadro 16. Índices de valor de importancia para el estrato arbustivo

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	4	0.328	2.339	0.085	2.752
2	Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	80	6.552	0.661	0.765	7.978
3	Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	27	2.211	4.240	0.765	7.216
4	Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	1	0.082	0.585	0.085	0.752
5	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	254	20.803	23.006	48.980	92.788
6	Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	11	0.901	0.550	0.765	2.216
7	Burseraceae	<i>Bursera ariensis</i>	4	0.328	0.146	0.085	0.559
8	Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus megacanthus</i>	4	0.328	0.146	0.085	0.559
9	Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus urens</i>	27	2.211	0.082	0.765	3.058
10	Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmannii</i>	46	3.767	4.479	14.371	22.618
11	Compositae	<i>Critonia sp</i>	4	0.328	0.585	0.085	0.997
12	Euphorbiaceae	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	29	2.375	0.146	0.085	2.606
13	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia tithymaloides</i>	8	0.655	0.240	0.340	1.235
14	Capparaceae	<i>Forchhammeria pallida</i>	7	0.573	0.637	0.340	1.551
15	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	6	0.491	0.146	0.085	0.723
16	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	61	4.996	5.848	0.340	11.184
17	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus mocinoi</i>	2	0.164	0.292	0.340	0.796
18	Leguminosae	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	14	1.147	2.177	4.167	7.490
19	Solanaceae	<i>Lycium carolinianum</i>	125	10.238	0.146	0.085	10.469
20	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	83	6.798	0.637	0.340	7.775
21	Leguminosae	<i>Mimosa acantholoba</i>	10	0.819	4.678	0.340	5.837
22	Leguminosae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	33	2.703	1.170	0.340	4.212
23	Leguminosae	<i>Piptadenia flava</i>	38	3.112	4.871	10.289	18.273
24	Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	13	1.065	1.316	0.085	2.466
25	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	6	0.491	0.152	0.340	0.984
26	Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i>	56	4.586	2.070	3.061	9.718
27	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	15	1.229	3.298	0.765	5.292
28	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	54	4.423	11.082	3.061	18.566
29	Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	164	13.432	22.006	6.888	42.325
30	Leguminosae	<i>Senna atomaria</i>	1	0.082	0.585	0.085	0.752
31	Leguminosae	<i>Senna pallida</i>	22	1.802	0.053	0.085	1.939
32	Rutaceae	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	5	0.410	0.901	1.361	2.671
33	Rhamnaceae	<i>Ziziphus amole</i>	7	0.573	0.731	0.340	1.644
Total			1221	100	100	100	300

Bonellia macrocarpa, *Sabal mexicana*, *Coccoloba liebmannii* y *Randia aculeata*, registran altos valores de importancia (IVI) que está dado por su dominancia más que por su densidad. Es importante mencionar, que estas especies con un alto IVI se encuentran presentes en todos los sitios de muestreo. El resto de especies muestra un comportamiento medio de distribución y dominancia como se muestra en la siguiente grafica con los valores correspondientes al índice de valor de importancia para el estrato arbustivo.



Gráfica 13. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo.

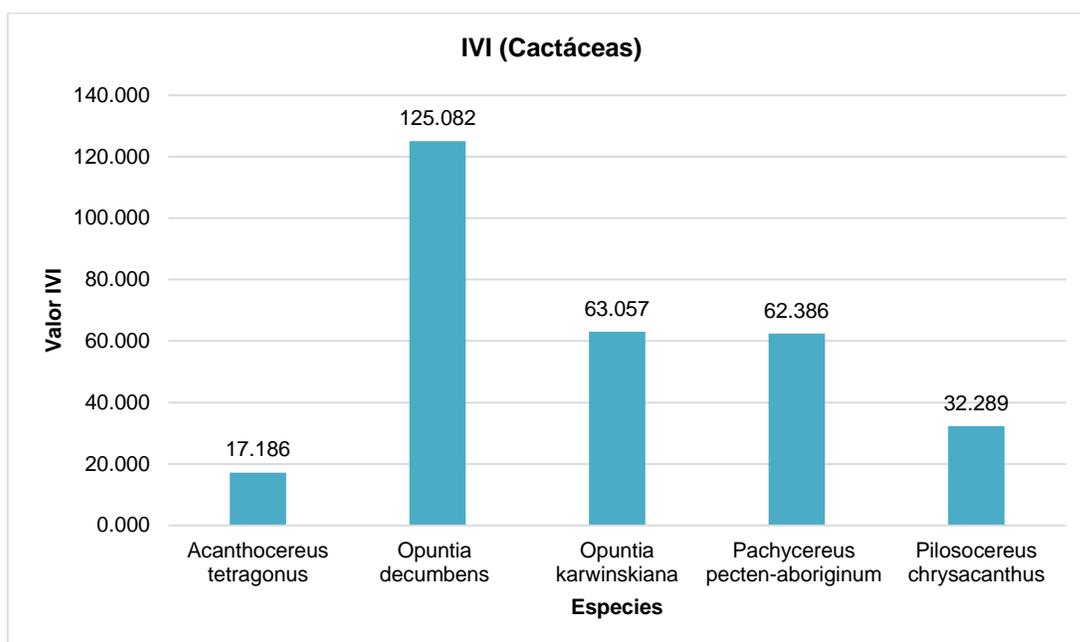
Cactáceas (CAC)

De las 5 especies registradas, la especie *Opuntia decumbens* llega a alcanzar (125.082) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primer lugar. También se registró otra especie relevante de acuerdo a este índice que es *Opuntia karwinskiana* ocupando la segunda posición con un valor de importancia de (63.057); así mismo, *Pachycereus pecten-aboriginum* ocupa el tercer lugar con valores de importancia de (62.386), le continúa *Pilosocereus chrysacanthus* con valores de (32.289) obteniendo la cuarta posición y a su vez la especie que más comúnmente fue encontrada en los sitios de muestreo y en quinta posición se encuentra *Acanthocereus tetragonus* con un valor de (17.186).

Cuadro 17. Índices de valor de importancia para las cactáceas

Especie	Nº Individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	17	14.783	0.442	1.961	17.186
<i>Opuntia decumbens</i>	53	46.087	8.407	70.588	125.082
<i>Opuntia karwinskiana</i>	1	0.870	60.226	1.961	63.057
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	16	13.913	30.826	17.647	62.386
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	28	24.348	0.098	7.843	32.289
Total	115	100	100	100	300

En la siguiente gráfica se muestran los valores correspondientes al índice de valor de importancia para las cactáceas registradas.



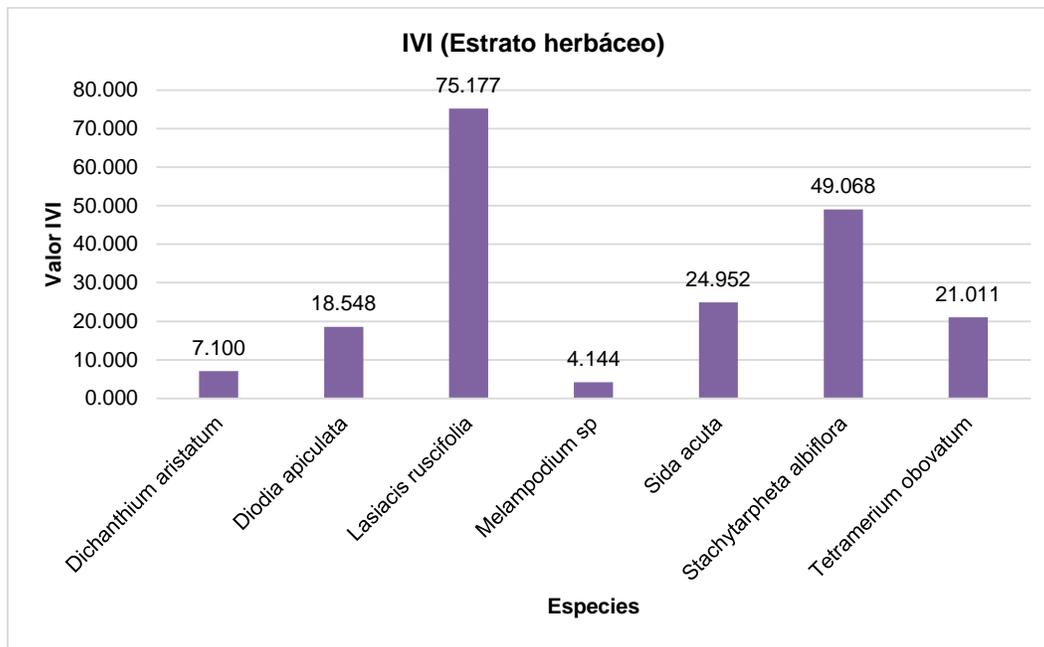
Gráfica 14. Índice de valor de importancia para las cactáceas.

Herbáceas (HI)

La especie dominante para este estrato corresponde a *Lasiacis ruscifolia* que llega a alcanzar un valor de IVI de 75.177, *Stachytarpheta albiflora* con un IVI de 49.068, en tercer lugar, se registra *Sida acuta* con un valor de 24.952, posteriormente *Tetramerium obovatum* con un valor IVI de 21.011, *Diodia apiculata* con IVI de 18.548 puntos y otras dos especies con menos de 8 puntos.

Cuadro 18. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo

Nº	Familia	Especie	Nº Individuos	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Poaceae	<i>Dichanthium aristatum</i>	10	4.926	2.174	7.100
2	Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i>	20	9.852	8.696	18.548
3	Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	82	40.394	34.783	75.177
4	Compositae	<i>Melampodium sp</i>	4	1.970	2.174	4.144
5	Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	33	16.256	8.696	24.952
6	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta albiflora</i>	29	14.286	34.783	49.068
7	Acanthaceae	<i>Tetramerium obovatum</i>	25	12.315	8.696	21.011
Total			203	100	100	200



Gráfica 15. Índice de valor de importancia para herbáceas.

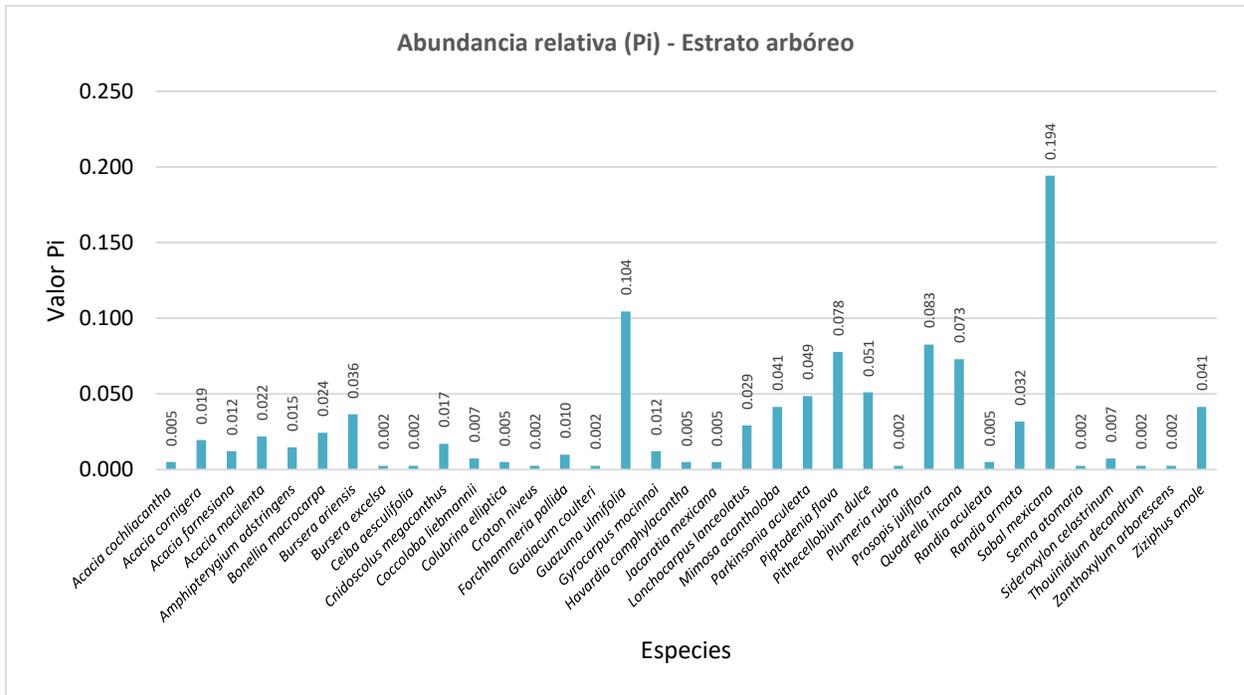
Diversidad (Sistema Ambiental Regional)

- Índices de diversidad.** Con los datos obtenidos se logró tomar en cuenta el índice de dominancia de **Simpson**. Este índice tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más "diversa", factor que ocurre para este análisis. De hecho, la interpretación de la abundancia proporcional es la probabilidad de un encuentro intraspecífico. Medir la abundancia proporcional de cada especie permitió identificar aquellas que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, alerta acerca de procesos empobrecedores que están ocurriendo dentro del ecosistema en estudio. Esto puede determinar algunas causas del porque ciertas especies sólo prefieren desarrollarse en lugares específicos o algunas que se observan con muy baja frecuencia.

La siguiente información presentan los resultados de la abundancia relativa obtenida por estrato para cada especie de todas las que fueron identificadas dentro de los sitios de muestreo correspondientes al SAR (árboles, arbustos, cactáceas y herbáceas).

Árboles (AR)

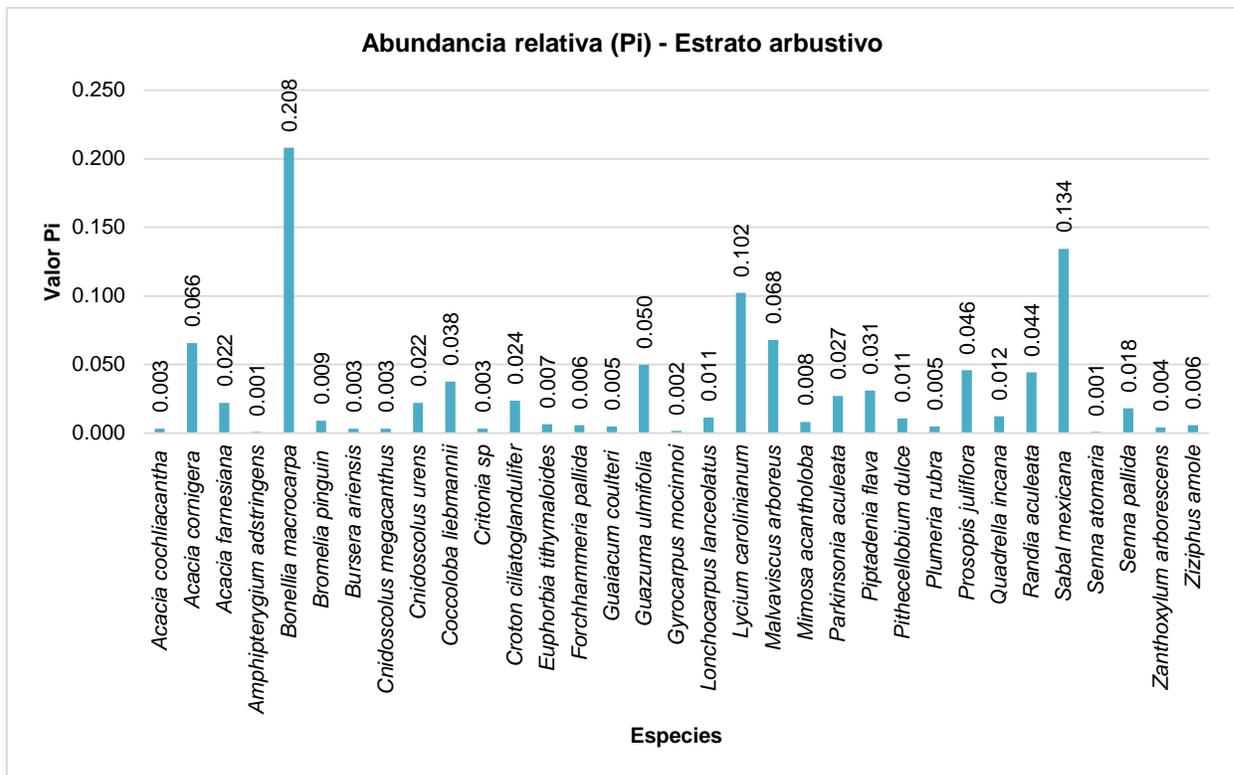
La especie *Sabal mexicana*, *Guazuma ulmifolia* y *Prosopis juliflora* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto de especies que tienen menor probabilidad; no obstante, estas especies mencionadas resultaron ser las más abundantes (pi de 0.194, 0.104 y 0.083); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa para el estrato arbóreo. Algunas especies se muestran abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera homogénea, (ver grafica siguiente).



Gráfica 16. Abundancia relativa para estrato arbóreo.

Arbustos (AB)

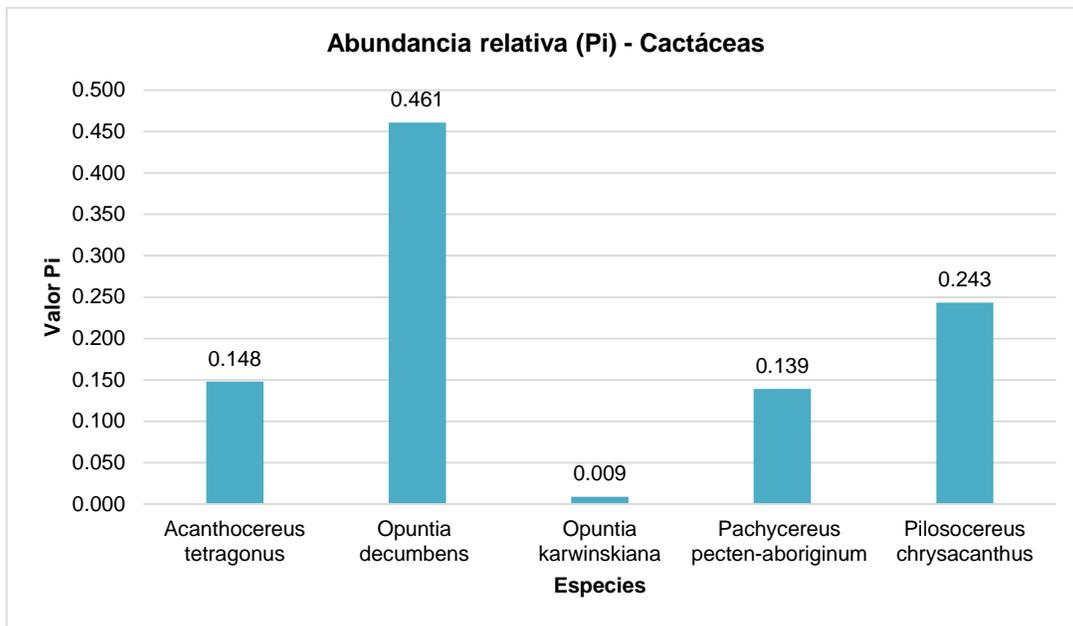
Las especies *Bonellia macrocarpa*, *Sabal mexicana* y *Lycium carolinianum* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto de especies que tienen menor probabilidad; no obstante, las tres especies mencionadas resultaron ser las más abundantes (pi de 0.208, 0.134 y 0.102) respectivamente; esto asume que la comunidad en la zona de estudio presenta una equitatividad media de manera general para la VSa/SBC, VSa/SBK y VPI, (Ver grafica siguiente).



Gráfica 17. Abundancia relativa para estrato arbustivo.

Cactáceas (CAC)

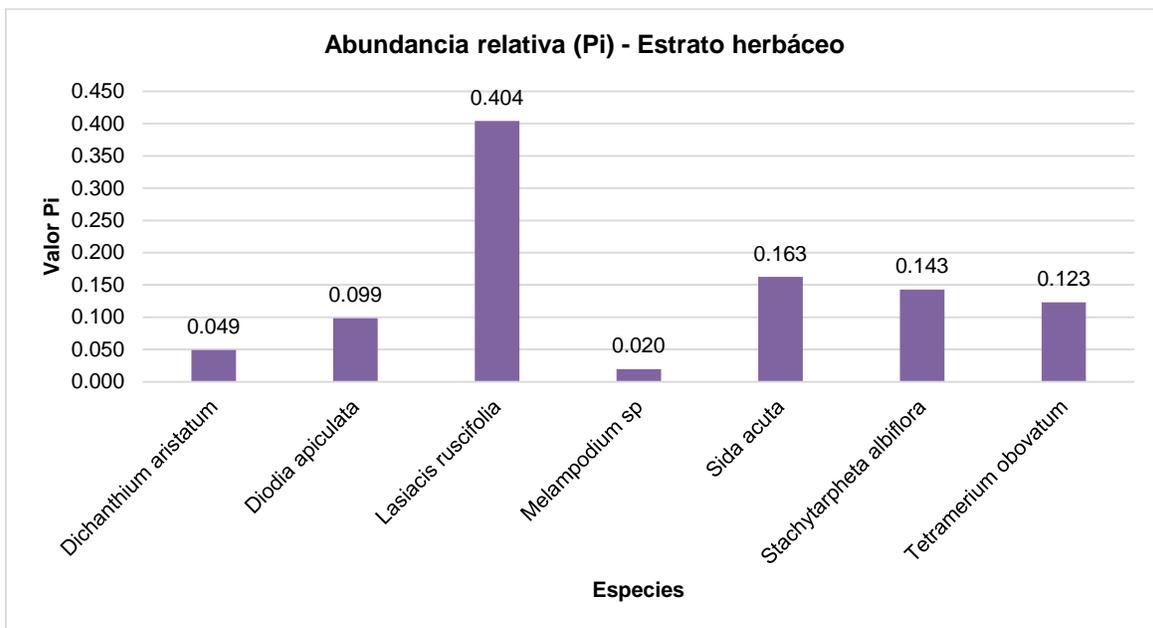
Las especies *Opuntia decumbens*, *Pilosocereus chrysacanthus* y *Acanthocereus tetragonus* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto de especies que tienen menor probabilidad; no obstante, las tres especies mencionadas resultaron ser las más abundantes (pi de 0.461, 0.243 y 0.148) respectivamente; esto asume que la comunidad en la zona de estudio presenta una equitatividad media de manera general para la VSa/SBC, VSa/SBK y VPI (Ver grafica siguiente).



Gráfica 18. Abundancia relativa para cactáceas.

Herbáceas (HI)

Las especies *Lasiacis ruscifolia*, *Sida acuta*, *Stachytarpheta albiflora* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto de especies que tienen menor probabilidad; no obstante, las tres especies mencionadas resultaron ser las más abundantes (pi de 0.404, 0.163 y 0.143) respectivamente; esto asume que la comunidad en la zona de estudio presenta una equitatividad media a alta de manera general para la VSa/SBC, VSa/SBK y VPI, (Ver grafica siguiente).



Gráfica 19. Abundancia relativa para estrato herbáceo.

La siguiente información presentan los resultados de la diversidad obtenidos por estrato para cada especie de todas las que fueron identificadas dentro de los sitios de muestreo (árboles, arbustos, cactáceas y herbáceas). Para el caso de la riqueza de especies y la equidad en la distribución de individuos para las diferentes especies identificadas en los sitios de muestreo se obtuvo el índice de **Shannon-Wiener**, los valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

Árboles (AR)

En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad correspondientes al estrato arbóreo de las especies observadas en los sitios de muestreo.

Cuadro 19. Valores de diversidad del estrato arbóreo

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	2	0.005	-5.328	-0.026
2	Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	8	0.019	-3.942	-0.077
3	Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	5	0.012	-4.412	-0.054
4	Leguminosae	<i>Acacia macilenta</i>	9	0.022	-3.824	-0.084
5	Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	6	0.015	-4.229	-0.062
6	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	10	0.024	-3.718	-0.090
7	Burseraceae	<i>Bursera ariensis</i>	15	0.036	-3.313	-0.121
8	Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	1	0.002	-6.021	-0.015
9	Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0.002	-6.021	-0.015
10	Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus megacanthus</i>	7	0.017	-4.075	-0.069
11	Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmannii</i>	3	0.007	-4.922	-0.036
12	Rhamnaceae	<i>Colubrina elliptica</i>	2	0.005	-5.328	-0.026
13	Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>	1	0.002	-6.021	-0.015
14	Capparaceae	<i>Forchhammeria pallida</i>	4	0.010	-4.635	-0.045
15	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	1	0.002	-6.021	-0.015
16	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	43	0.104	-2.260	-0.236
17	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus mocinnoi</i>	5	0.012	-4.412	-0.054
18	Leguminosae	<i>Havardia camphylacantha</i>	2	0.005	-5.328	-0.026
19	Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	2	0.005	-5.328	-0.026
20	Leguminosae	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	12	0.029	-3.536	-0.103
21	Leguminosae	<i>Mimosa acantholoba</i>	17	0.041	-3.188	-0.132
22	Leguminosae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	20	0.049	-3.025	-0.147
23	Leguminosae	<i>Piptadenia flava</i>	32	0.078	-2.555	-0.198
24	Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	21	0.051	-2.977	-0.152
25	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	1	0.002	-6.021	-0.015
26	Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i>	34	0.083	-2.495	-0.206
27	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	30	0.073	-2.620	-0.191
28	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	2	0.005	-5.328	-0.026
29	Rubiaceae	<i>Randia armata</i>	13	0.032	-3.456	-0.109
30	Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	80	0.194	-1.639	-0.318
31	Leguminosae	<i>Senna atomaria</i>	1	0.002	-6.021	-0.015
32	Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	3	0.007	-4.922	-0.036
33	Sapindaceae	<i>Thouinidium decandrum</i>	1	0.002	-6.021	-0.015
34	Rutaceae	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	1	0.002	-6.021	-0.015
35	Rhamnaceae	<i>Ziziphus amole</i>	17	0.041	-3.188	-0.132
Total			412	1		

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Cuadro 20. Valores de diversidad

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	35
H' calculada	2.895
H' máxima = Ln S	3.555
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.814
H' máxima - H' calculada	0.661

De acuerdo a los cálculos de diversidad se encontró que para el estrato arbóreo el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de $H' = 2.895$, con una H' máxima de 3.555, lo que indica una diversidad media a alta de árboles en términos de riqueza de especies.

Arbustos (AB)

En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad correspondientes al estrato arbustivo de las especies observadas en los sitios de muestreo.

Cuadro 21. Valores de diversidad del estrato arbustivo.

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	4	0.003	-5.721	-0.019
2	Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	80	0.066	-2.725	-0.179
3	Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	27	0.022	-3.812	-0.084
4	Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	1	0.001	-7.107	-0.006
5	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	254	0.208	-1.570	-0.327
6	Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	11	0.009	-4.710	-0.042
7	Burseraceae	<i>Bursera ariensis</i>	4	0.003	-5.721	-0.019
8	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus megacanthus</i>	4	0.003	-5.721	-0.019
9	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus urens</i>	27	0.022	-3.812	-0.084
10	Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmannii</i>	46	0.038	-3.279	-0.124
11	Compositae	<i>Critonia sp</i>	4	0.003	-5.721	-0.019
12	Euphorbiaceae	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	29	0.024	-3.740	-0.089
13	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia tithymaloides</i>	8	0.007	-5.028	-0.033
14	Capparaceae	<i>Forchhammeria pallida</i>	7	0.006	-5.162	-0.030
15	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	6	0.005	-5.316	-0.026
16	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	61	0.050	-2.997	-0.150
17	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus mocinnoi</i>	2	0.002	-6.414	-0.011
18	Leguminosae	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	14	0.011	-4.468	-0.051
19	Solanaceae	<i>Lycium carolinianum</i>	125	0.102	-2.279	-0.233
20	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	83	0.068	-2.689	-0.183
21	Leguminosae	<i>Mimosa acantholoba</i>	10	0.008	-4.805	-0.039
22	Leguminosae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	33	0.027	-3.611	-0.098
23	Leguminosae	<i>Piptadenia flava</i>	38	0.031	-3.470	-0.108

24	Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	13	0.011	-4.542	-0.048
25	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	6	0.005	-5.316	-0.026
26	Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i>	56	0.046	-3.082	-0.141
27	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	15	0.012	-4.399	-0.054
28	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	54	0.044	-3.118	-0.138
29	Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	164	0.134	-2.008	-0.270
30	Leguminosae	<i>Senna atomaria</i>	1	0.001	-7.107	-0.006
31	Leguminosae	<i>Senna pallida</i>	22	0.018	-4.016	-0.072
32	Rutaceae	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	5	0.004	-5.498	-0.023
33	Rhamnaceae	<i>Ziziphus amole</i>	7	0.006	-5.162	-0.030
Total			1221	1		

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Cuadro 22. Valores de diversidad

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	33
H' calculada	2.778
H' máxima = Ln S	3.497
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.795
H' máxima - H' calculada	0.718

De acuerdo a los cálculos de diversidad se encontró que para el estrato arbustivo el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de H' 2.778, con una H' máxima de 3.497, lo que indica una diversidad de arbustos media en términos de riqueza de especies.

Cactáceas (CAC)

En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad correspondientes a las cactáceas de las especies observadas en los sitios de muestreo para el SAR, donde casi todas resultan ser poco abundantes.

Cuadro 23. Valores de diversidad de cactáceas.

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	17	0.148	-1.912	-0.283
2	Cactaceae	<i>Opuntia decumbens</i>	53	0.461	-0.775	-0.357
3	Cactaceae	<i>Opuntia karwinskiana</i>	1	0.009	-4.745	-0.041
4	Cactaceae	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	16	0.139	-1.972	-0.274
5	Cactaceae	<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	28	0.243	-1.413	-0.344
Total			115	1		

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Cuadro 24. Valores de diversidad.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	5
H' calculada	1.299
H' máxima = Ln S	1.609
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.807
H' máxima - H' calculada	0.310

De acuerdo a los cálculos de diversidad se encontró que para las cactáceas el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de H' 1.299, con una H' máxima de 1.609, lo que indica una diversidad de cactáceas baja en términos de riqueza de especies.

Herbáceas (HI)

En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad correspondientes al estrato herbáceo de las especies observadas en los sitios de muestreo, donde casi todas resultan ser abundantes.

Cuadro 25. Valores de diversidad del estrato herbáceo

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	Poaceae	<i>Dichanthium aristatum</i>	10	0.049	-3.011	-0.148
2	Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i>	20	0.099	-2.317	-0.228
3	Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	82	0.404	-0.906	-0.366
4	Compositae	<i>Melampodium sp</i>	4	0.020	-3.927	-0.077
5	Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	33	0.163	-1.817	-0.295
6	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta albiflora</i>	29	0.143	-1.946	-0.278
7	Acanthaceae	<i>Tetramerium obovatum</i>	25	0.123	-2.094	-0.258
Total			203	1		

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Cuadro 26. Valores de diversidad

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	7
H' calculada	1.651
H' máxima = Ln S	1.946
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.849
H' máxima - H' calculada	0.295

De acuerdo a los cálculos de diversidad se encontró que para el estrato herbáceo el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de H' 1.651, con una H' máxima de 1.946, lo que indica una diversidad de hierbas baja en términos de riqueza de especies.

Finalmente, se llevó a cabo el índice de **equidad (J)** que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

En la siguiente tabla podemos observar que uno del estrato en el cual se presenta equidad considerable de especies son las herbáceas con 0.849, esto nos indica que casi se llegan a valores de 1 donde las especies pudieran resultar igualmente abundantes; sin embargo, no es el caso en la zona de estudio; en segundo plano tenemos al estrato arbóreo con un 0.814; cactáceas con 0.807; mientras que el estrato arbustivo fue quien presentó la menor equidad (0.795).

Cuadro 27. Índice de equidad.

Estrato	Equidad (J')
Herbáceo	0.849
Arbóreo	0.814
Cactácea	0.807
Arbustivo	0.795

De acuerdo a este análisis a nivel de SAR, nos indica que las herbáceas son las que muestran mayor probabilidad de encontrarse especies entre uno y otro sitio. En el caso de las herbáceas, registro una mayor probabilidad con respecto a los árboles y esto se debe a que existe una menor diversidad de especies herbáceas, es decir, existe una menor cantidad de una misma especie y por tal motivo es más probable encontrar una especie entre un sitio y otro. Finalmente, las cactáceas y los arbustos registran una menor equidad con respecto a los demás gremios y esto se debe a que las especies son más comunes de encontrarse entre uno y otro lugar dentro de los sitios de muestreo, aunado a las actividades antropogénicas las cuales han tenido gran impacto para la prevalencia de las especies de este estrato y que muchas de las especies encontradas pueden ser indicadoras de la calidad ambiental que actualmente existe a este nivel de análisis (SAR).

Estructura (Áreas del proyecto)

- **Valor de importancia:** La siguiente información presentan los resultados del índice de valor de importancia obtenido por estrato para cada especie de todas las que fueron identificadas dentro de los sitios de muestreo correspondientes al área de proyecto (AP), (árboles, arbustos, cactáceas y herbáceas).

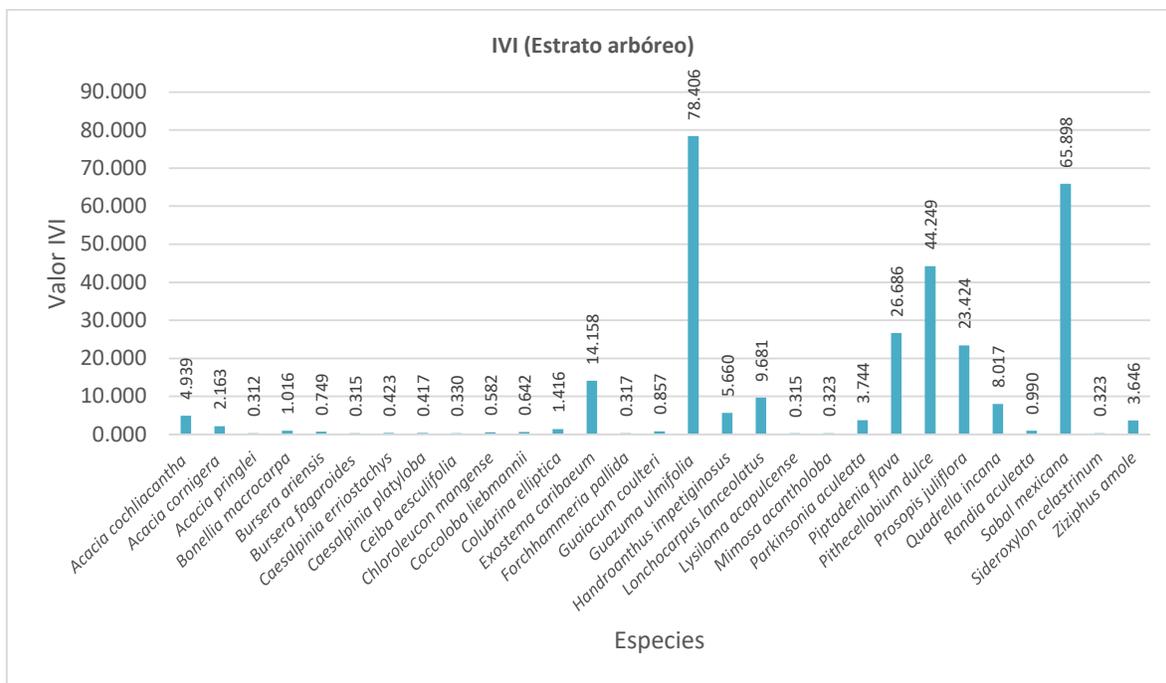
Árboles (AR)

La especie *Guazuma ulmifolia* llega a alcanzar (78.641) siendo la más importante del total de registros para este estrato. También se registró otra especie relevante de acuerdo a este índice que es *Sabal mexicana* ocupando la segunda posición con un valor de importancia de (65.994), le sigue *Pithecellobium dulce* con un valor IVI de 44.278. Mientras que la especie con menor valor IVI corresponde a *Acacia pringlei* con 0.312 puntos.

Cuadro 28. Índices de valor de importancia para el estrato arbóreo.

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	11	3.198	0.656	1.091	4.944
2	Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	5	1.453	0.486	0.225	2.164
3	Leguminosae	<i>Acacia pringlei</i>	1	0.291	0.012	0.009	0.312
4	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	3	0.872	0.063	0.081	1.016
5	Burseraceae	<i>Bursera ariensis</i>	2	0.581	0.132	0.036	0.749
6	Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	1	0.291	0.015	0.009	0.315
7	Leguminosae	<i>Caesalpinia erriostachys</i>	1	0.291	0.124	0.009	0.423
8	Leguminosae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	1	0.291	0.117	0.009	0.417
9	Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0.291	0.030	0.009	0.330
10	Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i>	1	0.291	0.283	0.009	0.582
11	Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmanni</i>	2	0.581	0.025	0.036	0.643
12	Rhamnaceae	<i>Colubrina elliptica</i>	4	1.163	0.109	0.144	1.416
13	Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i>	26	7.558	0.536	6.094	14.188
14	Capparaceae	<i>Forchhammeria pallida</i>	1	0.291	0.017	0.009	0.317
15	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	1	0.291	0.558	0.009	0.858
16	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	72	20.930	10.978	46.732	78.641
17	Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	13	3.779	0.365	1.523	5.668
18	Leguminosae	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	17	4.942	2.147	2.605	9.694
19	Leguminosae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	1	0.291	0.016	0.009	0.315
20	Leguminosae	<i>Mimosa acantholoba</i>	1	0.291	0.024	0.009	0.323
21	Leguminosae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	7	2.035	1.270	0.442	3.747
22	Leguminosae	<i>Piptadenia flava</i>	29	8.140	10.371	7.068	25.578
23	Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	25	7.267	31.376	5.634	44.278
24	Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i>	27	7.849	9.036	6.572	23.457
25	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	14	4.070	2.189	1.767	8.026
26	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	2	1.162	0.746	0.036	1.980
27	Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	65	18.895	28.024	19.075	65.994
28	Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	1	0.291	0.024	0.009	0.323
29	Rhamnaceae	<i>Ziziphus amole</i>	9	2.616	0.303	0.730	3.650
Total			344	100	100	100	300

Para *Guazuma ulmifolia* su valor esta dado por la frecuencia en la que se observó, a diferencia de *Sabal mexicana* que registra altos valores de importancia (IVI) que está dado por su dominancia. Las especies *Pithecellobium dulce*, *Prosopis juliflora*, *Piptadenia flava*, *Ziziphus amole*, *Lonchocarpus lanceolatus* y *Exostema caribaeum* conforman la estructura básica de este tipo de vegetación en esta región de Oaxaca, a pesar no haber registrado altos valores de IVI. En la siguiente gráfica se visualiza el índice de valor de importancia de las especies arbóreas más representativas dentro de los sitios de muestreo para el AP. En la gráfica siguiente, se representan las especies y los valores de IVI obtenidos.



Gráfica 20. Índice de valor de importancia para estrato arbóreo.

Arbustos (AB)

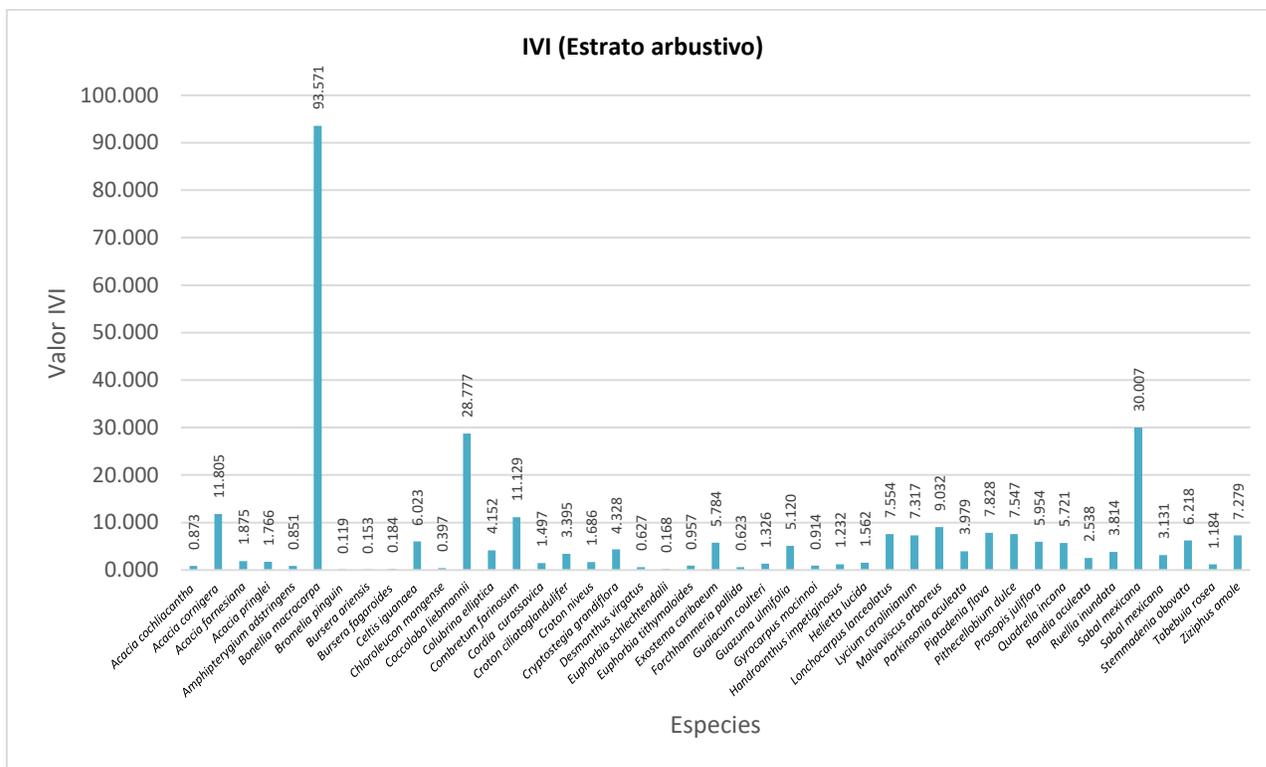
La especie *Bonellia macrocarpa* llega alcanzar (93.571) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primer lugar. También se registró otra especie relevante de acuerdo a este índice que es *Sabal mexicana* ocupando la segunda posición con un valor de importancia de (33.138); así mismo, *Coccoloba liebmanni* ocupa el tercer lugar con valores de importancia de (28.777), le continua *Acacia cornigera* con valores de (11.805) obteniendo la cuarta posición y a su vez la especie que más comúnmente fue encontrada en los sitios de muestreo, en quinta posición se encuentra *Combretum farinosum* con un valor de (11.129); el resto de las especies no mostraron valores altos de importancia y se presentan con una densidad, dominancia y frecuencia bastante homogéneas en todos los sitios de muestreo del AP.

Cuadro 29. Índices de valor de importancia para el estrato arbustivo.

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	6	0.376	0.381	0.116	0.873
2	Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	164	10.269	0.808	0.728	11.805
3	Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	22	1.378	0.381	0.116	1.875
4	Leguminosae	<i>Acacia pringlei</i>	2	0.125	1.524	0.116	1.766
5	Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	2	0.125	0.610	0.116	0.851
6	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	166	10.394	16.083	67.094	93.571
7	Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	1	0.063	0.027	0.029	0.119
8	Burseraceae	<i>Bursera ariensis</i>	1	0.063	0.062	0.029	0.153
9	Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	1	0.063	0.092	0.029	0.184
10	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	46	2.880	2.881	0.262	6.023
11	Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i>	1	0.063	0.305	0.029	0.397

12	Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmannii</i>	77	4.822	11.113	12.842	28.777
13	Rhamnaceae	<i>Colubrina elliptica</i>	7	0.438	2.286	1.427	4.152
14	Combretaceae	<i>Combretum farinosum</i>	2	0.125	10.975	0.029	11.129
15	Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i>	23	1.440	0.027	0.029	1.497
16	Euphorbiaceae	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	52	3.256	0.110	0.029	3.395
17	Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>	20	1.252	0.317	0.116	1.686
18	Apocynaceae	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	23	1.440	2.771	0.116	4.328
19	Leguminosae	<i>Desmanthus virgatus</i>	2	0.125	0.385	0.116	0.627
20	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	1	0.063	0.076	0.029	0.168
21	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia tithymaloides</i>	4	0.250	0.241	0.466	0.957
22	Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i>	29	1.816	2.104	1.864	5.784
23	Capparaceae	<i>Forchhammeria pallida</i>	2	0.125	0.381	0.116	0.623
24	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	6	0.376	0.485	0.466	1.326
25	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	47	2.943	2.061	0.116	5.120
26	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus mocinnoi</i>	3	0.188	0.610	0.116	0.914
27	Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	4	0.250	0.719	0.262	1.232
28	Rutaceae	<i>Helietta lucida</i>	5	0.313	1.219	0.029	1.562
29	Leguminosae	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	16	1.002	5.125	1.427	7.554
30	Solanaceae	<i>Lycium carolinianum</i>	113	7.076	0.125	0.116	7.317
31	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	122	7.639	0.927	0.466	9.032
32	Leguminosae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	13	0.814	3.049	0.116	3.979
33	Leguminosae	<i>Piptadenia flava</i>	16	1.002	3.914	2.912	7.828
34	Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	65	4.070	3.011	0.466	7.547
35	Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i>	34	2.129	3.097	0.728	5.954
36	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	13	0.814	2.549	2.359	5.721
37	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	14	0.877	1.399	0.262	2.538
38	Acanthaceae	<i>Ruellia inundata</i>	60	3.757	0.027	0.029	3.814
39	Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	276	14.778	12.915	2.941	33.138
40	Apocynaceae	<i>Stemmadenia obovata</i>	83	5.197	0.759	0.262	6.218
41	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	18	1.127	0.027	0.029	1.184
42	Rhamnaceae	<i>Ziziphus amole</i>	35	2.192	4.039	1.048	7.279
Total			1597	100	100	100	300

Bonellia macrocarpa muestra valores altos dados por su frecuencia que está dado por su frecuencia más que por su densidad y dominancia a diferencia *Sabal mexicana* donde sus valores de IVI están dados por su densidad. Es importante mencionar, que estas especies con un alto IVI se encuentran presentes en todos los sitios de muestreo. El resto de especies muestra un comportamiento medio de distribución y dominancia como se muestra en la siguiente gráfica con los valores correspondientes al índice de valor de importancia para el estrato arbustivo.



Gráfica 21. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo.

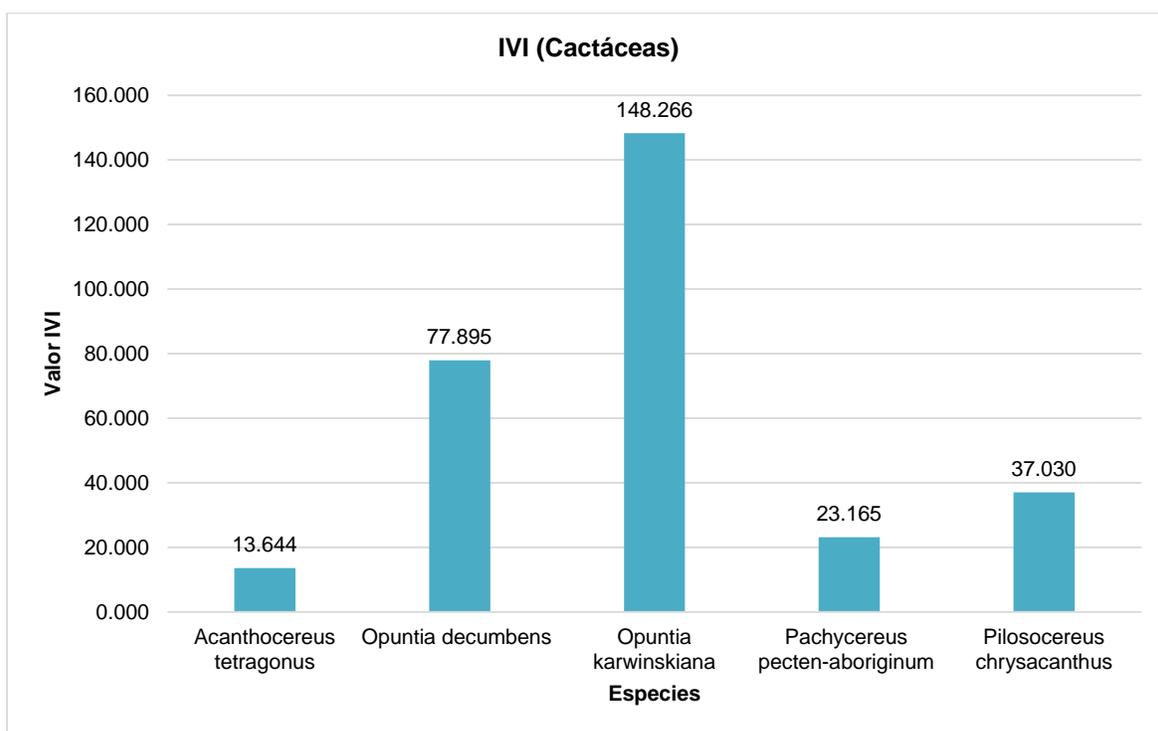
Cactáceas (CAC)

La especie *Opuntia karwinskiana* llega a alcanzar (148.266) siendo la más importante del total de registros, colocándola en primer lugar. También se registró otra especie relevante de acuerdo a este índice que es *Opuntia decumbens* ocupando la segunda posición con un valor de importancia de (77.895); así mismo, *Pilosocereus chrysacanthus* ocupa el tercer lugar con valores de importancia de (37.030), le continúa *Pachycereus pecten-aboriginum* con valores de (23.165) obteniendo la cuarta posición y a su vez la especie que más comúnmente fue encontrada en los sitios de muestreo y en quinta posición se encuentra *Acanthocereus tetragonus* con un valor de (13.644).

Cuadro 30. Índices de valor de importancia para las cactáceas.

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	8	7.477	2.846	3.321	13.644
2	Cactaceae	<i>Opuntia decumbens</i>	22	20.561	20.434	36.900	77.895
3	Cactaceae	<i>Opuntia karwinskiana</i>	53	49.533	54.083	44.649	148.266
4	Cactaceae	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	11	10.280	6.981	5.904	23.165
5	Cactaceae	<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	13	12.150	15.656	9.225	37.030
Total			107	100	100	100	300

En la siguiente gráfica se muestran con los valores correspondientes al índice de valor de importancia para las cactáceas registradas.



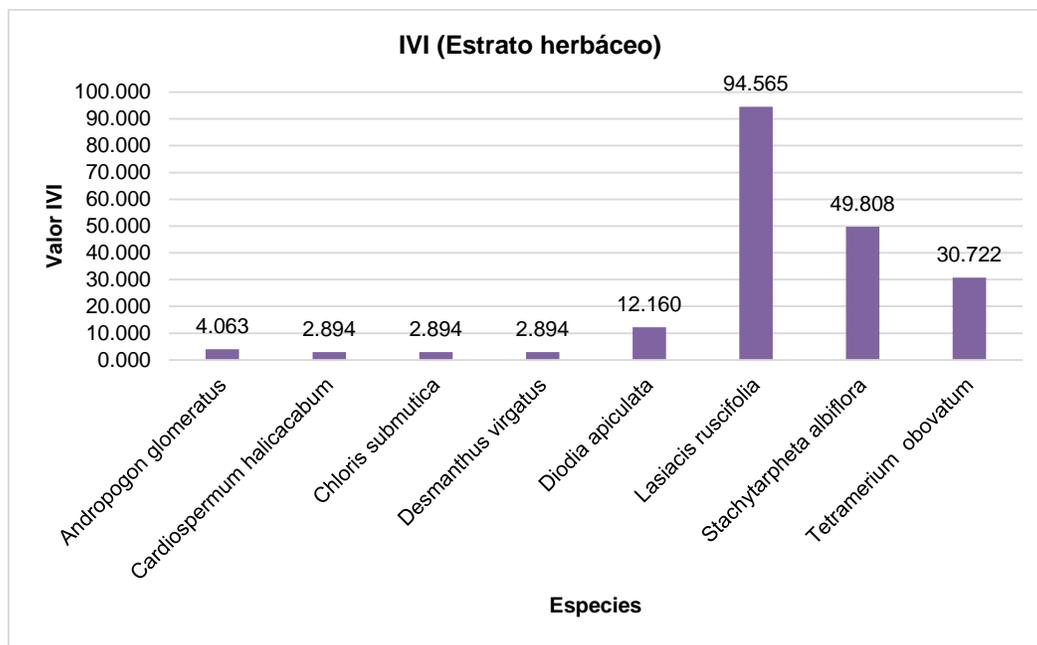
Gráfica 22. Índice de valor de importancia para las cactáceas.

Herbáceas (HI)

La especie para este estrato corresponde con los índices más altos de IVI es para *Lasiacis ruscifolia* que llega alcanzar un valor de 94.565, para *Stachytarpheta albiflora* con un IVI de 49.808, en tercer lugar, se registra *Tetramerium obovatum* con un valor de 30.722, posteriormente *Diodia apiculata* con un valor IVI de 12.160, *Andropogon glomeratus* (4.063) y el resto de las especies con menos de 4 puntos.

Cuadro 31. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
1	Poaceae	<i>Andropogon glomeratus</i>	4	2.339	1.724	4.063
2	Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	2	1.170	1.724	2.894
3	Poaceae	<i>Chloris submutica</i>	2	1.170	1.724	2.894
4	Leguminosae	<i>Desmanthus virgatus</i>	2	1.170	1.724	2.894
5	Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i>	9	5.263	6.897	12.160
6	Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	88	51.462	43.103	94.565
7	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta albiflora</i>	38	22.222	27.586	49.808
8	Acanthaceae	<i>Tetramerium obovatum</i>	26	15.205	15.517	30.722
Total			171	100	100	200



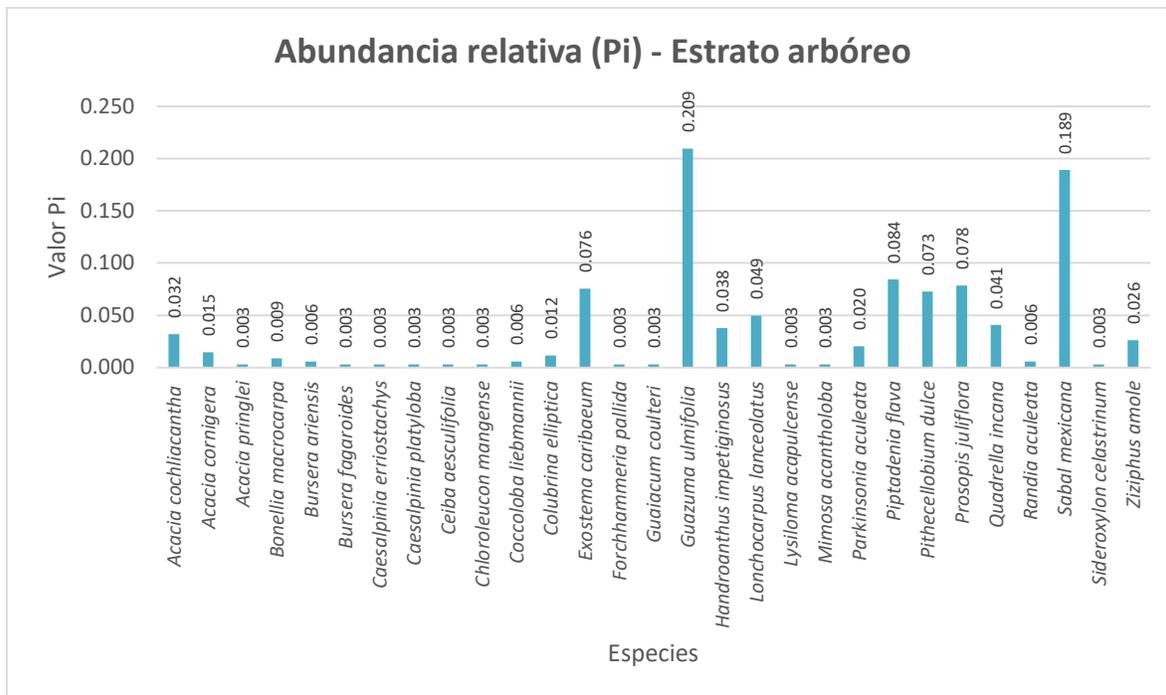
Gráfica 23. Índice de valor de importancia para herbáceas.

Diversidad (Áreas del proyecto)

- **Índices de diversidad.** Con los datos obtenidos se logró tomar en cuenta el índice de dominancia de **Simpson**. La siguiente información presentan los resultados de la abundancia relativa obtenida por estrato para cada especie de todas las que fueron identificadas dentro de los sitios de muestreo en áreas del proyecto (AP), (árboles, arbustos, cactáceas y herbáceas).

Árboles (AR)

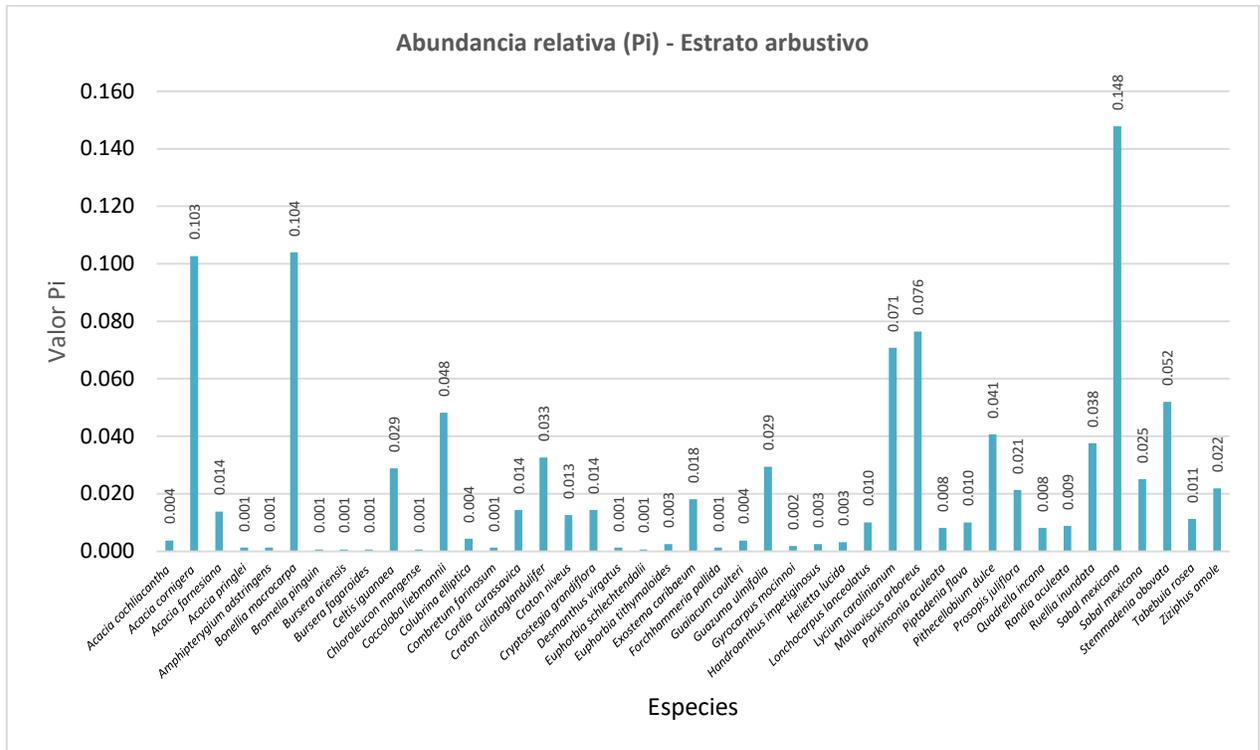
La especie *Guazuma ulmifolia*, *Sabal mexicana* y *Piptadenia flava* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto de especies que tienen menor probabilidad; no obstante, estas especies mencionadas resultaron ser las más abundantes (pi de 0.209, 0.188 y 0.081); esto asume que la comunidad en la zona de estudio no es equitativa para el estrato arbóreo. Algunas especies se muestran abundantes a diferencia del resto de las especies que muestra valores bajos de manera homogénea (ver gráfica siguiente).



Gráfica 24. Abundancia relativa para estrato arbóreo.

Arbustos (AB)

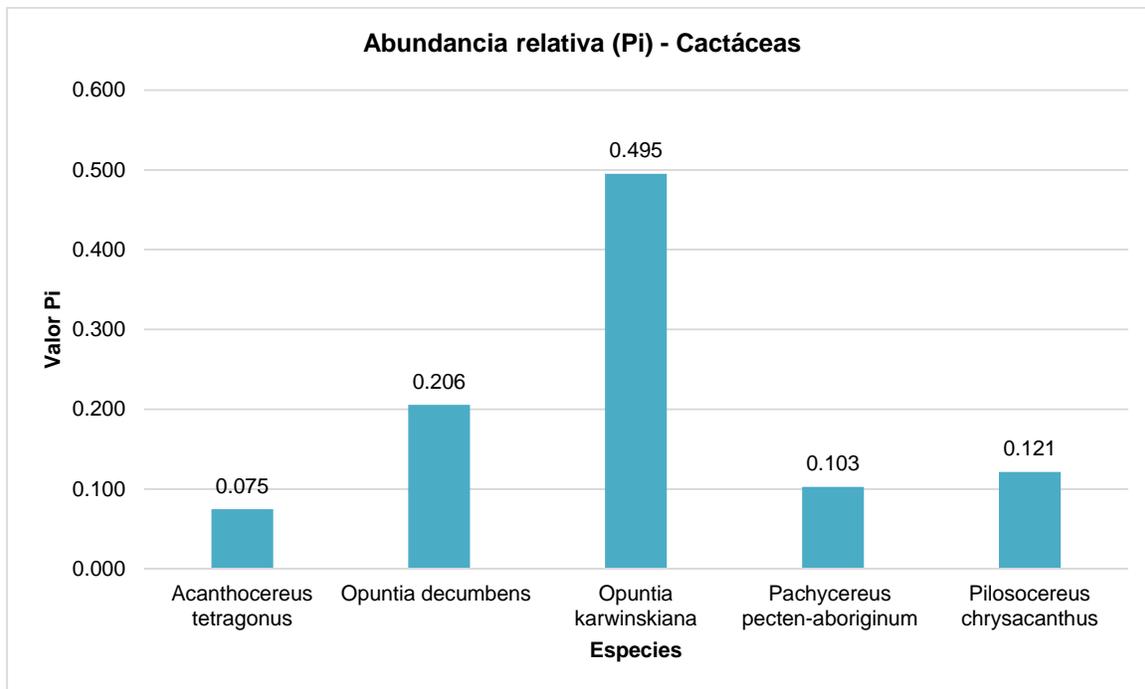
Las especies *Sabal mexicana*, *Bonellia macrocarpa* y *Acacia cornigera* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto de especies que tienen menor probabilidad; no obstante, las tres especies mencionadas resultaron ser las más abundantes (pi de 0.148, 0.104 y 0.103) respectivamente; esto asume que la comunidad en la zona de estudio presenta una equidad baja de manera general para la zona de estudio, (Ver gráfica siguiente).



Gráfica 25. Abundancia relativa para estrato arbustivo.

Cactáceas (CAC)

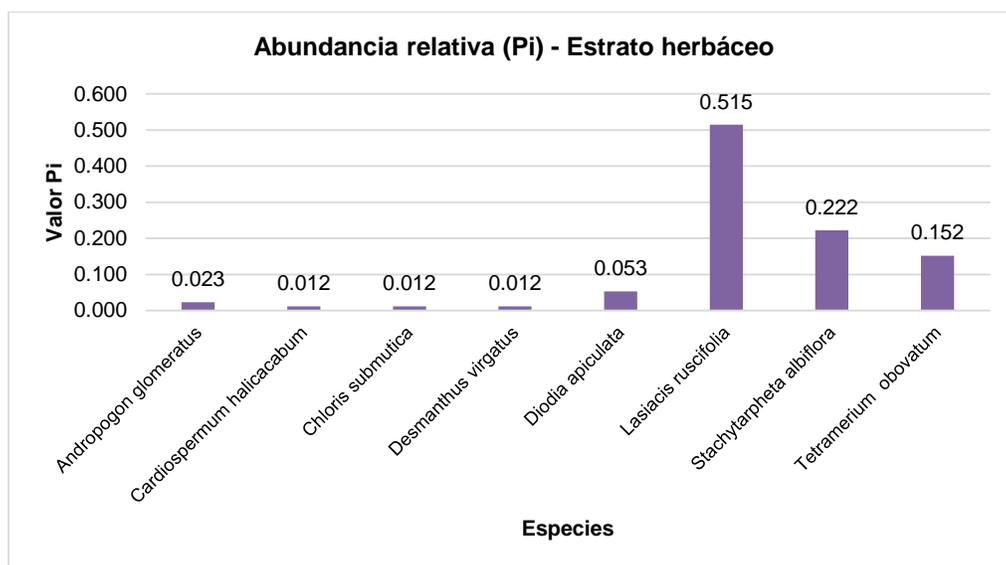
Las especies *Opuntia karwinskiana*, *Opuntia decumbens* y *Pilosocereus chrysacanthus* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto de especies que tienen menor probabilidad; no obstante, las tres especies mencionadas resultaron ser las más abundantes (pi de 0.495, 0.206 y 0.121) respectivamente; esto asume que la comunidad en la zona de estudio presenta una equidad baja de manera general para la zona de estudio, (Ver gráfica siguiente).



Gráfica 26. Abundancia relativa para cactáceas.

Herbáceas (HI)

Las especies *Lasiacis ruscifolia*, *Stachytarpheta albiflora* y *Tetramerium obovatum* tienen una probabilidad alta de ser encontradas en los sitios de muestreo a diferencia del resto de especies que tienen menor probabilidad de ser encontradas; no obstante, las tres especies mencionadas resultaron ser las más abundantes (pi de 0.515, 0.222 y 0.152) respectivamente; esto asume que la comunidad en la zona de estudio presenta una equitatividad media de manera general para la Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, Palmar inducido y Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia. (Ver gráfica siguiente).



Gráfica 27. Abundancia relativa para estrato herbáceo.

La siguiente información presentan los resultados de la diversidad obtenidos por estrato (árboles, arbustos, cactáceas y herbáceas). Para el caso de la riqueza de especies y la equidad en la distribución de individuos para las diferentes especies identificadas en los sitios de muestreo se obtuvo el índice de **Shannon-Wiener**.

Árboles (AR)

En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad correspondientes al estrato arbóreo de las especies observadas en los sitios de muestreo.

Cuadro 32. Valores de diversidad del estrato arbóreo.

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	11	0.032	-3.443	-0.110
2	Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	5	0.015	-4.231	-0.062
3	Leguminosae	<i>Acacia pringlei</i>	1	0.003	-5.841	-0.017
4	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	3	0.009	-4.742	-0.041
5	Burseraceae	<i>Bursera ariensis</i>	2	0.006	-5.147	-0.030
6	Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	1	0.003	-5.841	-0.017
7	Leguminosae	<i>Caesalpinia erriostachys</i>	1	0.003	-5.841	-0.017
8	Leguminosae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	1	0.003	-5.841	-0.017
9	Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0.003	-5.841	-0.017
10	Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i>	1	0.003	-5.841	-0.017
11	Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmannii</i>	2	0.006	-5.147	-0.030
12	Rhamnaceae	<i>Colubrina elliptica</i>	4	0.012	-4.454	-0.052
13	Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i>	26	0.076	-2.583	-0.195
14	Capparaceae	<i>Forchhammeria pallida</i>	1	0.003	-5.841	-0.017
15	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	1	0.003	-5.841	-0.017
16	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	72	0.209	-1.564	-0.327
17	Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	13	0.038	-3.276	-0.124
18	Leguminosae	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	17	0.049	-3.007	-0.149
19	Leguminosae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	1	0.003	-5.841	-0.017
20	Leguminosae	<i>Mimosa acantholoba</i>	1	0.003	-5.841	-0.017
21	Leguminosae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	7	0.020	-3.895	-0.079
22	Leguminosae	<i>Piptadenia flava</i>	29	0.084	-2.473	-0.209
23	Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	25	0.073	-2.622	-0.191
24	Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i>	27	0.078	-2.545	-0.200
25	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	14	0.041	-3.202	-0.130
26	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	2	0.006	-5.147	-0.030
27	Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	65	0.189	-1.666	-0.315
28	Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	1	0.003	-5.841	-0.017
29	Rhamnaceae	<i>Ziziphus amole</i>	9	0.026	-3.643	-0.095
Total			344	1		

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Cuadro 33. Valores de diversidad.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	29
H' calculada	2.555
H' máxima = Ln S	3.367
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.759

H' máxima - H' calculada	0.813
---------------------------------	-------

De acuerdo a los cálculos de diversidad se encontró que para el estrato arbóreo el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de $H' = 2.555$, con una H' máxima de 3.367, lo que indica una diversidad media de árboles en términos de riqueza de especies.

Arbustos (AB)

En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad correspondientes al estrato arbustivo de las especies observadas en los sitios de muestreo.

Cuadro 34. Valores de diversidad del estrato arbustivo.

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	6	0.004	-5.584	-0.021
2	Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	164	0.103	-2.276	-0.234
3	Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	22	0.014	-4.285	-0.059
4	Leguminosae	<i>Acacia pringlei</i>	2	0.001	-6.683	-0.008
5	Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	2	0.001	-6.683	-0.008
6	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	166	0.104	-2.264	-0.235
7	Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	1	0.001	-7.376	-0.005
8	Burseraceae	<i>Bursera ariensis</i>	1	0.001	-7.376	-0.005
9	Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	1	0.001	-7.376	-0.005
10	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	46	0.029	-3.547	-0.102
11	Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i>	1	0.001	-7.376	-0.005
12	Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmannii</i>	77	0.048	-3.032	-0.146
13	Rhamnaceae	<i>Colubrina elliptica</i>	7	0.004	-5.430	-0.024
14	Combretaceae	<i>Combretum farinosum</i>	2	0.001	-6.683	-0.008
15	Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i>	23	0.014	-4.240	-0.061
16	Euphorbiaceae	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	52	0.033	-3.425	-0.112
17	Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>	20	0.013	-4.380	-0.055
18	Apocynaceae	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	23	0.014	-4.240	-0.061
19	Leguminosae	<i>Desmanthus virgatus</i>	2	0.001	-6.683	-0.008
20	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	1	0.001	-7.376	-0.005
21	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia tithymaloides</i>	4	0.003	-5.990	-0.015
22	Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i>	29	0.018	-4.009	-0.073
23	Capparaceae	<i>Forchhammeria pallida</i>	2	0.001	-6.683	-0.008
24	Zygophyllaceae	<i>Guaicum coulteri</i>	6	0.004	-5.584	-0.021
25	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	47	0.029	-3.526	-0.104
26	Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus mocinnoi</i>	3	0.002	-6.277	-0.012
27	Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	4	0.003	-5.990	-0.015
28	Rutaceae	<i>Heliotta lucida</i>	5	0.003	-5.766	-0.018
29	Leguminosae	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	16	0.010	-4.603	-0.046
30	Solanaceae	<i>Lycium carolinianum</i>	113	0.071	-2.648	-0.187
31	Malvaceae	<i>Malviscus arboreus</i>	122	0.076	-2.572	-0.196

32	Leguminosae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	13	0.008	-4.811	-0.039
33	Leguminosae	<i>Piptadenia flava</i>	16	0.010	-4.603	-0.046
34	Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	65	0.041	-3.201	-0.130
35	Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i>	34	0.021	-3.850	-0.082
36	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	13	0.008	-4.811	-0.039
37	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	14	0.009	-4.737	-0.042
38	Acanthaceae	<i>Ruellia inundata</i>	60	0.038	-3.282	-0.123
39	Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	276	0.173	-5.599	-0.375
40	Apocynaceae	<i>Stemmadenia obovata</i>	83	0.052	-2.957	-0.154
41	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	18	0.011	-4.486	-0.051
42	Rhamnaceae	<i>Ziziphus amole</i>	35	0.022	-3.821	-0.084
Total			1597	1		

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Cuadro 35. Valores de diversidad.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	42
H' calculada	3.026
H' máxima = Ln S	3.738
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.809
H' máxima - H' calculada	0.712

De acuerdo a los cálculos de diversidad se encontró que para el estrato arbustivo el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de H' 3.026, con una H' máxima de 3.738, lo que indica una diversidad de arbustos alta en términos de riqueza de especies.

Cactáceas (CAC)

En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad correspondientes a las cactáceas de las especies observadas en los sitios de muestreo para el área de proyecto, donde casi todas resultan ser poco abundantes.

Cuadro 36. Valores de diversidad de cactáceas.

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	8	0.075	-2.593	-0.194
2	Cactaceae	<i>Opuntia decumbens</i>	22	0.206	-1.582	-0.325
3	Cactaceae	<i>Opuntia karwinskiana</i>	53	0.495	-0.703	-0.348
4	Cactaceae	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	11	0.103	-2.275	-0.234
5	Cactaceae	<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	13	0.121	-2.108	-0.256
Total			107	1		

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Cuadro 37. Valores de diversidad.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	5
H' calculada	1.357
H' máxima = Ln S	1.609
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.843
H' máxima - H' calculada	0.252

De acuerdo a los cálculos de diversidad se encontró que para las cactáceas el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de H' 1.357, con una H' máxima de 1.609, lo que indica una diversidad de cactáceas baja en términos de riqueza de especies.

Herbáceas (HI)

En la siguiente tabla se muestran los valores de diversidad correspondientes al estrato herbáceo de las especies observadas en los sitios de muestreo, donde casi todas resultan ser abundantes.

Cuadro 38. Valores de diversidad del estrato herbáceo.

N°	Familia	Especie	N° Individuos	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) * Ln (Pi)
1	Poaceae	<i>Andropogon glomeratus</i>	4	0.023	-3.755	-0.088
2	Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	2	0.012	-4.449	-0.052
3	Poaceae	<i>Chloris submutica</i>	2	0.012	-4.449	-0.052
4	Leguminosae	<i>Desmanthus virgatus</i>	2	0.012	-4.449	-0.052
5	Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i>	9	0.053	-2.944	-0.155
6	Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	88	0.515	-0.664	-0.342
7	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta albiflora</i>	38	0.222	-1.504	-0.334
8	Acanthaceae	<i>Tetramerium obovatum</i>	26	0.152	-1.884	-0.286
Total			171	1		

Resumiendo, la tabla anterior se tiene lo siguiente:

Cuadro 39. Valores de diversidad.

Índice	Valores obtenidos
Riqueza S	8
H' calculada	1.361
H' máxima = Ln S	2.079
Equidad (J') = H'/H' máxima	0.655
H' máxima - H' calculada	0.718

De acuerdo a los cálculos de diversidad se encontró que para el estrato herbáceo el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de $H' 1.361$, con una H' máxima de 2.079, lo que indica una diversidad de hierbas baja en términos de riqueza de especies.

Finalmente, se llevó a cabo el índice de **equidad (J)** que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). En la siguiente tabla podemos observar que uno del estrato en el cual se presenta la mayor equidad de especies son las cactáceas con 0.843, esto nos indica que casi se llegan a valores de 1 donde las especies pudieran resultar igualmente abundantes entre las especies registradas; en segundo plano tenemos al estrato arbustivo con un 0.805; arbóreo con 0.757; mientras que el estrato herbáceo presentó la menor equidad (0.655). Los valores nos muestran que la menor equidad es para las herbáceas, ya que gran parte de estas plantas son de hábitos anuales y bianuales y el resto de los grupos casi se llegan a valores de diversidad esperada.

Cuadro 40. Índice de equidad.

Estrato	Equidad (J')
Cactácea	0.843
Arbustivo	0.809
Arbóreo	0.759
Herbáceo	0.655

En la zona de estudio de manera general se presentan valores en diversidad de medios a altos ya que los resultados obtenidos nos indican que aún existen manchones de vegetación entre las vastas áreas agrícolas y pastizales, donde en algunos casos es probable observar una alta abundancia de una sola especie por ser plantas pioneras al disturbio que forman parte de especies primarias en fases iniciales de la sucesión secundaria y en otros casos son raras las especies con bajas probabilidades de ser encontradas.

Discusión florística de los datos obtenidos (MSA/MP)

Los muestreos realizados ostentan vegetación asociada a la VSa/SBC, VSa/SBK y PI, donde las selvas secas resultan dominantes; por su particular estructura, diversidad y composición estas selvas a nivel nacional han sido muy estudiadas por diversos autores como se menciona y discute a continuación:

Gallardo Cruz, Meave, et al., en el 2005 (*Estructura, composición y diversidad en la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda Oaxaca, México*), encontraron que, en esta vegetación, la distribución de las especies por familia fue muy desigual. Las 13 familias (25%) más ricas (*i.e.* con cinco especies o más) agruparon en conjunto 124 especies (63.5% de la riqueza total). Por el contrario, las 22 familias (42.3%) representadas por una sola especie sólo contribuyeron con 11.2% de la riqueza total. Con 27 especies, Leguminosae fue la familia con mayor riqueza específica; a ésta le siguieron Asteraceae (20 especies), Euphorbiaceae (18), y Apocynaceae, Malpighiaceae y Rubiaceae (7 cada una). Las familias con mayor abundancia de individuos (≥ 300) fueron Euphorbiaceae (1,476 ind.), Acanthaceae (1,103), Leguminosae (1,076), Malvaceae (474) y Asteraceae (331). Estas cinco familias incluyeron en conjunto 62% de todos los individuos registrados

en el estudio. Las especies con las frecuencias más altas fueron *Bursera simaruba* + *B. aff. cinerea* (Burseraceae). El índice de Shannon para el estrato alto fue de ($H' = 2.78$).

Con respecto a este autor, en el presente trabajo se encontró que la familia más representativa corresponde a Fabaceae (Leguminosae) con 19 especies lo cual concuerda con lo registrado por Gallardo Cruz y Meave. Mientras que la familia que registró la mayor cantidad de individuos fue de igual manera Leguminosae con 931 individuos. Con respecto a la especie más relevante fue para el estrato arbóreo: *Guazuma ulmifolia* con un valor de IVI de 78.641; arbustivo: *Bonellia macrocarpa* con un valor de IVI de 93.571, cactáceas: *Opuntia karwinskiana* con un valor de 148.266 y para el estrato herbáceo: *Lasiacis ruscifolia* con un valor de IVI de 94.565. Mientras que, para este autor, resaltó a *Bursera*, este género para nuestros datos arrojó valores de 0.153 para *Bursera ariensis*, hasta 0.184 para *Bursera fagaroides* con un valor de importancia bajo con respecto a las demás especies.

Para los análisis de diversidad, se encontró para el estrato arbóreo: $H' = 2.555$, estrato arbustivo de $H' = 3.026$, cactáceas con un $H' = 1.357$ y para el estrato herbáceo de $H' = 1.361$. Comparando nuestros resultados con lo que reporta este autor (Gallardo Cruz, Meave, et al., en el 2005, $H' = 2.78$), encontramos una mayor diversidad florística para el mismo tipo de vegetación lo cual nos indica que dentro del ecosistema de estudio se encuentra en un buen estado de conservación lo cual ha permitido el desarrollo adecuado de cada una de las especies que conforman este tipo de vegetación.

Pineda-García y Arredondo-Amezcuca en el 2007 (*Riqueza y diversidad de especies leñosas de selva baja caducifolia El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero*), registraron 1,456 individuos, pertenecientes a 82 especies, 56 géneros y 24 familias. Independientemente del sitio y de la forma de crecimiento, Leguminosae fue la familia con mayor número de especies y de individuos. Los géneros más diversos fueron *Bursera* (Burseraceae) y *Cordia* (Boraginaceae) con 9 y 4 especies, respectivamente. Con respecto a este autor, en el presente trabajo se encontró un total de 29 familias, 63 géneros y 76 especies; registrándose en total 4, 169 individuos, donde la familia más representativa es Fabaceae (Leguminosae); una abundancia mayor a lo reportado por Pineda-García y Arredondo-Amezcuca en el 2007. Con respecto a los géneros más diversos, en nuestros análisis reportamos a *Caesalpinia*, *Acacia*, *Piptadenia*, *Lonchocarpus*, *Lysiloma*, entre otros.

En un análisis de la diversidad florística de la selva baja caducifolia efectuado para 20 sitios de muestreo en México por Trejo (2005), se demuestra que el recambio de especies es muy alto, implicando composiciones florísticas, a nivel de especie, muy distintas entre los sitios, lo que supone procesos de diversificación local y alta diversidad beta. Este distintivo de composición florística es manifiesto en la Mixteca Poblana al establecer comparativos entre regiones distantes como el sur de Sinaloa (González et al., 1996), la costa de Jalisco (Lott, 1985) y el Istmo de Tehuantepec (Pérez et al., 2001). Estos datos coinciden en la diversidad florística encontrada en los 20 sitios de muestreo realizados en la zona de estudio observando un recambio de especies entre sitios lo cual demuestra una alta diversidad florística encontrada tal como lo demuestran los análisis estadísticos: estrato arbóreo: $H' = 2.555$, estrato arbustivo de $H' = 3.026$, cactáceas con un $H' = 1.357$ y para el estrato herbáceo de $H' = 1.361$.

Los datos estructurales, en particular los de altura, pero también los de área basal, denotan un buen estado de conservación medio en comparación con otros manchones de SBC en esta región de Oaxaca. Lo anterior debido a las principales causas de origen

antropogénico donde extensas áreas forestales han sido sometidas a un intenso cambio de uso del suelo, destinando áreas a la agricultura y ganadería.

Finalmente, todos los autores en sus respectivos trabajos evidencian una sola familia como la más representativa (Fabaceae), de igual manera para nuestros resultados se registró la dominancia de dicha familia con lo cual se comprueba la dominancia de esta dentro de la VSa/SBC y VSa/SBK. Las especies de dicha familia son muy importantes dentro de las selvas secas ya que tienen la propiedad de fijar el nitrógeno atmosférico en los nódulos radiculares; igualmente, por ser una familia que registra un alto grado hacia el estrés hídrico la cual le ha favorecido en su establecimiento en distintos sitios con baja humedad. Estas características le ayudan a adaptarse más rápido que otras familias a los cambios en su hábitat derivado de actividades antropogénicas. También tienen mayor capacidad de retención de agua, por este motivo es una de las primeras familias en reverdecer durante las primeras lluvias de inicio de año.

Después de realizar los respectivos análisis de diversidad y estructura de la vegetación dentro de 20 muestreos realizados en campo (10 en el área de proyecto y 10 a nivel sistema ambiental regional); en este apartado se muestra una comparativa de los escenarios para mostrar estadísticamente la condición actual de cada escenario y que tanto podría comprometerse la biodiversidad florística en superficies consideradas para el proyecto, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Cuadro 41. Índice de diversidad de Shannon de cada estrato en ambos escenarios.

Escenario	Valores obtenidos por estrato				
	Índice	Árboles	Arbustos	Cactáceas	Herbáceas
MP	Riqueza S	29	42	5	8
	H' calculada	2.555	3.026	1.357	1.361
	H' máxima = Ln S	3.367	3.738	1.609	2.079
	Equidad (J') = H'/H' máxima	0.759	0.809	0.843	0.655
	H' máxima - H' calculada	0.813	0.712	0.252	0.718
MSA	Índice	Árboles	Arbustos	Cactáceas	Herbáceas
	Riqueza S	35	33	5	7
	H' calculada	2.895	2.778	1.299	1.651
	H' máxima = Ln S	3.555	3.497	1.609	1.946
	Equidad (J') = H'/H' máxima	0.814	0.795	0.807	0.849
H' máxima - H' calculada	0.661	0.718	0.310	0.295	

Como se puede observar, existe una mayor riqueza de especies y diversidad arbórea dentro del SAR, para arbustos se registró una mayor diversidad y riqueza para el área de proyecto (MP) y esto se debe a la influencia de las actividades antropogénicas que han mermado la vegetación por ubicarse en zonas con alto impacto antropogénico (agricultura, pastizales y caminos) lo cual ha generado la proliferación de especies arbustivas como parte de fases iniciales de la vegetación secundaria; para cactáceas y herbáceas no fue significativo ya que en ambos lados se encuentran las mismas especies. *No obstante, se deberán llevar a cabo actividades de rescate y reubicación de especies, además se deberán implementar tareas de "reforestación" en sitios bien seleccionados dentro del SAR, como compensación por las áreas sujetas a CUSTF en superficies consideradas por el proyecto (ver anexos).*

IV.2.2.2 Fauna

El estado de Oaxaca alberga una enorme riqueza biológica debido a diversos factores bióticos y abióticos que han favorecido la presencia de la mayoría de los ecosistemas descritos en el país y a consecuencia de ello han ocurrido diversos procesos que han derivado en el aislamiento de algunos taxones, permitiendo el desarrollo de especies endémicas en diversas regiones del estado. Desafortunadamente estas mismas condiciones ambientales han complicado los esfuerzos para documentar la biodiversidad del estado, hasta hoy en día existen regiones donde no existen los datos disponibles que permitan desglosar la información de los diversos ecosistemas del estado, a pesar de esta situación, hasta el día de hoy es considerado el estado con mayor diversidad y ocupa los primeros lugares en riqueza de vertebrados terrestres (Briones-Salas y col., 2004; Casas-Andreu y col., 2004).

Oaxaca es el estado de la República Mexicana que cuenta con el mayor número de especies de anfibios y reptiles con un total de 442 especies repartidas en 106 anuros, 41 salamandras, dos cecilias, tres cocodrilidos, 271 esquamatos y 19 tortugas. (Mata-Silva y col., 2015). Así mismo, Oaxaca ocupa el primer lugar a nivel nacional en riqueza de aves, de acuerdo a datos de Navarro y Sánchez-González (2003), se han registrado 715 especies; el caso de los mamíferos es similar, con 191 especies (Ceballos y Oliva, 2005); siendo el estado de mayor riqueza mastofaunística.

Por lo antes dicho, para conocer con mayor certeza las especies de fauna silvestre que pudieran ocurrir el área del proyecto se establecieron dos actividades fundamentales, la primera corresponde al trabajo de campo que permite conocer directamente las especies que ocupan con mayor frecuencia la zona del proyecto y áreas adyacentes, mientras que la segunda actividad se refiere a una búsqueda bibliográfica para conocer algunas otras especies de probable ocurrencia a nivel del SAR y de la LT.

a) Metodologías

En el presente apartado se presenta una caracterización y un diagnóstico generales de los distintos grupos de vertebrados terrestres en el área concerniente a la línea de transmisión y en superficies del sistema ambiental regional. Se realizaron diferentes parámetros ecológicos como la riqueza de especies presentes, su diversidad y abundancia entre otros. En este sentido, se emplearon algunos métodos de campo para la recolección de datos, según el grupo faunístico del que se trate, y posteriormente se realizaron los cálculos ecológicos pertinentes para un mejor análisis de los resultados obtenidos. El proceso metodológico de campo para cada gremio faunístico, así como el tratamiento de los datos generados se describen a continuación.

- Muestreos de campo

Anfibios y reptiles. Para los anfibios y reptiles se determinaron diez sitios de muestreo con base en las condiciones preliminares del uso de suelo y vegetación según la carta de INEGI Serie VI y su corroboración en campo. De este modo el tipo de muestreo corresponde a uno estratificado aleatorio, es decir, cinco sitios se localizan en remanentes forestales y cinco en zonas agrícolas. Cada sitio presenta una superficie dada por un radio de 20 metros, donde se llevaron a cabo búsquedas exhaustivas en todos los microambientes potenciales donde suelen encontrarse las especies de anfibios y reptiles, tales como madrigueras, sitios rocosos, troncos caídos, sobre o bajo la corteza de los árboles, entre la vegetación en sitios sombreados, dentro o en las cercanías a cuerpos de

agua, etc. En cada sitio de muestreo se contabilizaron todos los ejemplares registrados, ya sea por visualizaciones, capturas directas (y liberación inmediata) o a través de mudas (en el caso de serpientes); además siempre que fue se tomaron fotografías de alta calidad de al menos un ejemplar de cada especie para corroborar su identificación en gabinete con literatura especializada (Casas y McCoy, 1979; Flores-Villela y col., 1995; Mata-Silva y col., 2015).

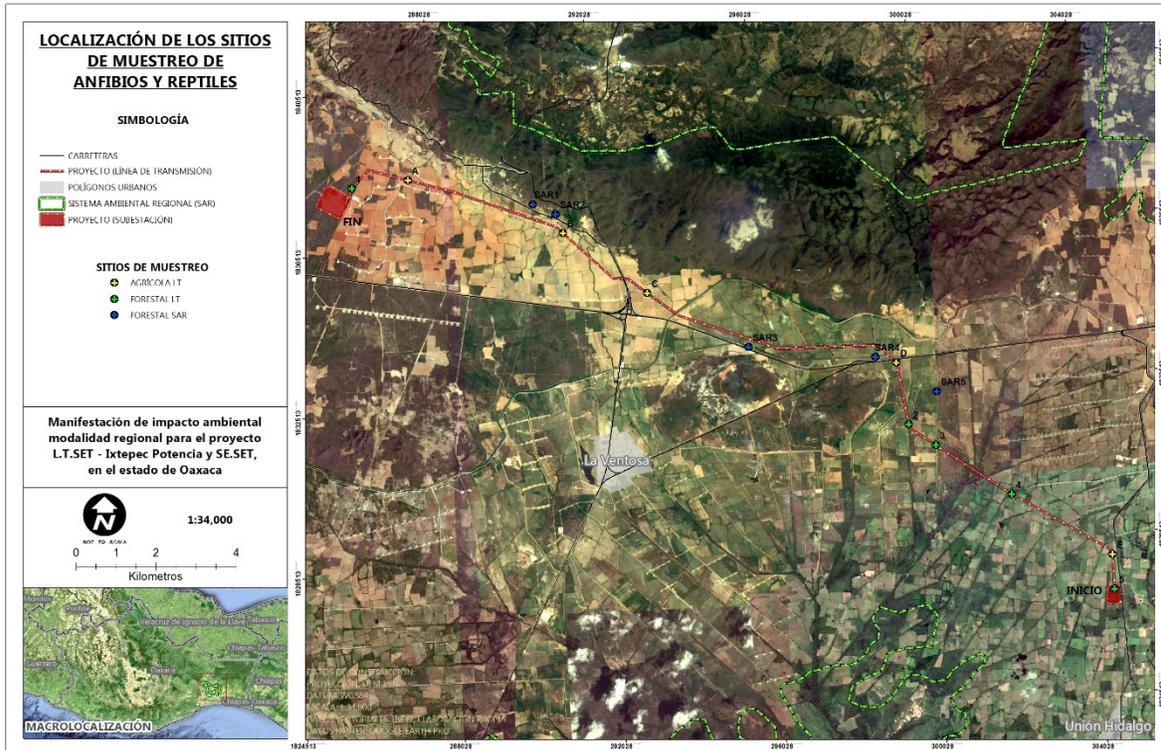


Figura 44. Ubicación de los sitios de muestreo en la zona del proyecto y en el sistema ambiental regional para anfibios y reptiles.

Como método complementario y para fines del listado herpetofaunístico, se realizaron recorridos y búsquedas de anfibios y reptiles durante el traslado de un sitio de muestreo a otro. Cabe destacar que se puso particular atención en las orillas de las carreteras y caminos actuales cercanos al eje del proyecto ante la posible presencia de ejemplares atropellados. En todos los casos se tomaron coordenadas UTM para cada ejemplar registrado con fines de mapear su ubicación y tener una idea general de la distribución espacial de las especies.



Figura 45. Microhábitats potenciales para el registro de anfibios y reptiles

Los muestreos y recorridos fueron realizados durante el día por tres especialistas. A cada sitio de muestreo se le dedicó dos horas, lo que da un esfuerzo de muestreo por sitio de seis horas/hombre, de modo que en total para los 10 sitios de muestreo se calculan 60 horas/hombre. A este esfuerzo se suman otras cuatro horas/hombre por el tiempo invertido durante los recorridos que se realizaron para llegar de un sitio a otro. En general se calcula un esfuerzo de muestreo de al menos 84 horas/hombre para el registro de anfibios y reptiles en la zona del proyecto. Este procedimiento se replicó en cinco sitios más dentro del SAR en áreas forestales, pero fuera de la zona de la línea de transmisión y subestación eléctrica del proyecto para fines comparativos.

Cuadro 42. Esfuerzo de muestreo para anfibios y reptiles en la zona del proyecto

Muestreos/USV	Horas de muestreo/sitio	No. Sitios muestreo	Horas/recorridos	Especialistas	Horas/hombre
<i>Agrícola</i>	2	5	4	3	<u>84</u>
<i>Forestal</i>	2	5		3	

El material y equipo básicos que se utilizó en campo para el muestreo de anfibios y reptiles se compone de ganchos herpetológicos, ligas gruesas, GPS, lámparas, redes pequeñas y equipo fotográfico profesional (cámara réflex, lentes, flash y tripie).



Figura 46. Equipo de campo básico para el muestreo directo de anfibios y reptiles.

Aves. La principal metodología para el registro de aves en el área del proyecto corresponde al recuento en puntos de radio fijo (Rappole y col., 1998) en horario diurno (primeras horas de la mañana y en el atardecer). Se seleccionaron 10 sitios de conteo (cinco en zonas agrícolas y cinco en zonas de remanentes forestales) con radios de 50 metros, donde se contabilizaron todas las aves en un lapso de 30 minutos por sitio con una repetición, efectuado por tres especialistas. De este modo el nivel de esfuerzo para el conteo de aves fue de 60 minutos (una hora) por sitio lo que suma un total de 30 horas/hombre para los 10 sitios de conteo. Como medida complementaria para la obtención de registros se realizaron recorridos a lo largo del eje del proyecto con una inversión de tiempo de dos horas. En ambos casos se tomaron registros fotográficos, visuales y/o auditivos, y la identificación de las especies se realizó con guías de campo especializadas (Howell y Webb, 2005; Van-Perlo, 2006; Dunn y Alderfer, 2011).

Cuadro 43. Esfuerzo de muestreo para aves en la zona del proyecto

Muestreos/US V	Horas de muestreo/siti o	No. Sitios muestreo	Horas/recorrido s	Especialista s	Horas/homb re
Agrícola	1	5	2	3	<u>36</u>
Forestal	1	5	2	3	

El igual que con la herpetofauna, para las aves también se replicaron los conteos en cinco sitios dentro del sistema ambiental regional en zonas forestales para fines comparativos con lo obtenido en la línea de transmisión.

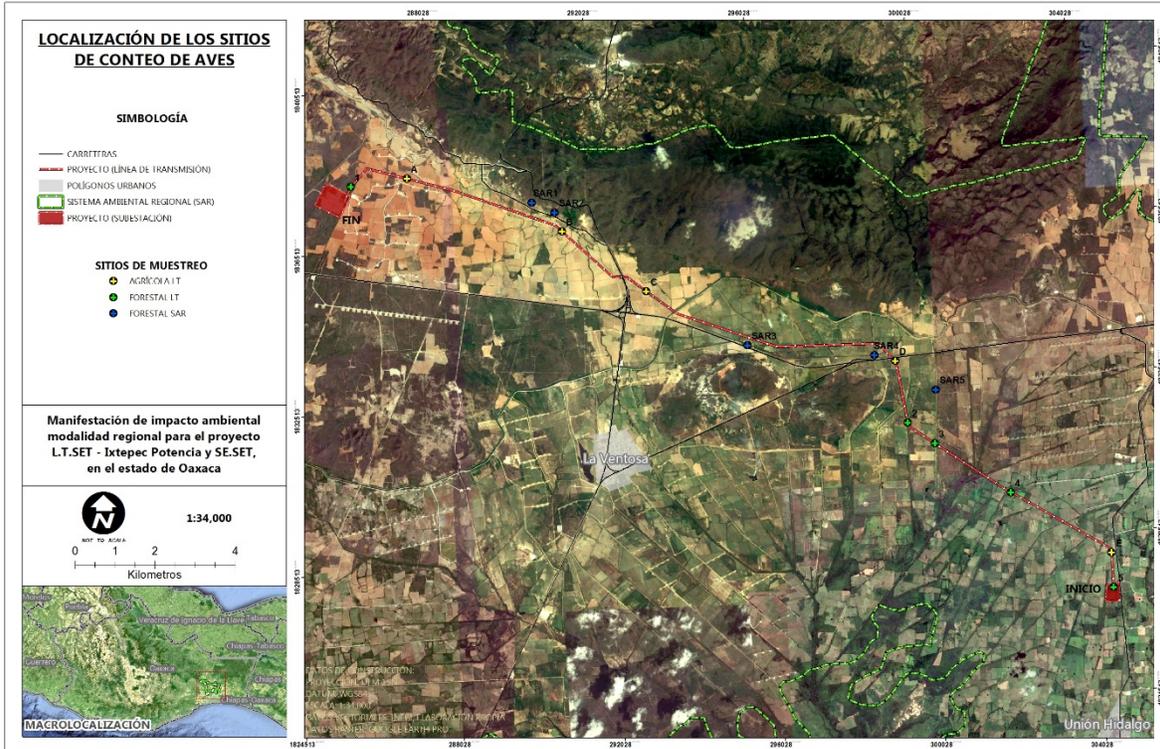


Figura 47. Localización de los sitios para el conteo de aves en el área del proyecto y el sistema ambiental regional

El equipo básico para la observación de aves se compone fundamentalmente de cámaras fotográficas réflex, teleobjetivos, binoculares, tripie, flash, GPS y guías de campo por mencionar lo más importante.



Figura 48. Equipo de campo básico para el muestreo de aves

Mamíferos. Para el caso de los mamíferos se establecieron dos técnicas de obtención de registros, la primera corresponde a los registros directos y se refiere a la búsqueda activa de especímenes utilizando binoculares y cámaras réflex para una mayor precisión en la toma de datos. Y la segunda técnica corresponde a los registros indirectos que se pueden obtener mediante huellas y otros rastros, a los cuales es importante capturar mediante fotografías para su posterior y correcta identificación en gabinete (Ceballos y Oliva, 2005; Aranda, 2012). La búsqueda de huellas y otros rastros se intensificó en orillas de cuerpos de agua, madrigueras y suelo desnudo por mencionar algunos sitios. Estos procedimientos se aplicaron en 10 sitios de muestreo con un radio de 50 metros cada uno. En todos los casos se tomaron las coordenadas centrales de los sitios de muestreo, así como las coordenadas de todos los registros obtenidos. Por otro lado, se realizaron recorridos entre los sitios de muestreo para incrementar el nivel de esfuerzo poniendo particular atención en las orillas de caminos y carreteras cercanas al eje del proyecto para detectar posibles ejemplares atropellados. Los muestreos fueron diurnos y se invirtió una hora por sitio ejecutado por tres especialistas, mientras que para los recorridos entre sitios de muestreo se destinaron dos horas extra. Por tanto, el nivel de esfuerzo fue de 42 horas/hombre para la búsqueda de mamíferos en el área del proyecto.

Cuadro 44. Esfuerzo de muestreo para mamíferos en la zona del proyecto

Muestreos/US V	Horas de muestreo/siti o	No. Sitios muestreo	Horas/recorrido s	Especialista s	Horas/hombr e
Agrícola	1	5	2	3	<u>42</u>
Forestal	1	5		3	

Se replicó el procedimiento metodológico en cinco sitios dentro del sistema ambiental regional en zonas forestales para fines comparativos con lo obtenido en la línea de transmisión y Subestación Eléctrica.

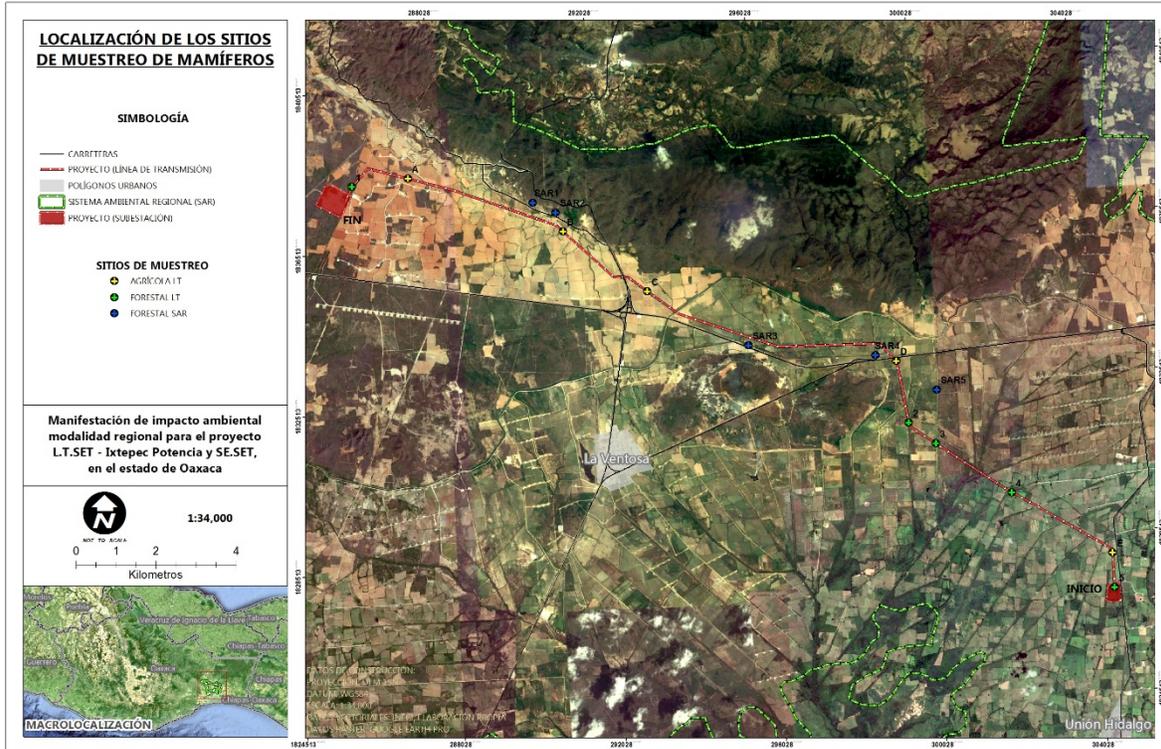


Figura 49. Localización de los sitios de muestreo de mamíferos en el área del proyecto y en el sistema ambiental regional

El equipo de campo para el muestreo de mamíferos se compone principalmente de cámaras réflex, lámparas, binoculares, GPS, tripie, flash y guías de campo.

respuesta a la equidad, de modo que toma en cuenta no solo las abundancias de las especies, sino también que tan uniformemente se encuentran distribuidas.

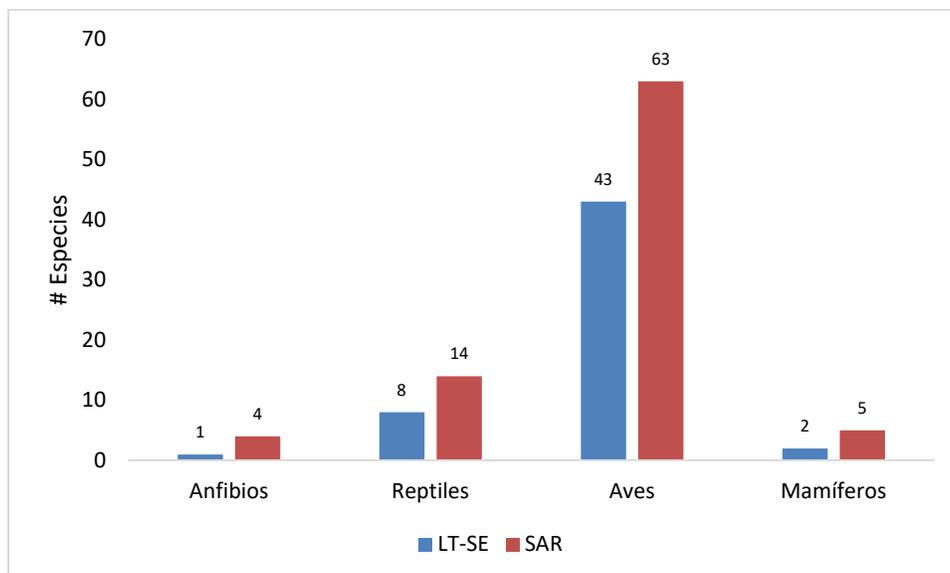
Por otro lado, para calcular el nivel de esfuerzo de muestreo (cuando los datos lo permiten) se generaron curvas de acumulación de especies y se aplicaron estimadores de riqueza (Chao 1 y ACE) además de graficarse las especies únicas (singletons) y las duplicadas (doubletons) para ver si decrecían a medida que aumentaban los muestreos (Moreno, 2001). Estos cálculos se efectuaron en el programa EstimateS versión 8.2 (Colwell, 2006).

Finalmente, de manera complementaria se realizó una búsqueda bibliográfica de especies de vertebrados terrestres que potencialmente pudieran estar presentes (espacial y temporalmente) a nivel del sistema ambiental regional, ya que es importante recordar que los muestreos se realizaron en época de secas, y los valores de riqueza a lo largo del año pueden ser muy variables (Hernández, 2010; Santos y Ruíz, 2011; Mata-Silva y col., 2015).

b) Resultados

- *Composición general de los vertebrados terrestres del área del proyecto y el sistema ambiental regional*

Con base en los muestreos realizados, se tiene una riqueza de especies de vertebrados para el proyecto a lo largo de la línea de transmisión y la subestación eléctrica de 54 especies divididas en un anfibio, ocho reptiles, 43 aves y dos mamíferos. Por otro lado, los registros obtenidos para el sistema ambiental regional (SAR) ascienden a 86 especies, es decir, poco más del 60% de lo obtenido para la LT y SE. Esta riqueza de especies se divide en cuatro anfibios, 14 reptiles, 63 aves y cinco mamíferos. Esta diferencia de especies puede estar dada por diferentes factores, por ejemplo, la LT y SE presentan un mayor aislamiento de sus pequeños parches forestales; el tamaño de éstos es muy pequeño por lo que pueden soportar una diversidad de vertebrados más reducida, dejando ver principalmente a aquellas especies más abundantes por su capacidad de adaptación; otro aspecto muy importante es el efecto de borde, que en zonas más abiertas suele ser más severo. No obstante, la cantidad de especies que aquí se reportan son muy relevantes dadas las condiciones en que se encuentra casi todo el trayecto de la LT y SE (zonas mayormente agrícolas), incluso las zonas de muestreo del SAR, que son solo un poco más favorables que aquellas de la LT y SE, aludiendo a las zonas forestales. En los próximos subtemas, se presenta un análisis más detallado sobre los resultados obtenidos en cada gremio faunístico.



Gráfica 28. Número de especies registradas en campo de los cuatro grupos de vertebrados terrestres para la línea de transmisión y subestación eléctrica y para el sistema ambiental regional.

Anfibios y reptiles. Se reportan 18 especies de anfibios y reptiles como resultado del muestreo de algunas zonas seleccionadas de la LT y SE y del SAR. Específicamente para la LT y SE se encontraron nueve especies, un anfibio y ocho reptiles, mientras que para el SAR básicamente se registraron las 18 especies que se muestran en el siguiente listado.

En términos de endemismo, Oaxaca sobresale por aportar al país numerosas especies que son endémicas a México o incluso a nivel estatal. De las especies registradas seis de ellas presentan la categoría de endémicas para el país, por ejemplo, el sapo jaspeado (*Incilius marmoratus*), la iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) y la lagartija de árbol del Pacífico (*Urosaurus bicarinatus*) por mencionar algunas. Por otro lado, están las especies no endémicas que presentan una riqueza de 11 especies entre las cuales están la rana leopardo de Forrer (*Lithobates forreri*) y la culebra alacranera de sangre (*Stenorrhina freminvillii*). Para la categoría de especies exóticas se tiene el registro de una especie correspondiente a la lagartija besucona (*Hemidactylus frenatus*), la cual es nativa del continente asiático y hoy en día se encuentra distribuida por gran parte del mundo.

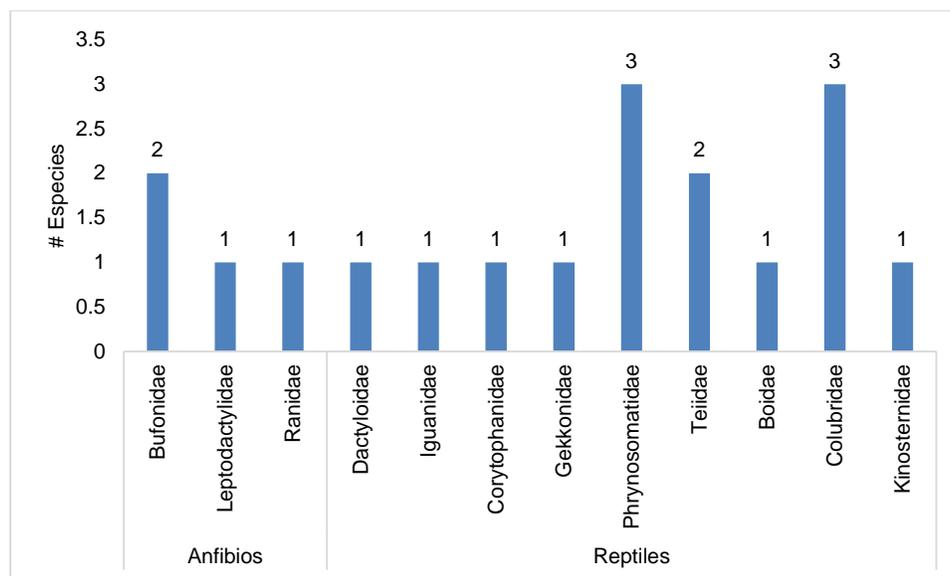
Cuadro 45. Listado herpetofaunístico generado durante los muestreos.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lugar de registro	
						LT y SE	SAR
Anfibios	Bufonidae	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado	E	---	x	x
		<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante	NE	---		x
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	NE	---		x
		Ranidae	<i>Lithobates forreri</i>	Rana leopardo de Forrer	NE	Pr	
Reptiles	Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Anolis	NE	---	x	x
	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	E	A		x

Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	NE	---	x	x
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	EX	---	x	x
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus edwardtaylori</i>	Lagartija espinosa del Istmo de Tehuantepec	E	---		x
	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	E	---	x	x
	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol del Pacífico	E	---		x
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppei</i>	Huico siete líneas	NE	---	x	x
	<i>Aspidoscelis guttata</i>	Huico mexicano	E	---	x	x
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	NE	---		x
Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra	NE	---		x
	<i>Coluber mentovarius</i>	Culebra chirrionera neotropical	NE	---		x
	<i>Stenorrhina freminvillii</i>	Culebra alacranera de sangre	NE	---	x	x
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pecho quebrado escorpión	NE	Pr	x	x

Se incluye la categoría de endemismos, las especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el lugar de los registros. E: Endémica; NE: No endémica; EX: Exótica; A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección Especial; LT y SE: Línea de transmisión y subestación eléctrica; SAR: Sistema ambiental regional.

Del total de especies encontradas algunas familias se muestran dominantes. En el caso de los anfibios la familia Bufonidae presenta dos especies, mientras que las dos familias restantes registran una sola especie cada una. Por su parte los reptiles se dividen en nueve familias destacando Phrynosomatidae, Colubridae y Teiidae con tres, tres y dos especies respectivamente. Para el resto de familias el registro se limita a una sola especie para cada una de ellas.



Gráfica 29. Número de especies por familia de los anfibios y reptiles registrados en campo

En el tema de riesgo para las especies se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se encontraron tres especies referidas bajo dos estatus de riesgo. Por un lado, están la rana leopardo de Forrer (*Lithobates Forreri*) y la tortuga pecho quebrado escorpión

(*Kinosternon scorpioides*) con el estatus Sujetas a Protección Especial (Pr), mientras que con el estatus de Amenazada (A) se registra a la iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*). Estas especies se encuentran en riesgo primeramente por la destrucción, reducción y fragmentación de los hábitats naturales, y en segundo lugar por el consumo para fines alimenticios y como especies para venta como mascotas. De cualquier modo, ante la destrucción de los hábitats, todas las especies de fauna silvestre se deben considerar como especies en riesgo, estén o no, protegidas bajo una normatividad.



Figura 51. Especies de herpetofauna registradas en campo y referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
A: *Lithobates forreri* Pr (Sujeta a protección Especial); B: *Ctenosaura pectinata* A (Amenazada); C: *Kinosternon scorpioides* Pr.

Dentro del contexto de las abundancias registradas, al comparar lo obtenido se observa que los sitios forestales dentro de la LT y SE presentaron el mayor número de individuos registrados con un total de 63 distribuidos en nueve especies; en seguida están los sitios forestales del SAR donde se contabilizaron 48 individuos de 18 especies. Y finalmente están las zonas agrícolas de la LT y SE donde se pudieron encontrar ocho ejemplares de tres especies ampliamente adaptadas a entornos muy degradados. Estas especies son la besucona (*Hemidactylus frenatus*), el huico siete líneas (*Aspidoscelis deppei*) y el huico mexicano (*Aspidoscelis guttata*). A nivel de especie nueve de ellas se consideran raras al obtenerse solo uno o dos registros por especie, por ejemplo, la lagartija de árbol del Pacífico (*Urosaurus bicarinatus*) que solo se registró un individuo en el sitio 2 del SAR (ver mapa de distribución). Por su parte el número de especies moderadamente abundantes asciende a cuatro, mientras que las especies abundantes fueron cinco, entre las cuales la lagartija espinosa de cola larga (*Sceloporus siniferus*) y el huico mexicano (*Aspidoscelis guttata*) fueron las dominantes con un total de 34 y 32 individuos contabilizados respectivamente.

Cuadro 46. Abundancias cuantitativas y cualitativas para las especies de anfibios y reptiles registradas según los sitios de muestreo. AB: Abundante; M: Moderadamente abundante; y R: Rara.

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia cuantitativa															Abundancia cualitativa				
			Sitios Forestales LT y SE					Sitios Agrícolas LT y SE					Sitios SAR									
			1	2	3	4	5	A	B	C	D	E	1	2	3	4	5					
Bufonidae	<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo jaspeado	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	M
	<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	M
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	R	
Ranidae	<i>Lithobates forreri</i>	Rana leopardo de Forrer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	M	
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Anolis	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	AB	
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	R		

Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	M	
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	5	0	0	0	3	2	0	0	0	1	0	0	0	1	AB	
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus edwardtaylori</i>	Lagartija espinosa del l. Tehuantepec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	R	
	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	7	3	2	6	6	0	0	0	0	0	3	2	2	0	3	AB
	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol del Pacífico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	R
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppei</i>	Huico siete líneas	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	3	0	0	AB
	<i>Aspidoscelis guttata</i>	Huico mexicano	3	2	3	3	9	0	0	2	1	0	4	2	0	2	1	AB
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R
Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	R
	<i>Coluber mentovarius</i>	Culebra chirrionera neotropical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	R
	<i>Stenorrhina freminvillii</i>	Culebra alacranera de sangre	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	R
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorioides</i>	Tortuga pecho quebrado escorpión	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R

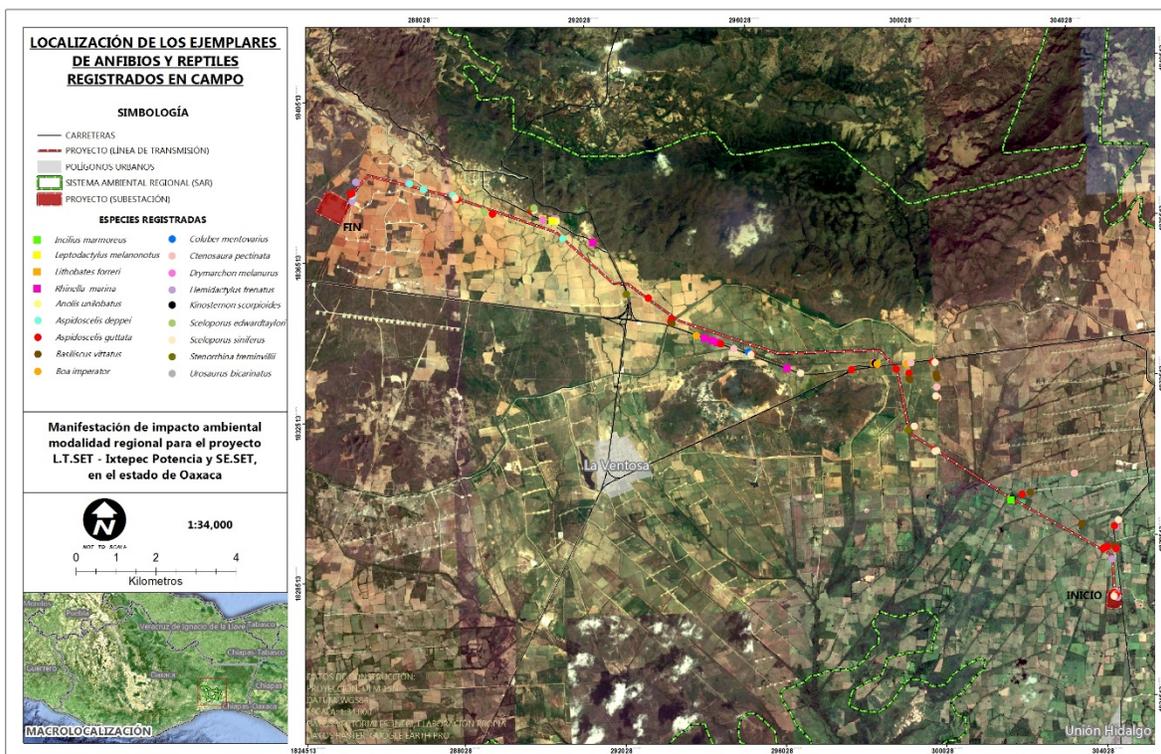


Figura 52. Localización de los ejemplares de anfibios y reptiles registrados en campo

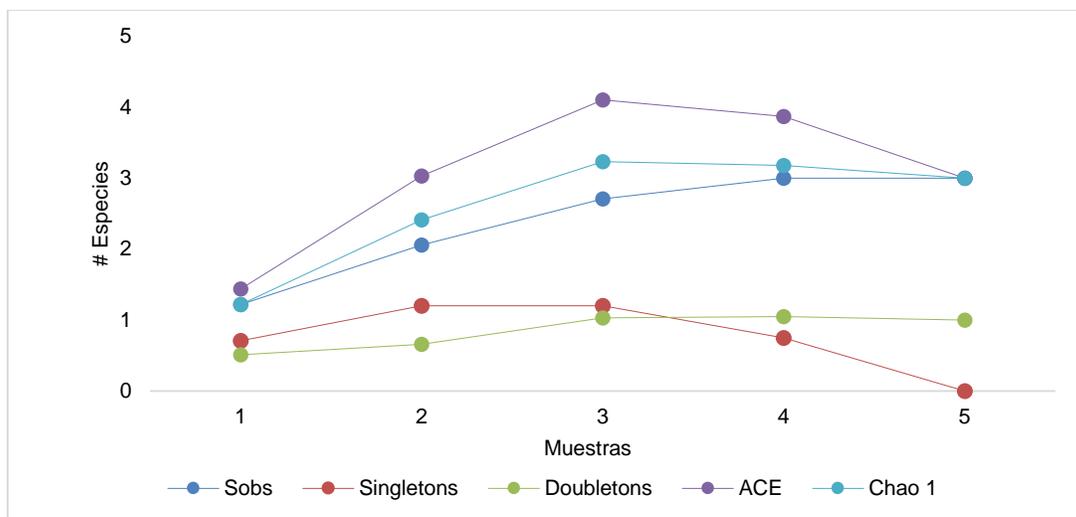
Los cálculos realizados para la diversidad de anfibios y reptiles de la zona de estudio indican que los sitios más diversos corresponden a los del SAR al obtener un valor de Shannon de H' : 2.48, valor que se puede interpretar como de diversidad moderada, aunque bastante superior a los valores de los sitios de la LT y SE. Por un lado, están los sitios forestales de la LT y SE que muestran una diversidad de H' : 1.58, valor claramente catalogado como bajo, y que se encuentra estrechamente asociado con la baja uniformidad de las abundancias respecto a la riqueza de especies. En contraparte están

los sitios agrícolas de la LT y SE que muestran un alto nivel de uniformidad de las abundancias, pero una riqueza muy baja, por lo cual su valor de diversidad apenas llega a H' : 1.08, definido como un valor muy bajo. Dadas las características ambientales de los sitios de muestreo, los valores de diversidad resultan completamente congruentes a la realidad.

Cuadro 47. Valores ecológicos para los tres sitios de registros de anfibios y reptiles

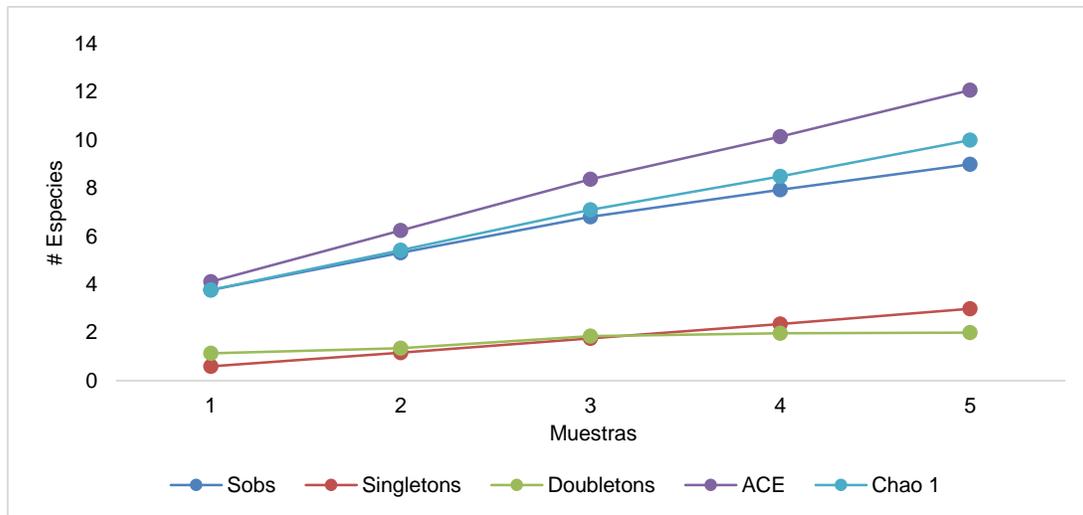
Lugar de registro	Riqueza	Abundancia	Uniformidad	Índ. Shannon
Sitios agrícolas LT y SE	3	8	0.98	1.08
Sitios forestales LT y SE	9	63	0.72	1.58
Sitios forestales SAR	18	48	0.86	2.48

Los sitios agrícolas de la LT y SE arrojaron el registro de tres especies de herpetozoos. En la gráfica siguiente se puede observar como la línea de las especies observadas (sobs) llega a la asíntota, sugiriendo que, aunque se incremente el nivel de esfuerzo de los muestreos no es posible encontrar una nueva especie, por lo menos en la época cuando se realizaron los muestreos, es decir, en época de secas, cuando las tierras agrícolas se encuentran en desuso y con una cubierta vegetal nula o muy pobre. Evidentemente estas condiciones no proveen gran cantidad de recursos ni sitios de refugio para los anfibios y reptiles, por lo que pocas especies llegan a usar dichos agroecosistemas como parte de sus nichos ecológicos. Por su parte los estimadores de riqueza ACE y Chao 1 sugieren también una riqueza de tres especies, por lo cual el nivel de esfuerzo en relación a dichos estimadores es del 100%. Solamente en la gráfica se puede apreciar una ligera diferencia en relación a lo antes planteado, es decir, aunque las especies únicas (singletons) prácticamente decayeron a través de las muestras, las especies dobles (doubletons) se mantienen en la unidad, sugiriendo la posibilidad de encontrar al menos una especie rara más como agregado al listado obtenido.



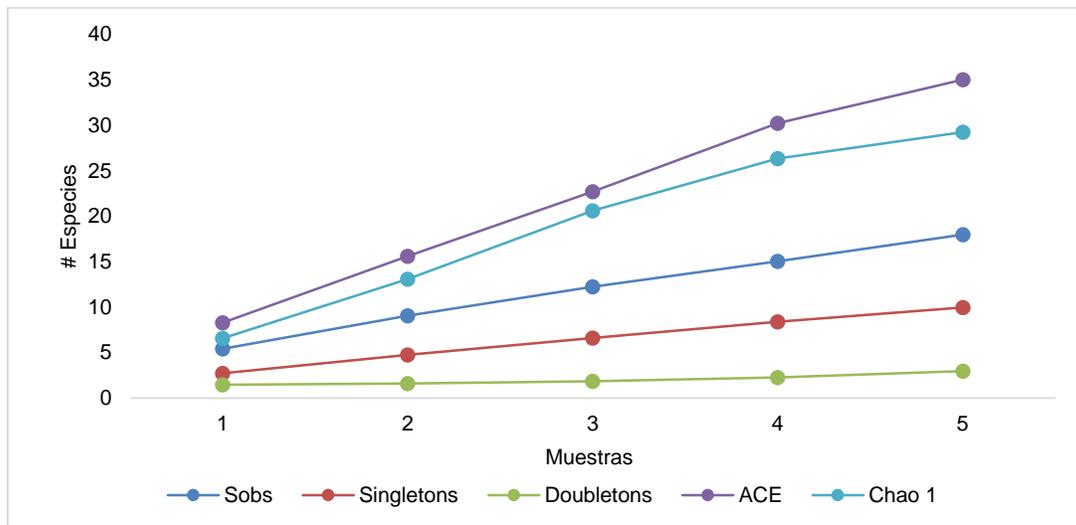
Gráfica 30. Acumulación de especies para los sitios de muestreo agrícolas en la línea de transmisión y subestación eléctrica. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; ACE y Chao 1: Estimadores de riqueza.

Para los sitios forestales de la LT y SE la tendencia a encontrar nuevas especies se puede observar en la siguiente gráfica. La línea de especies observadas claramente no se acerca a la asíntota y tampoco las líneas de los estimadores de riqueza. Para el estimador ACE el nivel de esfuerzo de muestreo es del 75% con la posibilidad de encontrar 12 especies. Por su parte Chao 1 estima una riqueza de 10 especies siendo el nivel de esfuerzo del 90%. Como sea es importante observar que tanto las especies únicas como las especies dobles no se mantienen a la baja, sugiriendo que el registro de nuevas especies en los sitios forestales de la LT y SE corresponda a especies raras, que por ende implicaría un alto nivel de esfuerzo, tiempo y recurso económico para tener nuevos registros, proyectándose como un objetivo de poca viabilidad.



Gráfica 31. Acumulación de especies para los sitios de muestreo forestales en la línea de transmisión y subestación eléctrica. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; ACE y Chao 1: Estimadores de riqueza.

El panorama de los sitios forestales del SAR indica una alta posibilidad de encontrar nuevas especies ante un incremento en el nivel de esfuerzo. De acuerdo al estimador ACE solo se registraron el 51% de las especies esperadas (35), mientras que para el estimador Chao 1 el registro de especies fue del 62%, es decir, la riqueza esperada es de 29 especies. Por supuesto, para llegar a dichos valores se tiene que incrementar considerablemente el nivel de esfuerzo, ya que las especies únicas y dobles se mantienen al alza, sugiriendo una alta posibilidad de que nuevas adhesiones al listado herpetofaunístico sean de especies raras, las cuales requieren un alto incremento de tiempo para ser registradas. En términos económicos no resulta tan viable incrementar el tiempo de muestreo para obtener solo algunos nuevos registros. De hecho, el listado de anfibios y reptiles que aquí se presenta es una muestra muy importante de la riqueza herpetológica que existe en las áreas forestales de la región, por lo cual es prioritario conservar las zonas forestales y rehabilitar la conectividad de los fragmentos aislados con aquellas grandes extensiones que fungen como proveedoras de especies para los fragmentos forestales.



Gráfica 32. Acumulación de especies para los sitios de muestreo forestales en el sistema ambiental regional. Sobs: Especies observadas; Singletons: Especies únicas; Doubletons: Especies dobles; ACE y Chao 1: Estimadores de riqueza.

Aves. Basados en los resultados obtenidos se registran para el presente proyecto 43 especies de aves para la zona de la LT y SE y 63 especies para los sitios de muestreo del sistema ambiental regional (SAR). Evidentemente hay una diferencia de 20 especies entre los lugares de registro (LT-SE y SAR) y esto se puede explicar en cierta medida por el mayor número de hábitats, recursos y conectividad que presentan algunos sitios del SAR.

Dentro del estatus migratorio se registraron 54 especies residentes, 23 visitantes de invierno, cuatro visitantes de verano y dos especies transitorias. Por supuesto, hay especies que pueden presentar más de un estatus migratorio, ya puede haber poblaciones que migran y poblaciones que permanecen todo el año en el país de una misma especie, tal es el caso del ibis blanco (*Eudocimus albus*) que presenta un estatus de residente y de visitante de invierno. También es importante mencionar dentro del marco de los aerogeneradores, que se registraron especies rapaces, que, si bien se pueden encontrar algunos ejemplares todo el año, la mayor abundancia se registra en invierno, éstas especies son el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el gavilán rastrero (*Circus cyaneus*) y el cernícalo americano (*Falco sparverius*).

Pasando al tema de los endemismos, se registran cuatro categorías, las especies exóticas, las no endémicas, las semiendémicas y las cuasiendémicas. En la categoría de especies exóticas se encuentra cuatro, entre las que figuran el gorrión doméstico (*Passer domesticus*) y la paloma de collar (*Streptopelia decaocto*) por mencionar algunas. La categoría que domina corresponde a las no endémicas que cuentan con 55 especies, por ejemplo, la cerceta alas azules (*Spatula discors*), el zopilote común (*Coragyps atratus*) y la paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*) por mencionar algunas. De la categoría semiendémicas solo se encuentran dos especies, el carpintero lineado (*Dryocopus lineatus*) y el colibrí garganta azul (*Lampornis clemenciae*). Finalmente, en la categoría cuasiendémicas se encuentran las especies colibrí vientre canelo (*Amazilia yucatanensis*) y el cacique mexicano (*Cassiculus melanigterus*).

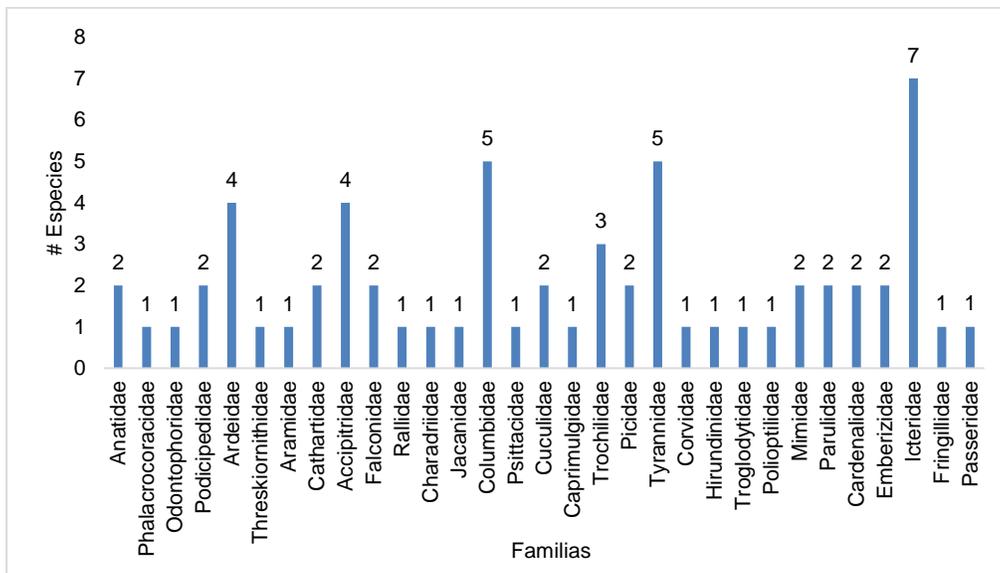
Cuadro 48. Listado avifaunístico generado durante los muestreos.

Familia	Especie	Nombre común	Estatus migratorio	Categoría de endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lugar de registro	
						LT y SE	SAR
Anatidae	<i>Spatula clypeata</i>	Pato cucharón norteño	VI	NE	---	x	x
	<i>Spatula discors</i>	Cerceta alas azules	VI	NE	---	x	x
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	R	NE	---		x
Odontophoridae	<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	R	NE	---	x	x
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	VI, R	NE	---		x
	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	R	NE	Pr		x
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	VI, R	NE	---		x
	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	VI, R	NE	---		x
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza garrapatera	VI, R	Ex	---	x	x
	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	VI, R	NE	---		x
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	VI, R	NE	---		x
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	R	NE	A		x
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	R	NE	---	x	x
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	R	NE	---	x	x
Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	VI, R	NE	Pr		x
	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	VI, R	NE	---		x
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	R	NE	---		x
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	R	NE	Pr	x	x
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	R	NE	---	x	x
	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo americano	VI, R	NE	---	x	x
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	VI, R	NE	---		x
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	VI, R	NE	---		x
Jacaniae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	R	NE	---		x
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	R	Ex	---		x
	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	R	NE	---	x	x
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	R	NE	---	x	x
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar	R	Ex	---		x
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	VI, R	NE	---	x	x
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i> (antes <i>Aratinga canicularis</i>)	Perico frente naranja	R	NE	Pr	x	x
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	R	NE	---	x	x
	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	R	NE	---	x	x
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	R	NE	---	x	x
Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí vientre canelo	R	CE	---		x
	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	VI, T	NE	---	x	x
	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul	R	SE	---	x	x
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	R	SE	---	x	x
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	R	NE	---	x	x
Tyrannidae	<i>Empidonax hammondii</i>	Papamoscas de Hammond	VI	NE	---	x	x

	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	R	NE	---	x	x
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	R	NE	---	x	x
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	R	NE	---	x	x
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirií	R	NE	---	x	x
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	R	NE	---	x	x
Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	VI	NE	---	x	x
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca nuca canela	R	NE	---	x	x
Poliopitidae	<i>Poliopitila albiloris</i>	Perlita pispirria	R	NE	---	x	x
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	R	NE	---	x	x
	<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauilador gris	VI	NE	---	x	x
Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	VI, R	NE	---	x	x
	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	VI, VV, R, T	NE	---	x	x
Cardenalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	VI, VV	NE	Pr		x
	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	VI	NE	---		x
Emberizidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	VI, R	NE	---	x	x
	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	R	NE	---	x	x
Icteridae	<i>Cassiculus melanigterus</i>	Cacique mexicano	R	CE	---	x	x
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	R	NE	---	x	x
	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	R	NE	---	x	x
	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado	R	NE	---	x	x
	<i>Icterus spurius</i>	Calandria castaña	VI, VV	NE	---	x	x
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	VV, R	NE	---	x	x
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	R	NE	---	x	x
Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	R	NE	---	x	x
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	R	Ex	---		x

Se incluye el estatus migratorio, la categoría de endemismos, las especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el lugar de los registros. R: Residente; VV: Visitante de verano; VI: Visitante de invierno; T: Transitoria; E: Endémica; NE: No endémica; CE: Cuasiendémica; SE: Semiendémica; EX: Exótica; A: Amenazada; Pr: Sujeta a Protección Especial; LT y SE: Línea de transmisión y subestación eléctrica; SAR: Sistema ambiental regional.

Volviendo a la composición general de la avifauna de la LT-SE y del SAR, las 63 especies se dividen en 56 géneros y 31 familias. De éstas últimas, las mejor representadas en relación al número de especies son Icteridae, Tyrannidae, Columbidae, Accipitridae y Ardeidae con 7, 5, 5, 4 y 4 especies respectivamente. Las familias restantes presentaron de tres o menos especies, siendo lo más frecuente el registro de una sola especie por familia.



Gráfica 33. Número de especies de aves registradas por familia

Si bien todas las especies de aves son muy importantes en los procesos e interacciones ecológicas, existen algunas que resultan más vulnerables por múltiples factores, amenazando sus poblaciones naturales. De las especies registradas se detectan seis referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cinco bajo el estatus Sujetas a Protección Especial (Pr) y una en la categoría Amenazada (A). Aunado a esta categorización de riesgo, se puede comentar que, de las seis especies encontradas, tres de ellas resultaron muy raras de registrar, el carrao (*Aramus guarauna*) con apenas un individuo y con estatus de Amenazada; el gavilán de cooper (*Accipiter cooperii*) Sujeta a Protección Especial solo obtuvo un registro; y el colorín siete colores (*Passerina ciris*) también Sujeta a Protección Especial y con dos registros durante las visitas de campo. En este tenor, es necesario plantear medidas ambientales para la protección de todas las especies de aves, principalmente de aquellas que se encuentran en riesgo y que fueron catalogadas en el presente estudio como especies raras por su bajo conteo de individuos (ver anexo de medidas).



Figura 53. Especies de aves registradas en campo y referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 A: *Tachybaptus dominicus* Pr (Sujeta a Protección Especial); B: *Aramus guarauna* A (Amenazada); C: *Accipiter cooperii* Pr; D: *Passerina ciris* Pr; E: *Geranoaetus albicaudatus* Pr; F: *Eupsittula canicularis* (antes *Aratinga canicularis*) Pr.

Continuando con la abundancia de las especies en la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos durante los conteos de aves en los diferentes sitios de muestreo. Comenzando con los sitios agrícolas de la LT-SE se contabilizaron 95 ejemplares de 16 especies, en su mayoría especies comunes como el zanate (*Quiscalus mexicanus*), el zacatonero corona rayada (*Peucaea ruficauda*), la garza garrapatera (*Bubulcus ibis*) y el zopilote aura (*Cathartes aura*) por mencionar algunos. Para las zonas forestales de la LT y SE el conteo ascendió a 181 ejemplares distribuidas en 41 especies con representantes muy numerosos como el zanate (*Quiscalus mexicanus*) y el pato cucharón norteño (*Spatula clypeata*). Por su parte, los conteos de los sitios del SAR arrojaron un total de 288 individuos en 63 especies. En general la abundancia cualitativa por especie conjuntando todos los sitios de conteo, tanto de la LT y SE como del SAR, muestran que hay una representatividad importante en toda la escala cualitativa, por ejemplo, se registran 23 especies abundantes, 12 frecuentes, y 10 ocasionales y 18 especies raras.

Cuadro 49. . Abundancias cuantitativas y cualitativas para las especies de aves registradas según los sitios de muestreo. AB: Abundante; F: Frecuente; O: Ocasional; R: Rara

Especie	Nombre común	Abundancia cuantitativa															Abundancia cualitativa	
		Sitios Forestales LT y SE					Sitios Agrícolas LT y SE					Sitios SAR						
		1	2	3	4	5	A	B	C	D	E	1	2	3	4	5		
<i>Spatula clypeata</i>	Pato cucharón norteño	0	6	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	AB
<i>Spatula discors</i>	Cerceta alas azules	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	F
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R	
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	0	0	2	0	0	2	0	6	2	0	0	0	3	0	0	AB	
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R	
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	O	
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R	
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R	

<i>Bubulcus ibis</i>	Garza garrapatera	0	0	0	0	0	0	2	6	0	11	0	0	0	0	2	AB
<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	R
<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	R	
<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R	
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	1	0	0	3	2	0	4	1	3	1	2	1	1	0	0	AB
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	0	1	2	2	1	1	0	3	0	4	1	1	4	1	2	AB
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	R
<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	R
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	R
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	F
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	0	1	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	2	0	3	AB
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	F
<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	O
<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	O
<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	R
<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	2	0	0	3	0	0	1	4	0	2	1	0	0	1	3	AB
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	F
<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	R
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	1	1	0	0	2	1	0	0	2	1	1	0	0	3	1	AB
<i>Eupsittula canicularis</i> (antes <i>Aratinga canicularis</i>)	Perico frente naranja	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	2	0	2	2	AB
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	7	0	2	4	1	0	0	0	0	0	4	2	8	3	3	AB
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	O
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí vientre canelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	O
<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	F
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	F
<i>Empidonax hammondii</i>	Papamoscas de Hammond	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	O
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	F
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	AB
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienveo	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	F
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	1	2	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	2	3	1	AB
<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	2	0	5	2	AB
<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	0	2	4	1	0	AB
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca nuca canela	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	F
<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	1	2	1	2	1	AB
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	O
<i>Dumetella carolinensis</i>	Maullador gris	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	R
<i>Setophaga coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2	AB

<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	O
<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	R
<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	AB
<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	2	0	O
<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	2	1	1	4	1	0	0	0	2	0	2	1	1	3	2	AB
<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique mexicano	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1	AB
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	F
<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	3	1	AB
<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	F
<i>Icterus spurius</i>	Calandria castaña	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	3	F
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	0	0	5	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	17	AB
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	0	0	0	23	0	0	0	2	1	5	0	0	6	2	1	AB
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	AB
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	O

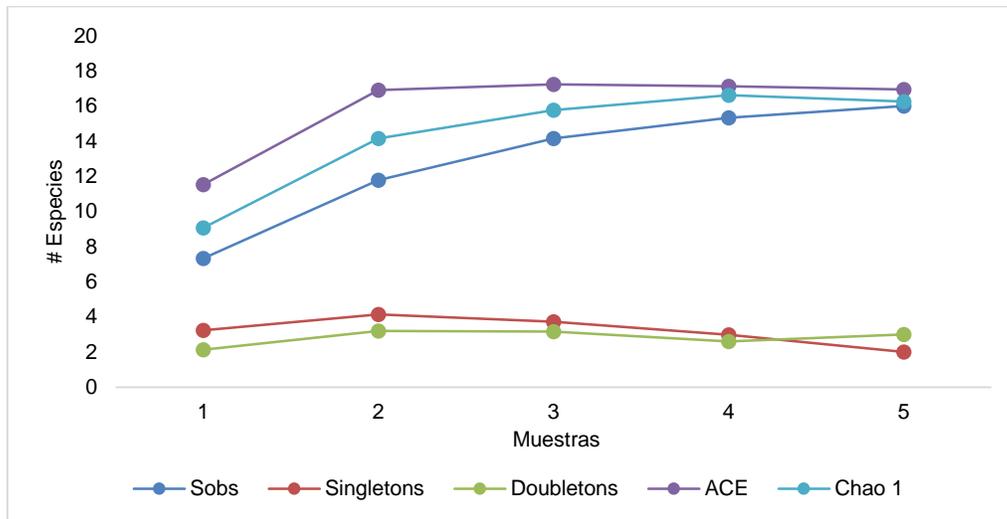
En relación a los valores de las abundancias obtenidas y del número de especies se calculó la diversidad avifaunística de los diferentes sitios de muestreo, obteniéndose lo siguiente. Para los sitios de conteo agrícolas de la LT-SE se calcula una diversidad de H' : 2.46 que corresponde a un valor considerado como medio. Los sitios forestales de la LT-SE por su parte, muestran una diversidad alta que entra en concordancia con la condición ambiental de los sitios muestreados, es decir, aunque hay sitios relativamente impactados y fragmentados, aun presentan recursos que son utilizados por las aves de la región. Por otro lado, los sitios forestales del SAR demuestran que a mayor calidad de los ecosistemas es posible obtener valores de diversidad más altos, en este caso su valor es superior a los de la LT-SE (H' : 3.84), y se corrobora con el hecho de presentar una mayor riqueza de especies y una uniformidad más alta en relación a los sitios de la LT-SE. En este contexto, las aves elevan su importancia en los ecosistemas y en el marco de la conservación de las zonas forestales, ya se trate de amplias extensiones de comunidades vegetales conservadas, o bien, de fragmentos aislados en un matriz de tierras agrícolas.

Cuadro 50. Valores ecológicos para los tres sitios de registros de aves

Lugar de registro	Riqueza	Abundancia	Uniformidad	Índ. Shannon
Sitios agrícolas LT-SE	16	95	0.88	2.46
Sitios forestales LT-SE	41	181	0.91	3.39
Sitios forestales SAR	63	288	0.92	3.84

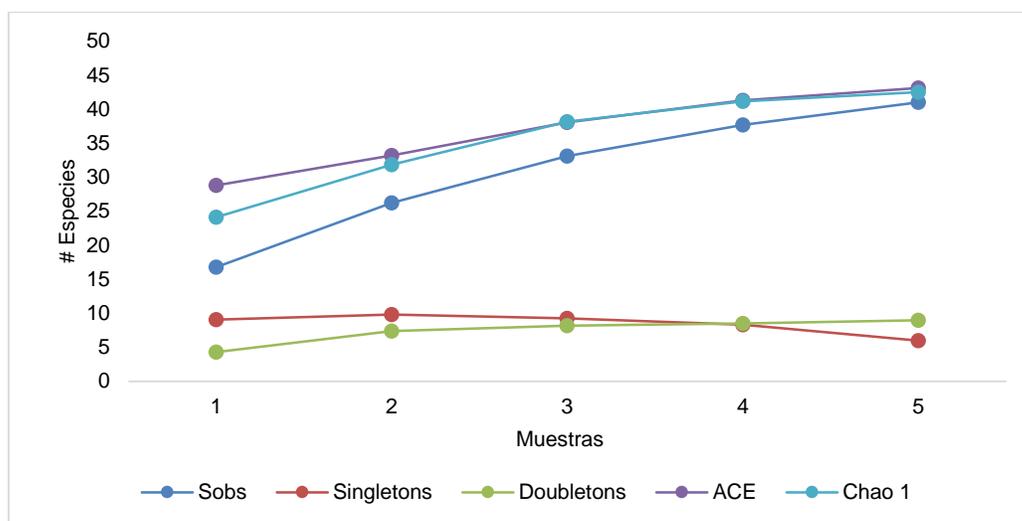
Analizando el nivel de esfuerzo de muestreo para los sitios agrícolas de la LT-SE se observa en la siguiente gráfica una clara tendencia hacia la asíntota, es decir, los muestreos realizados resultan ampliamente suficientes para este tipo de ambientes transformados. Esto se corrobora con los valores obtenidos en los estimadores de riqueza, pues para ACE se estiman 17 especies, mientras que Chao 1 se estiman 16, lo que significa en base a la riqueza observada (Sobs), es que se alcanzó un nivel de muestreo efectivo del 95% y el 100% respectivamente. No obstante, cabe la posibilidad de hallar algunos registros nuevos de especies raras, ya que las líneas en la gráfica de las

especies únicas (singletons) y las especies dobles (doubletons) no se encuentran es su totalidad a la baja. Por otro lado es muy importante aclarar que los resultados mostrados en el presente estudio corresponden a la época de secas del invierno tardío, ya que existen variaciones en la composición de la fauna a lo largo del año.



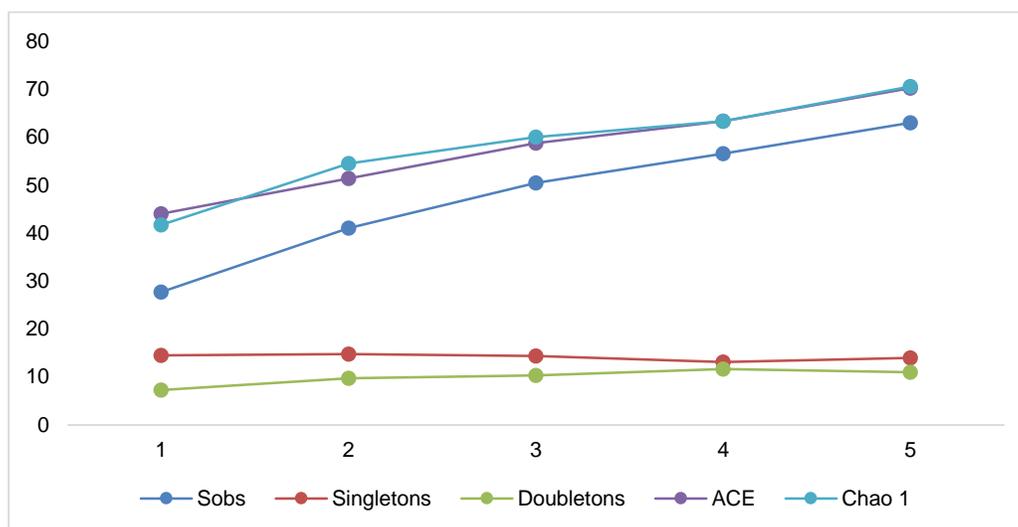
Gráfica 34. Acumulación de especies para los sitios de muestreo agrícolas en la línea de transmisión y subestación eléctrica.

Para los sitios forestales de la LT-SE se registraron 41 especies a lo largo de los muestreos con una ligera tendencia a encontrar nuevos registros, ya que la línea de especies observadas (Sobs) presenta una dirección un tanto al alza. Por su parte los estimadores de riqueza ACE y Chao 1 calculan una riqueza esperada de 43 especies, lo que significa que el esfuerzo de muestreo está en el orden del 95%. De igual forma, la tendencia de los estimadores es ligeramente al alza, sugiriendo que es posible encontrar nuevas especies, aunque raras, con un aumento en el esfuerzo de los muestreos como indican las líneas de las especies únicas (singletons) y especies dobles (doubletons) que se encuentran alejadas del cero (0).



Gráfica 35. Acumulación de especies para los sitios de muestreo forestales en la línea de transmisión y subestación eléctrica.

Por su parte, la riqueza de especies para los sitios forestales del SAR es de 63 con una alta tendencia a encontrar nuevas especies como lo muestran también las líneas de los estimadores ACE y Chao 1. Para ACE se calcula una riqueza de 70 especies, de modo que para este estimador se encontró el 90% de las especies esperadas, mientras que para Chao1 se estima una riqueza de 71 especies de aves para el SAR, lo que significa que las especies observadas cubren el 89% de las esperadas con dicho estimador. Evidentemente las condiciones ambientales de algunos sitios del SAR son un poco más elevados que los sitios forestales de la LT-SE, de manera que la posibilidad de hallar nuevas especies es bastante alta, lo que está en concordancia con las líneas de las especies únicas (singletons) y las especies dobles (doubletons), ya que se encuentran bastante alejadas del cero (0), en otras palabras, la adhesión de nuevas especies puede ser a partir de especies raras, pero bajo un incremento en el nivel de esfuerzo de muestreo, lo que se traduce en inversión de tiempo y dinero. Como sea, la riqueza de especies de aves que aquí se reporta, es ampliamente importante y deja ver una porción de la riqueza y diversidad real de especies de una región que, por demás, se encuentra muy impactada, en primera por el uso agrícola y en segunda por los asentamientos humanos, las redes de vías de comunicación, aerogeneradores y líneas de transmisión eléctricas.



Gráfica 36. Acumulación de especies para los sitios de muestreo forestales en el sistema ambiental regional.

Mamíferos. Los muestreos de mamíferos dieron como resultado el registro de cinco especies de las cuales dos se encontraron en los sitios de la LT-SE (*Urocyon cinereoargenteus* y *Sylvilagus floridanus*), mientras que en el SAR se registraron las cinco. Ninguna especie es endémica para el país, todas ellas son de amplia distribución y en cierta medida muy comunes. Por otro lado, no se registran especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de riesgo.

Cuadro 51. Listado mastofaunístico generado durante los muestreos

Familia	Especie	Nombre común	Categoría de endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lugar de registro	
					LT-SE	SAR
Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	NE	---		x
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	NE	---	x	x

Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache sureño	NE	---		x
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	NE	---		x
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	NE	---	x	x

Se incluye la categoría de endemismo, la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el lugar de los registros. NE: No endémica; LT-SE: Línea de transmisión-Subestación eléctrica; SAR: Sistema ambiental regional.

De forma particular tanto en los sitios agrícolas como en los sitios forestales de la LT-SE se registraron a la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y al conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*), aunque en los sitios forestales los registros fueron más abundantes. Por su parte, en los sitios forestales del SAR, a pesar de encontrar a las cinco especies, los registros no fueron muy abundantes, de hecho, para el mapache (*Procyon lotor*), el tlacuache sureño (*Didelphis marsupialis*) y el coyote (*Canis latrans*) solo se obtuvo un registro para cada especie (ver mapa de registros). En general el muestreo de mamíferos resulta muy difícil pues la mayoría de ellos son de hábitos nocturnos y suelen ser muy escurridizos por lo cual se opta por el registro indirecto a través de huellas y otros rastros, como fue el caso del presente proyecto, donde básicamente la mayoría de los registros fueron obtenidos de este modo. Únicamente se logró la visualización de dos ejemplares de conejo serrano y el hallazgo de un ejemplar muerto de tlacuache sureño.

Cuadro 52. Abundancias cuantitativas y cualitativas para las especies de mamíferos registradas según los sitios de muestreo. AB: Abundante; R: Rara.

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia cuantitativa															Abundancia cualitativa	
			Sitios Forestales LT-SE					Sitios Agrícolas LT-SE					Sitios SAR						
			1	2	3	4	5	A	B	C	D	E	1	2	3	4	5		
Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	R
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2	1	1	1	2	0	0	0	1	1	2	0	2	1	1		AB
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache sureño	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		R
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		R
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	2	3	1	0	0	1	1	1	0	0	0	2	1	0	1		AB

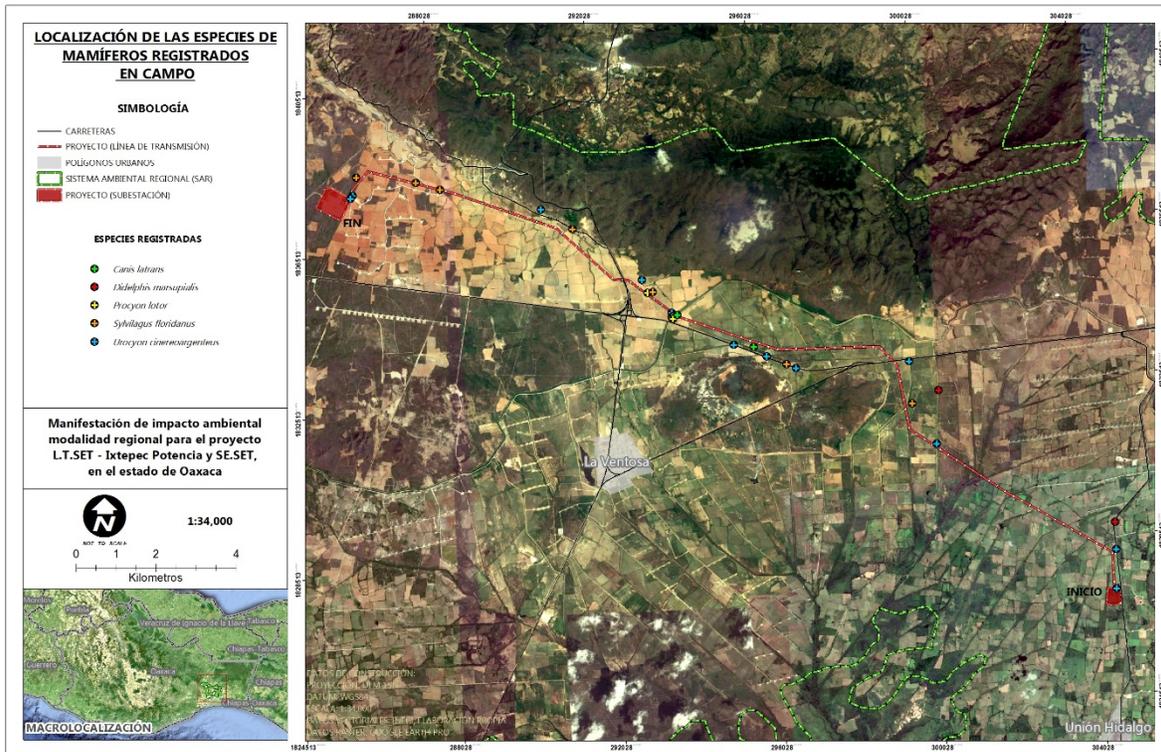


Figura 54. Localización de las especies de mamíferos registradas en campo

En el tema de diversidad los mamíferos resultaron poco diversos al calcular un valor de Shannon de $H': 1.04$, que resulta muy bajo y se encuentra fuertemente influenciado por el valor uniformidad de 0.65 (valor máximo 1) que indica la presencia de especies raras en contraste con especies relativamente abundantes. Evidentemente los registros fueron bajos, sin embargo, el corto listado que aquí se presenta trae a la luz parte de la riqueza de mamíferos que ocurren en el área del proyecto, y que es posible obtener una riqueza de especies mayor bajo la implementación de otras técnicas como es el caso de la foto-trampeo, además de incrementar el nivel de esfuerzo (bajo el entendido de aumentar los recursos económicos), ya que se trata de fauna esquiva y mayormente de hábitos nocturnos.

Cuadro 53. Valores ecológicos obtenidos a partir de la suma de registros tanto de la línea de transmisión y subestación eléctrica como del sistema ambiental regional.

Riqueza	Abundancia	Uniformidad	Índ. Shannon
5	31	0.65	1.04

La línea de transmisión y su implicación con la fauna silvestre

Desde la aparición de los tendidos eléctricos, éstos han tenido dos tipos de relaciones con la fauna silvestre, una relación positiva, y una muy preocupante relación negativa. En la primera, las aves usan los tendidos eléctricos y sus apoyos como sitios de percha, lugares de reposo e incluso como plataformas para nidificaciones. Por otro lado, se ha reportado que mamíferos de pequeña talla y reptiles utilizan la base de torres y postes como refugio. Algunos carnívoros como los zorros marcan su territorio depositando sus heces en las

bases. Muchos reptiles, insectos e incluso mamíferos llegan a utilizar las subestaciones para obtener calor y refugio.



Figura 55. Ejemplo de aves observadas en campo utilizando el cableado y las estructuras de soporte como sitios de percha y descanso. A: *Eudocimus albus*; B: *Streptopelia decaocto*.

Sin embargo, las líneas de transmisión tienen relevancia por el impacto negativo que pueden tener sobre las aves, ya sea por colisión o por electrocución. En el caso de los efectos por colisión, que es uno de los posibles problemas en el presente proyecto, se ha identificado que los accidentes por colisión son más frecuentes en especies gregarias de tamaño relativamente grande, en vuelos crepusculares, en reacciones de huida de las bandadas y en especies que tienen poca capacidad de maniobra de vuelo. Se ha detectado también que la mayoría de colisiones se producen en los cables de guarda en líneas de alta tensión (De la Zerda y Rosselli, 2003). Resulta que la mayoría de las aves en condiciones de baja visibilidad detectan los conductores a poca distancia y al intentar evitarlos con un sobrevuelo, se encuentran con el cable de guarda, que es de un grosor mucho menor y por tanto menos visible que los conductores (Ferrer-Baena, 2012). Se cree también que la mortalidad por colisión en los tendidos eléctricos se encuentra muy relacionada con las características del hábitat atravesado y por las especies presentes en su entorno (Red eléctrica de España, 2005).

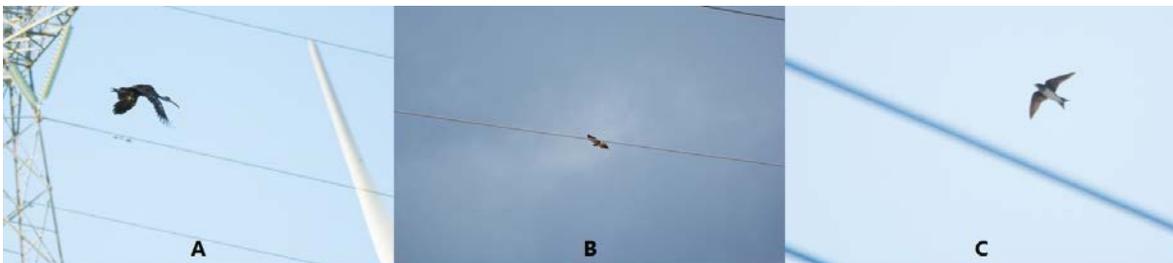


Figura 56. Ejemplo de algunas especies de aves observadas durante los muestreos volando cerca de los tendidos eléctricos. A: *Aramus guarauna*; B: *Geranoaetus albicaudatus*; C: *Tachycineta bicolor*.

Otro impacto negativo que se puede mencionar sobre proyectos de tendidos eléctricos, se refiere a la fragmentación de hábitats por la apertura y mantenimiento de las franjas de servicio, aunque el impacto puede ser temporal y los clareos no son necesariamente barreras impermeables para la fauna silvestre (De la Zerda y Rosselli, 2003).

El impacto para las poblaciones de aves es muy variable y afecta a algunas especies mucho más que a otras. Uno de los grupos posiblemente amenazados por los tendidos eléctricos es el de las aves rapaces, y resulta más importante por dos razones, la primera porque son un grupo más escaso de forma natural que otros, y la segunda porque

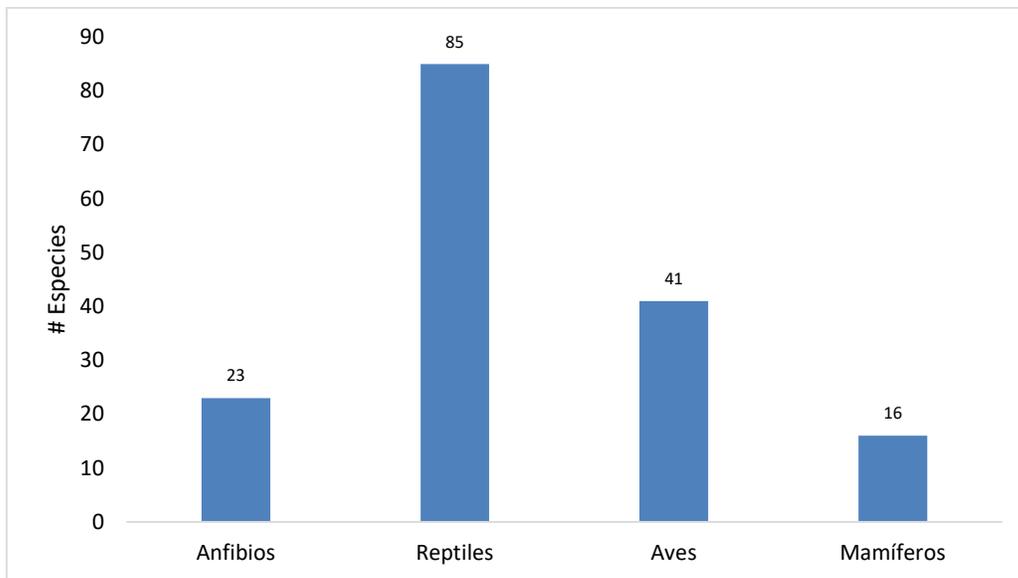
algunas especies se encuentran referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y cualquier pérdida resulta relevante de analizar por su posible impacto a sus poblaciones y la especie misma.

Ya se ha hablado a groso modo del peligro que representan las líneas de transmisión, sin embargo, vale la pena mencionar en este apartado, algunos aspectos que en la actualidad ya existen en el área del proyecto. En primera la ruta propuesta para la LT y SE del presente proyecto corre en gran parte de su extensión, paralela a dos LT ya existentes, y, por otro lado, en distintos puntos de la región y cercanos a la LT propuesta, existen numerosas redes de aerogeneradores. En este sentido, la incorporación de una nueva infraestructura lineal perfila a la región como una zona importante por sus posibles impactos para las aves, y esto se vuelve un impacto acumulativo y sinérgico, pues en la zona del Istmo de Tehuantepec (donde se ubica el proyecto) convergen tres rutas migratorias de aves de Norteamérica (Ruta Oceánica del Pacífico; Ruta de la Costa del Pacífico; Rutas de las Grandes Planicies y las Montañas Rocosas), de modo que la región es altamente prioritaria para la conservación de las aves.

En este contexto, es fundamental la implementación estricta de medidas de mitigación y compensación, dirigidas como una prioridad hacia la avifauna.

Vertebrados de probable ocurrencia a nivel del sistema ambiental regional

La búsqueda bibliográfica arrojó un total de 165 especies de vertebrados terrestres de probable ocurrencia a nivel del sistema ambiental regional y en las zonas aledañas a la línea de transmisión (ver anexo). Los anfibios suman 23 especies de las cuales cinco de ellas se encuentran en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 todas bajo el estatus Sujetas a Protección Especial (Pr). Los reptiles son los más numerosos con 85 especies que pueden estar mayormente presentes en zonas forestales amplias como es el caso de la parte norte del SAR y en menor medida en las cercanías a la LT. De este total 25 especies presentan el estatus Sujetas a Protección Especial y ocho bajo el estatus de Amenazadas (A). En el caso de las aves, la búsqueda bibliográfica se dirige a especies que pueden estar tanto presentes en el SAR como puntualmente en los fragmentos de selva baja espinosa caducifolia y zonas inundables a lo largo de la LT. El número de especies asciende 41 de las cuales cuatro se encuentran referidas en la NOM-059 con el estatus Sujetas a Protección Especial, dos como Amenazadas y dos especies en Peligro de Extinción (P) (*Aimophila sumichrasti* y *Cairina moschata*).



Gráfica 37. Número de especies de vertebrados terrestres de probable ocurrencia

Conclusiones

Se reporta una riqueza de 54 especies de vertebrados terrestres para la LT y SE y una riqueza de 86 especies para los sitios de muestreo del SAR. En la LT y SE su riqueza de especies se divide en un anfibio, ocho reptiles, 43 aves y dos mamíferos. Para el SAR la proporción es de cuatro anfibios, 14 reptiles, 63 aves y cinco mamíferos. Del listado en general se identifican nueve especies referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siete con el estatus Sujetas a Protección Especial (Pr) y dos como Amenazadas (A). En general el nivel de esfuerzo de muestreo se calculó como aceptable, según los estimadores de riqueza ACE y Chao 1. Se considera que la LT y SE representa un peligro continuo, principalmente para las aves, fundamentalmente en el tema de las colisiones con el tendido eléctrico (cable de guarda). También se creó que la incorporación de una nueva LT y SE en una región donde ya existen algunas otras, además de numerosas redes de aerogeneradores, incrementa el nivel de peligro para las aves, tanto residentes como migratorias. En este mismo sentido, es vital implementar estrictas medidas de mitigación y compensación ante la ejecución del presente proyecto, una de ellas es la aplicación de elementos visuales en los cables de guarda que reduce considerablemente la incidencia de colisiones.

IV.2.3 Ecosistemas

Los ecosistemas son el hábitat de una importante diversidad biológica; desarrollan funciones ambientales como la regulación del ciclo hidrológico, captura y almacenamiento de agua, captura de carbono, generación y conservación de suelos, refugio de fauna, entre otros, y proporcionan numerosos bienes para las poblaciones humanas, tales como alimento, madera para construcción, leña, entre otros. La vegetación representa un elemento básico de todo ecosistema, ya que éste alberga al resto de los componentes de la biodiversidad. A su vez, proporciona las condiciones ambientales para la subsistencia de otras especies, y auxilia a la generación de material orgánico para la calidad del suelo. El ecosistema es un complejo dinámico, tanto de los elementos físicos y de los organismos vivos (flora y fauna) dentro de un área en la cual ellos toman forma y lo

habitan; espacio que al ser alterado se provoca un desequilibrio en su funcionalidad y estructura (Challenger, 1998).

Dentro del SAR predominan poblaciones rurales y algunos asentamientos urbanos en constante crecimiento exponencial, que se dedica básicamente a actividades económicas primarias como la agricultura, ganadería de subsistencia y aprovechamiento forestal. En el área de estudio los aprovechamientos agropecuarios, sobre todo cuando han sido mal manejados, han causado daños de diferente magnitud en los distintos tipos de vegetación. Esto se refleja en los cambios por perturbación, que se refiere a aquellas coberturas densas que se han transformado en zonas abiertas y fragmentadas.



Figura 57. Áreas anteriormente forestales que están sufriendo una transformación por uso de suelo agrícola.

Los patrones de distribución de las selvas secas que se desarrollan a lo largo y ancho del SAR presentan sitios fragmentados y otros en buen estado de conservación. Una de las principales afectaciones es por la deforestación y cambio de uso del suelo agrícola y pastizales. Estas acciones han sido efectuadas desde hace muchos años y siguen siendo una práctica que va en aumento constante. La fragmentación es una consecuencia de la deforestación y consiste en la formación de porciones o fragmentos de la selva seca que quedan aislados y rodeados de una matriz de paisajes transformados a otros tipos de cobertura (Cultivos, pastizales, carreteras y asentamientos humanos), perdiendo conectividad entre ellos, (Bennett, 1998; Fahrig, 2003), tal y como sucede en la zona de estudio. La fragmentación de las zonas forestales del SAR realizada por las poblaciones humanas, además de provocar la pérdida de hábitat, ha incrementa el aislamiento de los fragmentos y de los organismos que la habitan, esto toma relevancia cuando se afectan a poblaciones de especies sensibles o de distribución restringida que se han adaptado para sobrevivir en condiciones ambientales que solamente se encuentran en zonas forestales

con estados primarios de conservación, por lo que se enfrentan en un proceso de extinción local, incluso se reduce el área de distribución de dichas especies.

A nivel de paisaje es muy común observar una gran red de infraestructura eléctrica, entre líneas de transmisión y parques eólicos, en su contexto general se han modificado los ecosistemas locales, además del cambio de uso del suelo generado a raíz de su construcción; sin embargo, en los remanentes que se observan en la zona de estudio, el establecimiento de la VSa/SBC, VSa/SBK y VPI, forman una cobertura muy bien definida, ya que las formas de vida presentes en el mayor de los casos son arbustos, así como árboles de porte bajo. La vegetación en la zona ha sufrido reducciones importantes debido al cambio de uso actual del suelo, donde la agricultura y los pastizales son la principal actividad practicada, ya que cubren una importante superficie en la zona de estudio.

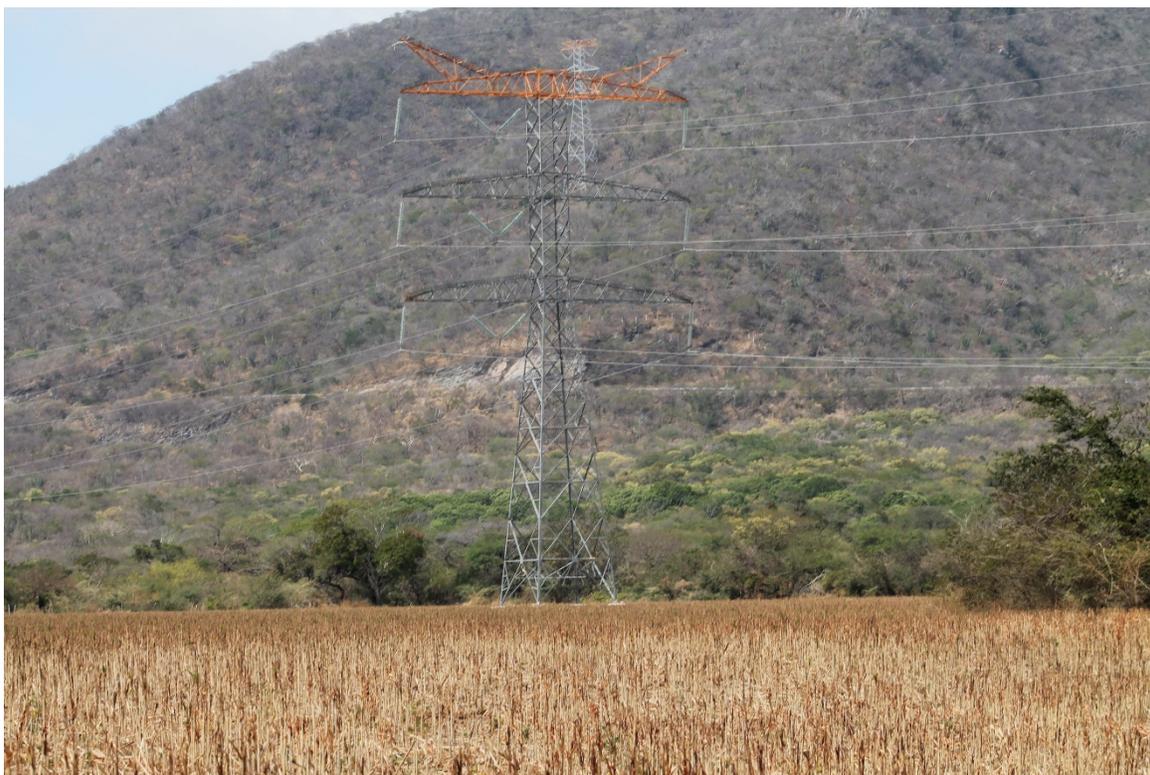


Figura 58. Paisajes fragmentados por la agricultura, en las elevaciones más notables en grado de conservación de la vegetación es mayor, ya que en superficies referidas para el proyecto en la mayor parte de los casos se muestran claros sucesos de una fase secundaria de la vegetación.

En la actualidad la condición ambiental del área donde se proyecta la línea de transmisión y las subestaciones se muestra bastante degradada, fundamentalmente por la eliminación casi total de la cubierta vegetal original. En este sentido, y desde una visión paisajística el área del proyecto se encuentra dominado por una matriz agrícola con pequeños fragmentos aislados y dispersos de vegetación primaria o secundaria, exceptuando la parte norte del sistema ambiental regional, donde se desarrollan ecosistemas primarios de selva baja caducifolia sobre terrenos amplios y montañosos muy bien conectados a nivel regional con otras áreas de vegetación conservada.

A pesar del deterioro ambiental a lo largo del LT y la SE, se registraron numerosas especies de vertebrados (54) que utilizan los fragmentos de hábitats y las franjas de

vegetación que se desarrollan a lo largo del intrincado sistema de canales de riego de la Planicie Costera de Tehuantepec, para desplazarse de un punto a otro y cubrir sus necesidades básicas de sobrevivencia como la alimentación, refugio y reproducción. El desplazamiento de las especies en sitios altamente fragmentados como la zona del proyecto, se realiza de dos formas principales, a partir de trampolines, que es la conexión que solo las aves y algunos mamíferos pueden llevar a cabo por la distancia que hay entre un fragmento de hábitat y otro, o bien, a partir de conexiones tipo corredor que la mayoría de las especies lo utiliza y se da a través de franjas de vegetación continua o casi continua que comunican con otras superficies de hábitats mayores.

No es casualidad que las aves sean más numerosas y exitosas que otros grupos en sitios donde dominan las tierras agrícolas, pues su facilidad y rapidez para desplazarse, además de la gran variedad de alimentos que pueden consumir, hace que en sitios degradados se puedan registrar numerosas especies, como fue en el presente estudio. Así entonces, especies de la familia Tyrannidae como el *Myiarchus tuberculifer* y *Tyrannus melancholicus* son muy frecuentes en tierras de cultivo donde se alimentan activamente de insectos. Las aves rapaces también suelen ser vistas sobrevolando tierras abiertas en busca de roedores, conejos o reptiles. Muchas otras aves como palomas, codornices y colorines igualmente pueden ser observadas en tierras agrícolas (activas o abandonadas) en busca de semillas.



Figura 59. Ejemplo de algunas especies asociadas a sitios degradados como tierras agrícolas. A: *Columbiga inca*; B: *Aspidocelis deppei*; C: *Tyrannus melancholicus*; D: *Colinus virginianus*.

Los agroecosistemas, si bien pueden albergar distintas especies de fauna silvestre, su riqueza y diversidad están dadas por la estructura y configuración del paisaje y de sus elementos que lo componen. Para el presente proyecto, la presencia y conectividad de fragmentos y franjas de hábitats son fundamentales en la conservación y ocurrencia de muchas especies, pero además otro aspecto muy importante es la existencia de grandes superficies de ecosistemas conservados y relativamente cercanos, que jueguen el papel de proveedores de especies, ya que, sin estas superficies, muchas poblaciones de vertebrados terminarían extintas localmente. En este contexto, la conservación y rehabilitación de áreas degradadas son fundamentales para preservar la vida silvestre en paisajes agrícolas, más aún cuando se suman otros impactos negativos, que inclinan la balanza a favor del desarrollo y crecimiento económico y social en un panorama insostenible. Algunos otros elementos de impacto negativo presentes en el SAR que se pudieron observar en campo y que se agregan a la actividad agrícola son:

1. Asentamientos humanos.
2. Vías generales de comunicación (carreteras y caminos de terracería).
3. Ganadería (pastizales inducido y cultivado).
4. Numerosas líneas de transmisión eléctrica y redes de aerogeneradores (parques eólicos).

5. Presencia de basura urbana tirada a cielo abierto a orillas de carreteras y dispersada por el viento a grandes distancias.

Particularmente los aerogeneradores y líneas de transmisión, además de causar un decremento en la calidad visual del paisaje, representan un gran peligro principalmente para las aves, pues las electrocuciones y colisiones pueden mermar las poblaciones de algunas especies cuando no se implementan las medidas necesarias para reducir la incidencia de estas amenazas.



Figura 60. Algunas especies perchando o volando en las cercanías de aerogeneradores y cableado. A: *Aramus guarauna*; B: *Caracara cheriway*; C: *Streptopelia decaocto*; D: *Egretta thula*.

Si bien, en la zona de estudio no se encuentran grandes concentraciones poblacionales, se observan con frecuencia algunas rancherías ubicadas a lo largo y ancho del proyecto. Actualmente las distintas actividades humanas ha provocado daños irreparables que son reflejados en la disminución de la cubierta vegetal; esto ha causado un detrimento de la calidad ambiental; por ello, es importante llevar a cabo acciones que reviertan los impactos ambientales provocados a la fecha, esto será posible si el principal motor de cambio (pobladores locales), modifiquen la forma de trabajar la tierra, promoviendo la protección y conservación de espacios aun con presencia de vegetación, como también llevar a cabo reforestaciones que incrementen los servicios ambientales.

La descripción anterior conlleva a concluir que en la zona directa del proyecto han sido distintas causas antropogénicas como principal motor de cambio que han provocado la disminución de los recursos naturales para la región, a lo que se suma la intensa deforestación y pérdida de la biodiversidad local, por lo que, el proyecto sumara algunos impactos ambientales a los ya provocados con anterioridad desde tiempos remotos; sin embargo, es importante destacar que se deberán llevar a cabo acciones que permitan reducir y mitigar los impactos ambientales que potencialmente genere el proyecto, esto con el fin de promover la protección y conservación de los ecosistemas observados por donde cruza el proyecto y generar una mayor concientización ambiental por medio de proyectos mayormente amigables con el medio ambiente.

El análisis realizado muestra que la VSa/SBC, VSa/SBK aún conservan parches en buen estado de conservación; sin embargo, no se deja a un lado que han sufrido reducciones sustanciales en sus áreas naturales debido a distintas actividades antropogénicas mencionadas en párrafos anteriores lo que brinda una idea del estado actual que presentan las distintas coberturas en la zona del proyecto y colindancias, donde es fácil detectar áreas con distintas tasas de destrucción como resultado de las actividades humanas principalmente. La comparación entre las áreas ocupadas por el uso actual del suelo agrícola y pecuario y la vegetación relictual, revela son las selvas secas las que más han sido afectadas por diversas causas antropogénicas durante los últimos años, percibiendo un mosaico fragmentado a todo lo largo y ancho del SA, AI y superficies del pretendidas por el proyecto.

- a) Ecosistemas ambientalmente sensibles

La calidad de los ecosistemas se considera en la medida en que se mantienen los elementos y procesos geoecológicos dentro de él, cuando un agente externo deteriora algún recurso o elemento, se modifica su estructura y los procesos que lo mantienen se ven afectados dando como resultado la reducción de la calidad ecológica y su funcionalidad. Para determinar la calidad actual del ecosistema se utilizan como indicadores, el estado actual de la vegetación, presencia antrópica, procesos de degradación de suelos, la calidad del recurso hídrico y la explotación de los acuíferos (Challenger, 1998).

Una de las características que presentan los ecosistemas sensibles es que muestran una elevada fragilidad y al ser perturbados, difícilmente se restablecen, dando lugar al desarrollo de asociaciones vegetales las cuales son consideradas como secundarias. En este sentido, en la zona de estudio se presentan en mayor medida una sucesión de los distintos tipos de vegetación observados.

De manera directa no se observaron ecosistemas ambientalmente sensibles, gran parte de la vegetación actualmente conforma comunidades secundarias, debido al intenso uso del suelo con vocación agrícola y en el caso del palmar inducido ha formado parte de un manejo para su aprovechamiento; sin embargo, algunas especies que se encuentran desarrollándose en la zona de estudio, en superficies forestales, resultaran afectadas por las distintas obras y/o actividades pretendidas, donde se observaron algunas especies de interés relevante, tal es el caso de la familia cactaceae y bromeliaceae que a pesar de que ninguna de las especies registradas no se encuentran referidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, deberán ser rescatadas, manejadas y reubicadas; así mismo, se deberá rescatar germoplasma forestal de *Guaicum coulteri* o rescate de plantas completas de portes pequeños, especie referida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de amenazada.

A pesar de todo lo anterior, la construcción del proyecto no generará impactos ambientales drásticos, más de los que ya se han provocado con antelación, sumando la infraestructura existente de la amplia red de líneas de transmisión y parque eólicos, además de caminos de terracería y carreteras, No obstante, es recomendable y necesario llevar a cabo medidas de mitigación, prevención y compensación (descritas en el cap. VI de la MIA-R), con la finalidad de salvaguardar la integridad de algunas especies indicadoras de conservación y poder atenuar algún posible impacto ambiental que pudiera generar el proyecto sobre las superficies pretendidas; de igual manera para la fauna silvestre deberán realizarse actividades que permitan su protección y así reducir cualquier afectación a las poblaciones o especies que aún sobreviven en el área, pero sobre todo de aquellas especies de flora y fauna que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.2.4 Paisaje

En la actualidad los problemas ambientales como la degradación, la pérdida de la biodiversidad y la reducción de la productividad del suelo suelen ser acumulables a largo plazo y tienen efectos no lineales a las escalas regional y global. Se cree que crear estrategias como la preservación de áreas naturales y la restricción de la tala no suelen ser muy funcionales. Algunos expertos proponen el modelo de islotes forestales en mares agrícolas, como una alternativa para conciliar la producción agrícola y la conservación de bosques nativos. También es necesario un mejor control sobre el ganado y establecer directrices para una capacidad de carga adaptada. Otro problema es la producción de

carbón insostenible, pues, aunque no se ha cuantificado, se sabe que tienen un fuerte impacto sobre los bosques.

La deforestación progresiva trae consigo el aumento de la heterogeneidad espacial, la fragmentación y las características de borde en un paisaje forestal. La fragmentación se refiere a la división de la continuidad espacial de las áreas de bosque en parches aislados que se encuentran separados por un tipo de cobertura de suelo, como las tierras agrícolas, que se le denomina comúnmente como matriz. A nivel de parche, la fragmentación provoca un incremento en la cantidad de borde y un aislamiento del parche, así como una reducción de su tamaño. Esto a su vez, provoca un mayor aislamiento de las poblaciones o de las especies individuales, lo que puede reducir la viabilidad poblacional a través de sus efectos en procesos ecológicos clave, tales como la dispersión. La fragmentación es la principal causa de pérdida de la biodiversidad (Newton y tejedor, 2011).

Dentro del marco de la conservación, el interés por los enlaces se ha centrado en su papel como sendas para el desplazamiento de animales y plantas a través de ambientes inhóspitos. Se dice que hay seis grandes categorías de temas de políticas públicas que resuelven las redes de enlaces en el paisaje, estos son la diversidad biológica, recursos acuíferos, agricultura y productos de madera, recreo, comunidad y cohesión cultural y cambio climático. La gama de funciones de estas categorías, sugiere que centrarse solo en los desplazamientos de animales limita la valoración de los beneficios potenciales que pueden proporcionar las redes de enlaces. Ya sea bajo la forma de corredores de hábitat, parcelas trampolín o mosaicos de hábitats, todos los enlaces forman parte del paisaje y contribuyen a su estructura y función (Bennett, 1998). Los enlaces son importantes desde varias perspectivas. Biológicamente el propósito de crear o conservar los enlaces son:

1. Ayudar al desplazamiento de animales de amplio terreno de recorrido o inmigrantes a través de paisajes con infraestructura.
2. Facilitar la dispersión de animales individuales entre hábitats o poblaciones por lo demás aisladas.
3. Promover la continuidad y el flujo de genes eficaces entre poblaciones en dos áreas debido al apoyo de una población residente dentro de un enlace.
4. Promover la continuidad natural de hábitats, comunidades y procesos ecológicos entre grandes áreas, como parques nacionales y reservas de conservación.
5. Proporcionar la ocasión para que haya una mutación en poblaciones en respuesta a cambios y catástrofes naturales.
6. Proporcionar hábitat y continuidad para la vida silvestre en asociación con otros beneficios ambientales y sociales.

Las zonas ribereñas e incluso los canales de riego con vegetación asociada a sus márgenes en paisajes con diferentes niveles de antropización, forman corredores biológicos muy importantes para la vida silvestre. La presencia de estos hace suponer que cumplen la función de protección y regulación de los ecosistemas y su interacción entre la tierra y el agua. No obstante es fundamental mantener un nivel mínimo de calidad en los ecosistemas, además de espacios naturales suficientes para salvaguardar la diversidad biológica y promover el buen funcionamiento de los corredores (Rodríguez y Rosales, 2008).

IV.2.4.1 Análisis espacial del paisaje a nivel del sistema ambiental regional

c) Metodología

En el presente apartado se analizó la calidad del paisaje desde una perspectiva espacial, que ayuda a relacionar el proyecto de la línea de transmisión con el uso de suelo y vegetación actuales a nivel del sistema ambiental regional a partir de la estructura, configuración y nivel de enlace del mosaico paisajístico. A este respecto, se realizaron algunos procesos sobre las plataformas de ArcView 3.2 y ArcMap 10.1, con el uso de la extensión Patch Analyst 5.1 (Rempel y col., 1999). El primer paso fue generar el mosaico paisajístico para que a partir de él, se realizaran algunos cálculos con el fin de conocer el nivel de fragmentación y la implicación del proyecto en la región.

Mosaico paisajístico. Para generar el mosaico paisajístico del sistema ambiental regional se descargaron algunas imágenes satelitales en alta definición de los programas Google Earth Pro y Global Mapper 16.0 (World Imagery) y se procedió a realizar una fotointerpretación general principalmente en el área donde corre la LT y SE y utilizando como base la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI Serie VI. Todos los polígonos resultantes se reclasificaron conforme a la carta de uso de suelo y vegetación antes mencionada.

Índices de forma y composición del paisaje. La composición del paisaje y los índices de forma se obtuvieron a partir del mosaico paisajístico mediante la extensión Patch Analyst 5.1. Para la composición general se obtuvieron: 1) el número de clases paisajísticas; 2) el total de parches a nivel de paisaje y por clase; 3) superficies por clase; y 4) parches máximo, mínimo y medio. Los índices de forma fueron calculados en formato vectorial para estimar el nivel de complejidad del paisaje. El primer índice corresponde al Índice de Forma y se emplea para calcular la complejidad de la forma de los fragmentos al relacionarlos con una forma estándar que en este caso se refiere a un círculo (por tratarse de una forma simple). Este índice recibe un valor de 1 cuando las formas son muy cercanas o iguales a las de referencia y éste se incrementa conforme aumenta el nivel de complejidad de las formas. El segundo índice se refiere a la Dimensión Fractal, que permite cuantificar la complejidad de la matriz en lugar de los parches individuales. Los valores fractales van de 1 a 2. Los valores iguales o muy cercanos a 2 presentan formas muy complejas.

Enlace paisajístico. Este aspecto se analizó de manera visual a partir del mosaico paisajístico resultante, identificando las áreas de hábitats y su nivel y tipo de conectividad entre éstas, que pueden ser mosaico de paisajes, trampolines o corredores de hábitats.

Índices de igualdad y diversidad paisajística (Shannon). El índice de diversidad es una medida relativa de la diversidad de los parches. El índice es igual a cero cuando solo hay un parche en el paisaje y se incrementa a medida que el número de tipos de parches o distribución proporcional aumenta. El índice de igualdad es igual a cero cuando la distribución de parches observado es bajo y se aproxima a uno cuando la distribución de tipos de parches es más pareja.

- *Resultados*

Mosaico paisajístico. En términos descriptivos el SAR corresponde a un paisaje agropastoril forestal, es decir, la actividad agrícola y la ganadería dominan como principal uso de suelo en contraste con las superficies forestales, mismas que se localizan fundamentalmente en terrenos elevados hacia la parte norte del SAR. Se identifican ocho

clases de origen antropogénico entre las que destacan por su superficie el pastizal cultivado como ya se mencionó antes, la agricultura de temporal anual y las áreas urbanas con 31.2%, 16.1% y 5.4% del SAR respectivamente. En contraparte, las clases de origen natural suman seis, sobresaliendo la selva baja caducifolia, la VSA de selva baja espinosa caducifolia y la VSA de selva baja caducifolia con superficies de 17.9%, 8.9% y 7.9% respectivamente.

La estructura del paisaje, a pesar de presentar 186 fragmentos, menos del 10% de ellos cubren alrededor del 80% de la superficie del SAR, sugiriendo que una gran proporción de fragmentos son de un tamaño relativamente pequeño, de modo que aunque se pudiera decir que el paisaje no se encuentra tan fragmentado, es un hecho fehaciente que en más del 50% de su extensión la vegetación original ha sido eliminada para dar lugar a otro tipo de coberturas de carácter productivo. Sumado a esta condición histórica en la eliminación de hábitats, existen otros elementos impactantes en la región que por su naturaleza o dimensión espacial no fueron cartografiados para formar parte del mosaico paisajístico. Tres de los más importantes son las vías generales de comunicación, las redes de aerogeneradores y las líneas de transmisión eléctrica. Las vías de comunicación tienen un efecto negativo en la funcionalidad de los ecosistemas, ya sea porque su construcción se traduce en la eliminación, reducción y fragmentación de hábitats, o bien, porque son una amenaza para la fauna silvestre por la incidencia de atropellamientos y colisiones.

Por su parte las redes de aerogeneradores, además de presentar un impacto negativo a la calidad visual del paisaje, son la causa de numerosas muertes de aves y murciélagos por colisiones. En este mismo contexto, las líneas de transmisión eléctrica, también presentan un impacto visual negativo del entorno y provocan la muerte de distintas especies de aves por electrocución y por colisiones con el cableado.

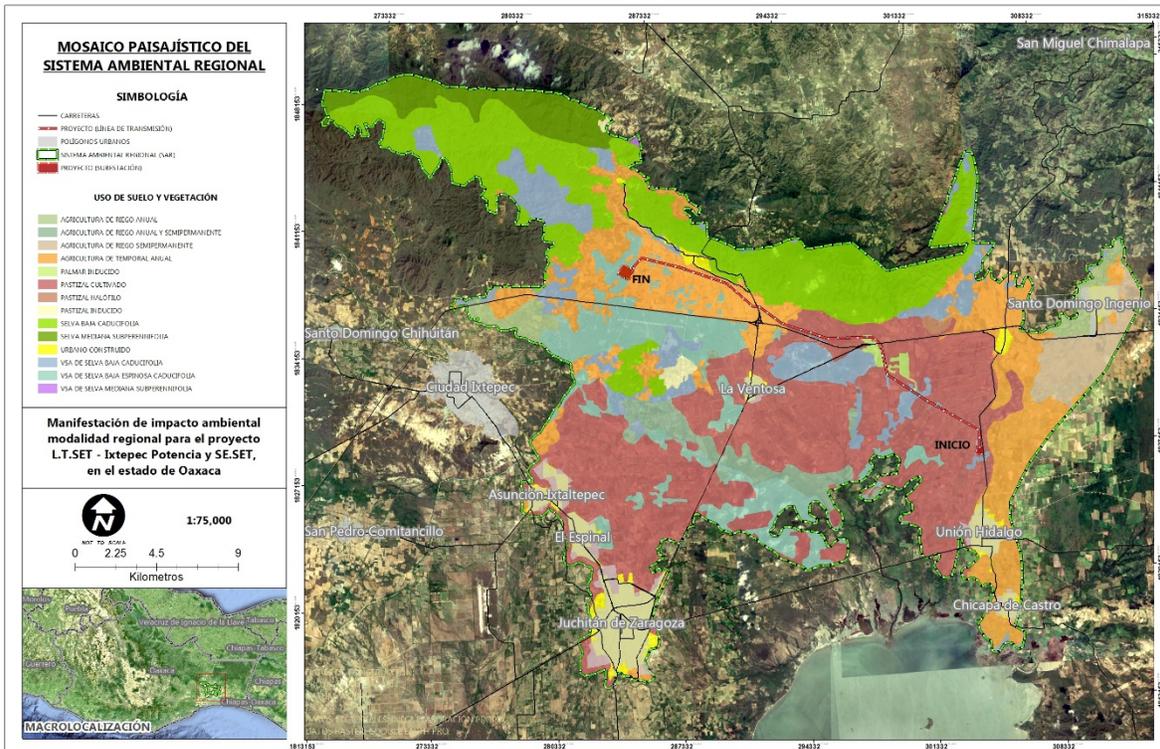


Figura 61. Mosaico paisajístico a nivel del sistema ambiental regional. Fuente: Carta de uso de suelo y vegetación INEGI Serie VI y elaboración propia (fotointerpretación general).

Índices de forma y composición del paisaje. El paisaje del SAR presenta un total de 186 fragmentos de 14 clases paisajísticas, dominando el pastizal cultivado en una proporción del 31.23%, razón por la cual, representa la matriz del paisaje en sentido estricto, aunque el conjunto de pastizales no naturales, aunado a las tierras agrícolas cubren más del 50% del área total del SAR. La clase más fragmentada corresponde a la vegetación secundaria de selva baja espinosa caducifolia con 42 fragmentos y una superficie de 8.95% del SAR. Otras clases como la agricultura de riego semipermanente y la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia solo presentan un fragmento y una pequeña superficie, que en suma está por debajo del 3%.

Cuadro 54. Composición y superficies de las clases paisajísticas del SAR

Clases paisajísticas	No. Parches	Área (has)	Área (%)	Tamaño máximo de parche (has)	Tamaño mínimo de parche (has)	Tamaño medio de parche (has)
Urbano construido	12	3329.009	5.448	1504.331	12.420	277.417
Agricultura de riego anual	3	1240.429	2.030	620.613	0.414	413.476
Agricultura de riego anual y semipermanente	7	1701.985	2.785	1535.766	0.539	243.141
Agricultura de riego semipermanente	1	1701.549	2.784	1701.549	1701.549	1701.549
Agricultura de temporal anual	29	9893.739	16.190	4453.996	0.001	341.163
Palmar inducido	2	212.989	0.349	109.446	103.543	106.495
Pastizal cultivado	23	19087.413	31.234	11920.176	0.171	829.888
Pastizal inducido	5	242.930	0.398	201.117	0.166	48.586
Pastizal halófilo	2	108.185	0.177	106.342	1.843	54.093
Selva baja caducifolia	15	10943.060	17.907	5532.622	0.027	729.537
Selva mediana subperennifolia	4	2313.184	3.785	2297.633	0.009	578.296
VSA de selva baja caducifolia	40	4833.786	7.910	1068.531	0.284	120.845
VSA de selva baja espinosa caducifolia	42	5473.196	8.956	2283.217	0.028	130.314
VSA de selva mediana subperennifolia	1	28.725	0.047	28.725	28.725	28.725

La complejidad en las formas de los fragmentos que componen un paisaje con algún nivel de deterioro o transformación, puede ayudar a entender, en cierta medida, la manera en como las poblaciones humanas gestionan la tierra. Por ejemplo, uno de los valores más bajos corresponde a las áreas urbanas (1.44) ya que los trazos en sus contornos suelen ser más rectos y su crecimiento habitualmente se ve apiñado, es decir, el aumento en la superficie urbana casi siempre parte del centro poblacional hacia afuera en una forma un tanto pareja. Los valores más altos o complejos se obtuvieron para la agricultura de riego anual y para el palmar inducido (2.05 y 2.6 respectivamente) y esto se debe a que sus formas son un tanto alargadas, a pesar que sus perímetros no son tan complejos. Para la agricultura de riego anual, su forma elongada puede estar relacionada y alineada con la red de riego para facilitar el proceso de abastecimiento de agua a los cultivos. Como sea, los valores obtenidos en el índice de forma no resultan tan altos, de manera que se puede decir que el paisaje muestra una complejidad moderada en sus componentes.

Por su parte, el índice fractal muestra el valor más alto en la agricultura de temporal anual debido a la complejidad de los perímetros de dicha clase en relación al paisaje en su totalidad. En general, el conjunto de valores fractales no presenta diferencias muy

significativas entre sí, aunque cabe mencionar que los valores obtenidos apuntan hacia formas bastante alejadas del círculo, y esto se explica de algún modo por la cantidad de clases (8) de origen antropogénico presentes en el SAR, que han sido moldeadas por los pobladores para diferentes usos productivos. En este particular caso, parte de la complejidad de los fragmentos de las diferentes clases paisajísticas asocia el uso agrícola y ganadero de la región con el relieve del terreno. Por un lado, las amplias planicies del SAR se encuentran explotadas casi en su totalidad para uso productivo, moldeando los límites entre algunas clases por medio del relieve del suelo, es decir, las zonas con mayor relieve son aquellas mejor conservadas, mientras que las planicies son las más impactadas. Otro aspecto de interés es el sistema de canales de riego que influencia en alguna medida sobre las formas alargadas de algunas clases de paisaje.

Cuadro 55. Índice de forma e índice fractal para las clases paisajísticas del SAR

Clases paisajísticas	Índice de forma (MSI)	Índice fractal (AWMPFD)
Urbano construido	1.442	1.228
Agricultura de riego anual	2.056	1.262
Agricultura de riego anual y semipermanente	1.887	1.291
Agricultura de riego semipermanente	1.867	1.227
Agricultura de temporal anual	1.847	1.315
Palmar inducido	2.067	1.284
Pastizal cultivado	1.806	1.296
Pastizal inducido	1.501	1.237
Pastizal halófilo	1.478	1.219
Selva baja caducifolia	1.875	1.259
Selva mediana subperennifolia	1.852	1.253
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	1.912	1.257
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia	1.791	1.289
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	1.305	1.244

Enlace paisajístico. Para entender de una manera más clara el nivel de fragmentación de hábitats adecuados que hay en el SAR y analizar el tipo de enlaces que se desarrolla entre fragmentos, se categorizaron a todas las clases paisajísticas de origen antropogénico como zonas degradadas, y aquellas que presentan vegetación natural en un estado aceptable, se categorizaron como hábitats adecuados.

De acuerdo al análisis cartográfico-visual del SAR (ver mapa de enlaces -figura 63-) se observa con mayor claridad que el paisaje ha sido fragmentado en un grado de consideración dejando fragmentos de hábitats de distinto tamaño en una configuración un tanto variable, que puede explicarse de algún modo con la forma en cómo se pueden enlazar entre sí a través del espacio. Básicamente se detectan tres formas de enlaces, mosaico de paisajes, trampolín y corredor de hábitats.

Los trampolines son enlaces de hábitats que no todos los grupos de vertebrados ni todas las especies de un grupo en particular pueden utilizar. Este hecho tiene mucho que ver con la distancia que separa un fragmento de hábitat de otro y con el tamaño de los mismos. Habitualmente las aves son las únicas que utilizan este tipo de enlace pues el

nivel de aislamiento de hábitats implica recorrer grandes distancias en ambientes inhóspitos que los anfibios, reptiles y la mayoría de mamíferos no logran realizar. Solo cuando la matriz o elemento divisorio entre fragmentos de hábitats es lo suficientemente permeable, algunas especies de otros grupos de vertebrados se aventuran a ir de un fragmento a otro para cubrir sus necesidades básicas de sobrevivencia. En el caso del SAR este tipo de enlace está muy presente pues muchos de los fragmentos de vegetación natural se encuentran tan aislados que la mayoría de las dispersiones solo se observa en las aves.

Por su parte, el mosaico de paisajes corresponde a un tipo de enlace que se observa cuando existen numerosos fragmentos apiñados en una matriz permeable para numerosas especies de vertebrados. Evidentemente es un enlace que permite a especies menos tolerantes al disturbio, poder desplazarse de un hábitat a otro. En términos de conservación este enlace sin duda es superior a los trampolines, ya que promueve una mayor diversidad y riqueza de especies, y por ende un flujo genético, de materia y energía, características que coadyuvan a la funcionalidad ecológica. En el SAR este enlace conecta a las superficies de mayores dimensiones con muchos otros fragmentos de menor tamaño, permitiendo numerosos procesos ecológicos a pesar de la fuerte presión del uso del suelo de la región.

Los corredores de hábitats son probablemente la forma de enlace más importante para las especies de fauna silvestre con un nivel de tolerancia al disturbio muy bajo. Este enlace es muy escaso en paisaje muy transformados por el hombre, y en el caso del presente proyecto, no es la excepción. Básicamente se puede decir que el corredor más importante se da en la parte norte del SAR en un fragmento alargado, aunque éste no tiene contacto con otros fragmentos de hábitats en el SAR con este tipo de enlace. Como puede verse en el siguiente mapa, únicamente se marcó el enlace por corredor para el fragmento antes mencionado por ser el más importante en cuanto a superficie, sin embargo se pueden ver otros pequeños corredores en fragmentos de menor superficie, que enlazan diferentes áreas de un mismo fragmento.

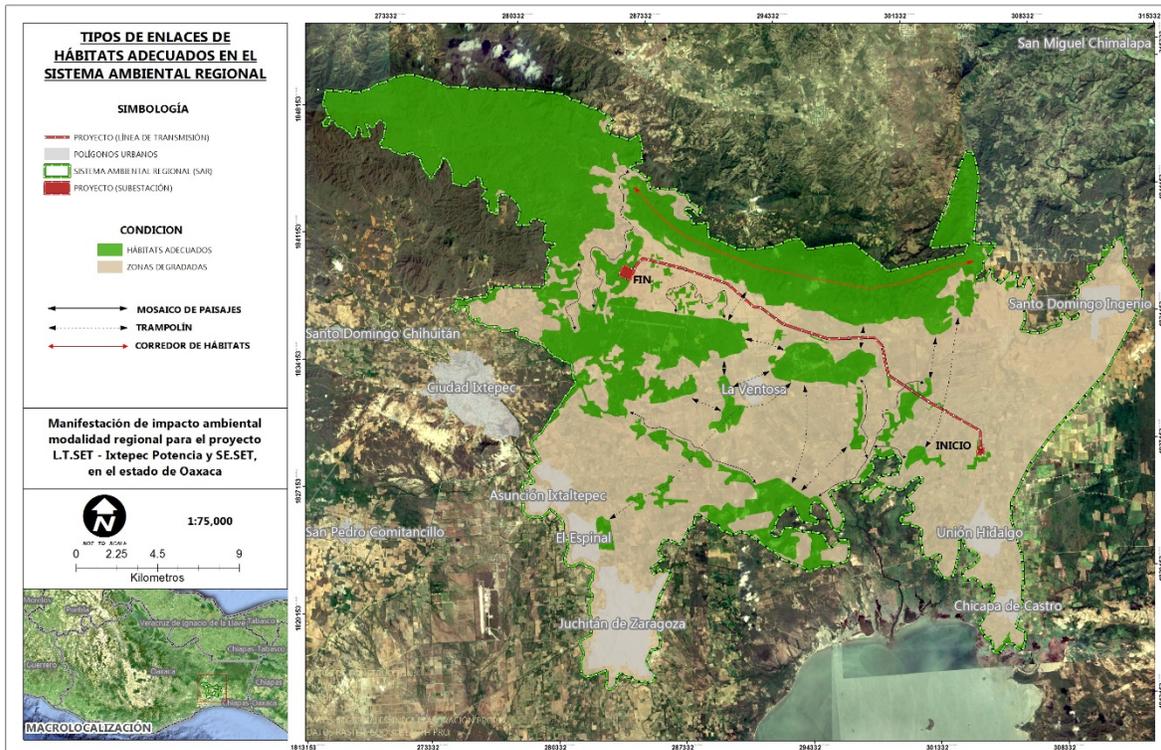


Figura 62. Tipos de enlaces de hábitats identificados en el SAR

Aunque el SAR actualmente se encuentra bastante impactado, vale comentar que el nivel de conectividad en sus fragmentos de hábitats adecuados permite el desplazamiento y presencia de numerosas especies de todos los grupos de vertebrados hasta en fragmentos aislados y de pequeña superficie, principalmente de aves. Sin embargo, debido al uso del suelo actual el riesgo de perder conectividad entre hábitats es grande y sugiere tomar medidas precautorias o de rehabilitación de zonas degradadas para mejorar la integridad ecológica de la región. Aunado a esto, las líneas de transmisión y las redes de aerogeneradores forman barreras peligrosas para algunas especies de aves, de modo que es fundamental en este tipo de proyectos implementar las medidas pertinentes para la protección de la fauna silvestre en ambientes por demás degradados.

Índices de igualdad y diversidad paisajística (Shannon). Dentro del contexto de diversidad paisajística, el SAR presenta un valor de Shannon de H' : 2.001 que corresponde a una diversidad media-baja la cual tiene una alta influencia por la cantidad de clases paisajísticas creadas por el hombre, como los pastizales no naturales y las distintas zonas agrícolas. De acuerdo al número de clases identificadas en al SAR sería lógico esperar que el valor de diversidad fuera más alto, pues se trata de un paisaje altamente heterogéneo, no obstante, el índice de igualdad indica una proporción poco equitativa entre el número de parches en relación con la cantidad de clases identificadas. En general, los valores obtenidos corroboran la condición ambiental y espacial de los componentes del paisaje, ante un uso del suelo que ha degradado principalmente las zonas de la Planicie Costera de Tehuantepec.

- **Conclusión**

El sistema ambiental regional se describe como un paisaje agropastoril forestal, donde las planicies presentan una alta actividad agrícola y ganadera, mientras que en las tierras

altas se desarrollan ecosistemas de selva baja y mediana en condiciones de conservación bastante aceptables. Aunado la actividad agrícola y ganadera la presencia de redes de aerogeneradores, líneas de transmisión eléctrica y vías de comunicación, contribuyen al deterioro ambiental y se traducen en elementos de alto impacto para la fauna silvestre, ya sea por atropellamientos, electrocuciones o colisiones. El paisaje del SAR a pesar de estar un tanto fragmentado, aun se observan diferentes tipos de enlaces entre la mayoría de los fragmentos de hábitats adecuados, pero éstos son amenazados por el desarrollo económico y social poco sostenible de la región. El presente proyecto representa un impacto generalizado un tanto bajo en términos de la calidad visual y estructural del paisaje, pues en la actualidad la zona donde se proyecta la LT y SE ya se encuentra bastante alterada y con la presencia de otras LT, de modo que la agregación de una nueva LT, elevaría el impacto principalmente sobre algunas especies de aves en el aspecto de colisiones contra el tendido eléctrico. De esta forma, con las medidas de mitigación y compensación pertinentes el proyecto resulta viable dentro del contexto paisajístico.

IV.2.5 Medio socioeconómico

Dentro de la superficie del SAR delimitado para el proyecto se ubican nueve municipios del estado de Oaxaca, sin embargo, la trayectoria de la L.T. SET – Ixtepec potencia y SE.SET se desarrolla únicamente dentro de cuatro municipios: Asunción Ixtaltepec, Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Unión Hidalgo y Ciudad Ixtepec, por lo que es su información socioeconómica la que se describe a continuación.

El cuadro siguiente muestra la superficie en hectáreas de cada municipio que se encuentra dentro del polígono del proyecto, además del porcentaje representado en base a la superficie del Área de Influencia del proyecto.

Cuadro 56. Municipios dentro del AI

Municipio	Superficie en ha	%
Asunción Ixtaltepec	57.566	14.66597
Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza	214.881	54.7448
Unión Hidalgo	49.935	12.72184
Ciudad Ixtepec	70.132	17.86739

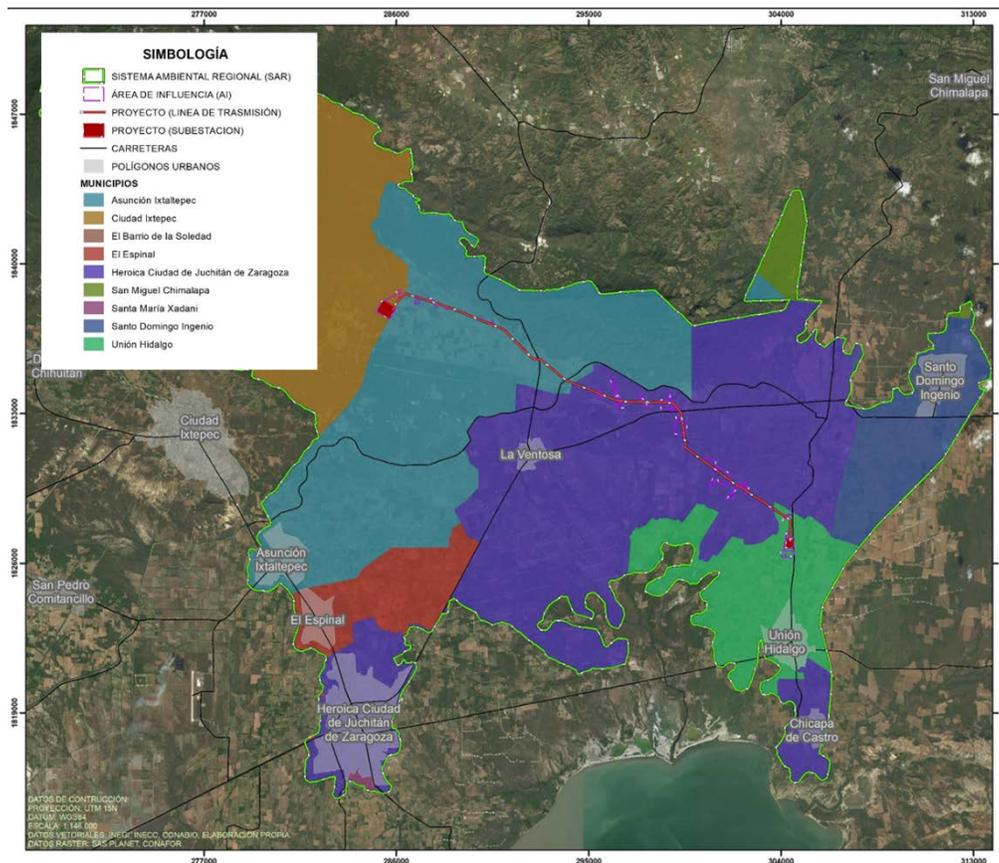


Figura 63. Municipios encontrados a lo largo de proyecto

IV.2.5.1 Demografía

a) Asunción Ixtaltepec

Localizado en la zona del Istmo de Tehuantepec, colinda al norte con los municipios de El Barrio de la Soledad y Santa María Chimalpa, al este con los municipios de Santa María Chimalapa, San Miguel Chimalapa y Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza; al sur con los municipios de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, El Espinal, San Blas Atempa y San Pedro Comitancillo; al oeste con los municipios de San Pedro Comitancillo, Magdalena Tlacotepec, Ciudad Ixtepec y El Barrio de la Soledad. Cuenta con una superficie de 661.079 km².

En el año 2010 contó con una población total de 14,751 habitantes, lo que indica una densidad poblacional de 22.39 hab/km²; y representa el 0.39% de la población estatal. En este mismo año se censó una población de habla indígena de 6,398 habitantes siendo el Zapoteco la lengua más hablada en el municipio, seguida del Zoque y Mixe.

b) Heroica Ciudad de Juchitán Zaragoza

Está comprendido en la región del Istmo de Tehuantepec al suroeste del estado de Oaxaca, en las coordenadas latitud norte 16°26' con una longitud al oeste de 95°01' y con una altitud de 30 msnm. Limita al norte con los municipios de Asunción Ixtaltepec, El Espinal y San Miguel Chimalapa; al sur con San Mateo del Mar, Santa María Xadani, la

Laguna Superior (Santa Teresa); al oeste con Asunción Ixtaltepec, El Espinal, San Pedro Comitancillo, San Blas Atempa y San Pedro Huilotepec; al este con Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y San Dionisio del Mar.

La superficie total del municipio es de 900.11 km², y en el año 2010 se registró una población total de 93,038 habitantes, de los cuales el 48% eran hombres y el 52% mujeres., así también se tiene una densidad poblacional de 102.09 hab/km². Esta población representa 2.45 % del total estatal. En este municipio se censó una población de habla indígena total de 54,023 habitantes, donde la lengua más hablada en también el Zapoteco.

c) Unión Hidalgo

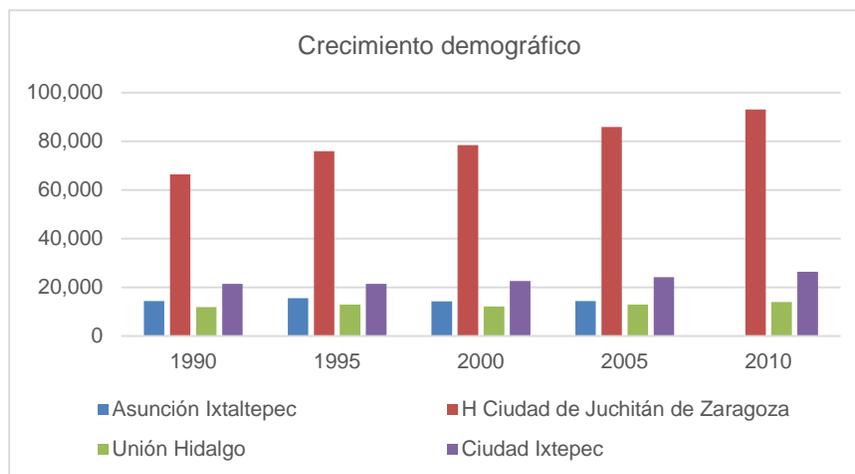
Se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec, en las coordenadas 94°50' longitud oeste y 16°29' latitud norte, a una altura de 20 msnm. Limita al norte, oeste y sur con Juchitán de Zaragoza; al este con Santo Domingo Ingenio y San Dionisio del Mar.

Cuenta con una extensión de 113 km², y para el año 2010 se censó una población total de 13,970 habitantes donde el 52% eran mujeres y el 48% hombres; esta población representa el 0.37% del total estatal y una densidad poblacional de 123.86 hab/km².

d) Ciudad Ixtepec

El municipio de Ciudad Ixtepec se encuentra en una latitud norte de 16°34', longitud al oeste de 95°06' y con una altitud 40 msnm, tiene una superficie de 294 km².

Colinda al norte con el Barrio de la Soledad, al sur con San Pedro Comitancillo y Asunción Ixtaltepec, al oeste Santo Domingo Chihuitán y al este con Asunción Ixtaltepec. En 2010 se registró una población total de 26,450 habitantes constituida por 13,773 mujeres y 12,677 hombres. Contaba entonces con una densidad de población de 89.95 hab/km².



Gráfica 38. Crecimiento poblacional (Elaboración propia con datos de <http://www.snim.rami.gob.mx/>)

IV.2.5.2 Vivienda

a) Asunción Ixtaltepec

En este municipio se registraron 4,238 viviendas particulares habitadas en el 2010: 99.24% de ellas eran casas habitación y el resto lo constituían vivienda en edificios, viviendas en cuartos de vecindad, etc.

De las mismas 217 están construidas con un piso de tierra, 3,324 cuentan con piso de cemento, 664 con piso de madera o mosaico y 22 de un material no especificado.

Del total de viviendas particulares habitadas, el 95.24% cuentan con drenaje; 95.84% disponen de agua entubada y 97.59% gozan de energía eléctrica.

b) Heroica Ciudad de Juchitán Zaragoza

En 2010 se tuvo un total de viviendas de 22,389, de las cuales 22,385 eran viviendas particulares y 4 viviendas colectivas. Las viviendas particulares se encontraban conformadas por 22,025 casas, 40 departamentos o edificios, 32 viviendas en cuarto de vecindad, 2 viviendas o cuartos en azotea, 3 viviendas móviles, 1 refugio y 282 sin especificar.

De estas viviendas, 5.57% cuentan con piso de tierra, 78.71% con piso de cemento, 15.16% con mosaico o piso de madera y 0.56% con piso de materiales sin especificar.

El 96.88% de las viviendas cuentan con drenaje; 94.64% disponen de agua entubada y 97.94% gozan de energía eléctrica.

c) Unión Hidalgo

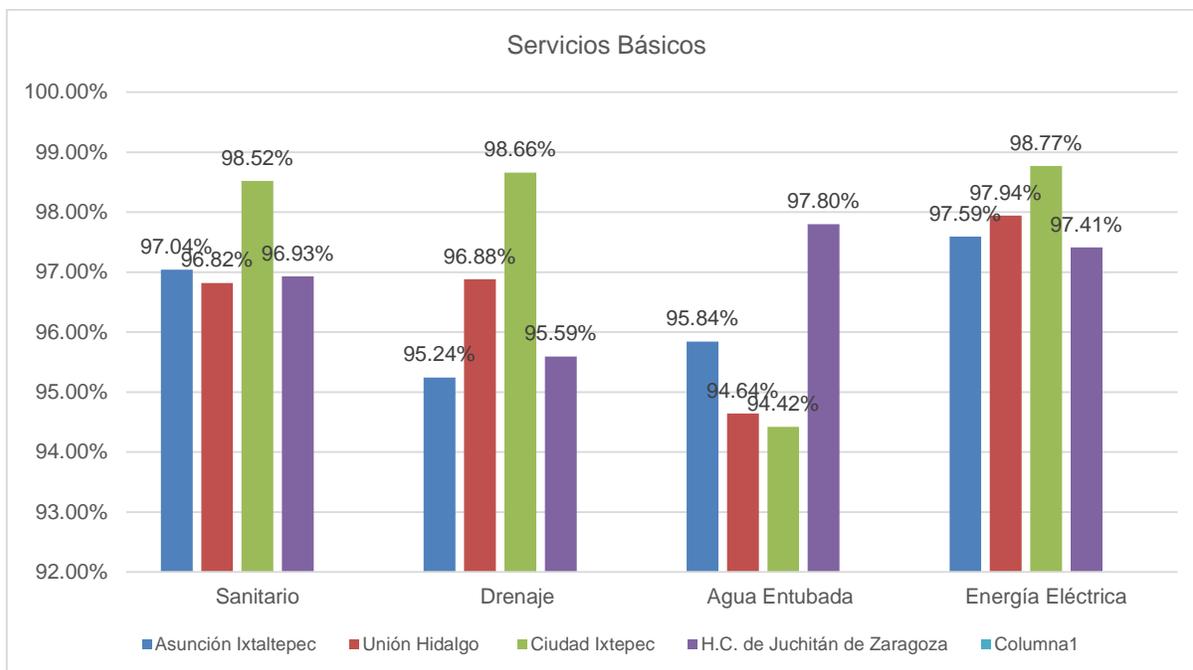
Este municipio contaba con 3,660 hogares para el 2010, estos eran netamente particulares. De las viviendas en total, 2.14% tienen piso de tierra, 90.01% cuentan con un piso de cemento, 7.68% tiene un piso de mosaico o madera y 0.16% no especifica de que material está construido su piso.

En cuanto a los servicios; 98.66% cuentan con drenaje; 94.42% gozan de agua entubada y 98.77% tienen acceso a la energía eléctrica.

d) Ciudad Ixtepec

Este municipio presentaba una presencia de 7,315 viviendas para el 2010, de ellas 7,312 eran privadas y 3 de uso comunitario. De las viviendas particulares, 6,838 eran casas, 41 se encontraban en edificios, 105 en cuartos de vecindad, había un cuarto de azotea, 3 locales no construidos para habitación, 2 refugios y 322 viviendas sin especificar.

En la cuestión de servicios estas viviendas cuentan con drenaje un 95.59%; agua entubada un 97.80% y servicio de electricidad en un 97.41%.



Gráfica 39. Disponibilidad de servicios básicos (Elaboración propia con datos de <http://www.snim.rami.gob.mx/>)

IV.2.5.3 Salud

a) Asunción Ixtaltepec

En asunción Ixtaltepec la población derechohabiente era de apenas del 57.25% de la población total, esto representa a 6306 habitantes desfavorecidos.

La población derechohabiente se encuentra repartida entre los diferentes servicios de salud de la siguiente forma:

Cuadro 57. Condición de derechohabiencia en el Mpio. de Asunción Ixtaltepec

Población total	Total	Derechohabiente ⁽¹⁾							No derecho habiente	No especificado	
		IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular	Institución privada	Otra institución ⁽¹⁾			
Hombres	7296	4,078	931	859	53	1,560	638	4	49	3,194	24
Mujeres	7455	4,367	867	1,012	75	1,739	649	4	44	3,063	25
Total	14,751	8,445	1,798	1,871	128	3,299	1,287	8	93	6,257	49

b) Heroica Ciudad de Juchitán Zaragoza

Un porcentaje del 55.11% derechohabiencia se registró en 2010 en el caso de este municipio. La población derechohabiente se encontraba repartida así en las siguientes instituciones:

Cuadro 58. Derechohabiencia en el Mpio de Heroica Ciudad de Juchitán Zaragoza

Población total	Derechohabiente									No Derecho habiente	No especificado
	Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular	Institución privada	Otra institución			
Hombres	45,210	24,021	7,025	4,401	331	10,844	1,245	188	126	20,838	351
Mujeres	47,828	27,254	7,045	5,263	365	13,155	1,320	161	146	20,254	320
Total	93,038	51,275	14,070	9,664	696	23,999	2,565	349	272	41,092	671

c) Unión Hidalgo

Este municipio tuvo el infortunio, en 2010, de solo haber registrado un 60.34% de derechohabiencia entre su población. La misma se repartía de la siguiente forma entre las distintas instituciones de salud:

Cuadro 59. Derechohabiencia en el Mpio de Unión Hidalgo

Población total	Total	Derechohabiente ⁽¹⁾								No derecho habiente	No especificado
		IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular	Institución privada	Otra institución			
Hombres	6,749	3,920	776	1,238	14	1,422	401	44	31	2,797	32
Mujeres	7,221	4,510	734	1,481	21	1,798	406	37	35	2,685	26
Total	13,970	8,430	1,510	2,719	35	3,220	807	81	66	5,482	58

d) Ciudad Ixtepec

En comparación con los tres municipios anteriores, este es el que más alto porcentaje de derechohabiencia registró en 2010 con un 69.70% de la población total, aunque no deja de ser un porcentaje bajo. Esa derechohabiencia se reparte de esta manera entre las diferentes instituciones de salud:

Cuadro 60. Derechohabiencia en el Mpio de Ciudad Ixtepec

Población total	Total	Derechohabiente								No derecho habiente	No especificado
		IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular	Institución privada	Otra institución			
Hombres	12,677	8,649	2,231	1,763	64	2,608	1,814	76	141	3,595	433
Mujeres	13,773	9,788	2,303	2,039	97	3,447	1,812	55	131	3,546	439
Total	26,450	18,437	4,534	3,802	161	6,055	3,626	131	272	7,141	872

IV.2.5.4 Educación

a) Asunción Ixtaltepec

Este municipio cuenta con 18 preescolares públicos, 19 primarias públicas, 8 secundarias públicas y 1 privada, 3 bachilleratos públicos y 2 privados.

En el caso de los bachilleratos públicos, se logró que de 321 estudiantes que ingresaron, 108 se graduaron. En el caso privado ocurrió que, de 646 ingresados, 148 lograron egresar.

De la población de 15 años y más se puede decir que 1826 personas eran analfabetas, es decir, el 16.08% de la población.

b) Heroica Ciudad de Juchitán Zaragoza

En 2010 se registraron 48 preescolares públicos y 1 privado, 55 primarias públicas y 4 privadas, 18 secundarias públicas y 1 privada, 5 bachilleratos públicos y 2 privados, además de únicamente 2 escuelas de nivel profesional técnico.

Para los bachilleratos públicos se inscribieron 2061 jóvenes de los cuales 501 lograron egresar. En los bachilleratos privados se inscribieron 71 jóvenes de los cuales 34 llegaron a graduarse. De la población mayor de 15 años se sabe que el 14.16% era analfabeta, es decir, 9393 personas.

c) Unión Hidalgo

Este municipio contaba con 7 preescolares, 8 primarias, 3 secundarias y 1 bachillerato, todos ellos públicos. De 753 jóvenes que ingresaron al bachillerato solo 207 lograron graduarse.

El 14.59% de la población mayor de 15 años se encontraba en un estado de analfabetismo, este porcentaje representa 1509 personas.

d) Ciudad Ixtepec

Este municipio poseía 19 preescolares públicos y 2 privados, 20 primarias públicas y 1 privada, 6 secundarias públicas y 4 bachilleratos privados.

De 2293 estudiantes de bachillerato sólo 582 concluyeron el curso. Por otro lado 9.53% de la población mayor de 15 años se encontraba en el analfabetismo.

IV.2.4.5 Actividades económicas

a) Asunción de Ixtaltepec

La población económicamente activa (PEA) de este municipio constaba de 5270 personas, 4102 hombres y 1168 mujeres. Con una tasa de empleo del 97.39% para los hombres y el 98.97% para las mujeres.

b) Heroica Ciudad de Juchitán Zaragoza

La PEA del municipio en 2010 era de 36,238 habitantes (11,793 mujeres y 24,445 hombres). Este municipio tuvo una división de su economía en los diferentes sectores de la siguiente manera: Primario: 14%, Secundario: 30%, Terciario: 54%, Otros: 2%.

Los terrenos destinados a la agricultura se encuentran a los alrededores de la cabecera municipal o principales localidades del municipio, la mayoría de los pobladores de las fincas o rancherías ocupan sus terrenos para sembrar y cosechar los productos más demandados. Gran parte de estos cultivos son destinados a importación y exportación.

La mayor parte de las personas que se dedican a la actividad pesquera se encuentran en la zona sur a excepción de unas cuantas que están cerca de la cabecera municipal.

La ganadería no es principal de las localidades aledañas a la cabecera municipal, ya que hay zonas céntricas donde la gente aún se dedica a la cría y explotación de animales en pequeñas o grandes cantidades. Las hay en gran proporción que son dedicadas principalmente a las grandes empresas o negocios y también en menor tamaño los cuáles se dedican a comerciar entre los pobladores de la zona.

Las actividades industriales se concentran en la cabecera municipal, las localidades colindantes y localidades con mayor población, ya que son los lugares con la infraestructura y recursos suficientes para invertir en la elaboración y producción de artículos. Las principales Industrias de la zona son: alimentaria, de la madera, de metal básico.

Juchitán es un municipio con mucha diversidad cultural y gastronómica. Gracias a esto el comercio es una gran fuente de ingresos, tiene el mercado más grande de la región en donde podemos encontrar una gran variedad tanto de productos como de alimentos.

Las principales secciones son: Comercio al por mayor, Comercio al por menor, Transportes, correos y almacenamiento, Información en medios masivos, Servicios financieros y de seguros , Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, Servicios profesionales servicios y técnicos, Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación, Servicios educativos, Servicios de salud y de asistencia social, Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos, entre otros.

c) Unión Hidalgo

La PEA de este lugar se encontraba conformada por 4,588 personas para el año 2010, 3355 del total eran hombres y 1233 eran mujeres. 93.91% hombres se encontraban en ocupación y 96.67% de las mujeres se encontraban en la misma condición.

d) Ciudad Ixtepec

Para el año 2010 este municipio tenía 9463 personas como el total de la PEA. 6420 eran hombres y 3043 mujeres. El 97.04% de los hombres tenían un trabajo y para las mujeres ocurría lo mismo con el 97.73%.

IV.2.6 Diagnóstico ambiental

IV.2.6.1 Fragilidad ambiental

La fragilidad ambiental es una medida de sensibilidad intrínseca de los ecosistemas a las presiones ambientales, asociadas a amenazas que sean capaces de perturbar el equilibrio de un sistema (Cola-Valle y col., 2016). Evidentemente un ecosistema puede responder de diferente manera a las intervenciones humanas dentro de sus componentes paisajísticos como el relieve del terreno, el suelo, el clima, recursos hídricos y cobertura vegetal por mencionar algunos (Dávila, 2011G).

En términos cartográficos un mapa de fragilidad ambiental constituye una herramienta muy importante utilizada por los organismos públicos para gestión del territorio en una

escala local o regional. La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha sido usada ampliamente desde hace más de 10 años por varios sectores interesados en la investigación o en el planeamiento del territorio (Donha y col., 2006).

En este marco, para el presente apartado se realizó un diagnóstico ambiental, basado en la determinación de la fragilidad ambiental a nivel del SAR en un proceso sumatorio de cuatro capas de información (uso de suelo y vegetación, relieve del terreno, distancia a los ríos y efecto de borde). El mapa de fragilidad resultante podrá analizarse en relación con el eje de la LT y sus subestaciones.

a) Metodología

En el presente apartado se determinó la fragilidad ambiental en un proceso de suma de capas sobre las plataformas de ArcView 3.2 y ArcMap 10.1. La sumatoria se llevó a cabo en formato raster. Cada una de las capas se reclasificó en una escala de 1 a 5 según las características de cada una de ellas. A continuación, se indican algunos detalles sobre la obtención y reclasificación de las capas de información.

1. Uso de suelo y vegetación

Para definir la escala de valores se contemplaron siete criterios fundamentales: 1) tipo de cobertura; 2) grado de conservación o alteración; 3) representatividad a nivel del SAR; 4) susceptibilidad de alteración de las comunidades vegetales por efectos humanos; 5) grado de fragmentación; y 6) configuración de los parches de una misma clase en el paisaje; 7) importancia para la fauna silvestre. Para este procedimiento fue conveniente conformar un pequeño equipo de especialistas con conocimientos en ecología, análisis del paisaje, botánica, fauna, etc. La tabla resultante se muestra en seguida:

Cuadro 61. Valores ponderados para la capa de uso de suelo y vegetación

Uso de suelo y vegetación	Valor ponderado
Urbano construido	1
Agricultura de riego anual	2
Agricultura de riego anual y semipermanente	2
Agricultura de riego semipermanente	2
Agricultura de temporal anual	1
Palmar inducido	2
Pastizal cultivado	2
Pastizal inducido	2
Pastizal halófilo	2
Selva baja caducifolia	5
Selva mediana subperennifolia	5
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	4
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia	4
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	4

2. Relieve del terreno

Se consideraron dos características fundamentales del terreno. La primera corresponde a la aptitud que puede tener para actividades agrícolas y la segunda como tierras adecuadas para la conservación de la naturaleza. Así entonces, se puede decir que los terrenos con baja o nula pendiente, suelen ser más apropiados para realizar actividades agrícolas (incluso para establecer vías de comunicación, líneas de transmisión y asentamientos humanos), mientras que los terrenos con un relieve mayormente pronunciado, suelen tener nula o limitada aptitud para las actividades antes mencionadas, siendo así, tierras con mejores características para ser conservadas. En este sentido para obtener la capa del relieve del terreno se realizó un modelo digital de elevación y posteriormente se convirtió el relieve en grados. La escala resultante se indica en la siguiente tabla:

Cuadro 62. Valores ponderados para el relieve del terreno en grados

Relieve del terreno en grados	Valor ponderado
0	1
1 – 3	2
4 – 6	3
7 – 9	4
>9	5

3. Distancia a los ríos

Es ampliamente conocido que los ríos y arroyos, así como su vegetación asociada a los márgenes proveen múltiples bienes y servicios ecosistémicos al ser humano y a la diversidad biológica asociada a éstos. En este sentido la cercanía o lejanía a estos ecosistemas puede repercutir en el funcionamiento de las comunidades vegetales o usos de suelo adyacentes a los cauces, además de influenciar fuertemente sobre la dispersión y desplazamiento de la fauna silvestre. Para esta capa de información se manejaron solo tres rangos por tratarse de corrientes de baja anchura.

Cuadro 63. Distancia a los ríos y sus valores ponderados

Distancia (m)	Valor ponderado
0 – 50	5
50 – 100	3
>100	1

4. Efecto de borde al interior

El efecto de borde es una condición ambiental que se forma debido a procesos de deterioro, en su mayoría de origen humano, sobre la vegetación natural, adoptando características de menor calidad ambiental, en donde las especies de flora y fauna se someten a cambios drásticos en los hábitats, generando procesos de dispersión y diferencias en la riqueza y diversidad en los hábitats afectados. El efecto que tiene el borde sobre las especies es muy variable, sin embargo, las condiciones ambientales más inhóspitas se dan evidentemente fuera del borde y en su parte externa, así entonces, su efecto se va atenuando hacia el interior de los hábitats, que en algunos casos puede ir

incluso a más de 100 metros hacia el interior de los fragmentos hábitats adecuados. Para esta capa se plantearon cinco rangos de distancia partiendo de los polígonos forestales definidos en el SAR.

Cuadro 64. Distancias de efecto de borde al interior de hábitats

Distancia al interior (m)	Valor ponderado
0 - 50	1
50 – 100	2
100 – 150	3
150 – 200	4
>200	5

Una vez definidas las capas de información, se generó una escala de fragilidad ambiental de cinco niveles basada tanto en el número de valores ponderados como en el número de factores utilizados. Así entonces, una fragilidad muy baja presenta un rango de valores de 1 – 4 puntos entendiéndose que se trata de áreas de poca relevancia ambiental, mientras que una fragilidad muy alta puede presentar de 17 – 20 puntos haciendo referencia a sitios de alta calidad y con aptitud principalmente para investigación científica.

Cuadro 65. Escala de fragilidad ambiental

Nivel de fragilidad	Rango de valores
Muy alta	17 – 20
Alta	13 – 16
Media	9 – 12
Baja	5 – 8
Muy baja	1 – 4

- *Resultados*

Los resultados cartográficos de las cuatro capas de información que se utilizaron para calcular la fragilidad ambiental se muestran en el siguiente mapa. Para el uso de suelo y vegetación los valores más altos se muestran en dos tonalidades de verde que corresponden a las zonas forestales detectadas en el SAR. En el caso del relieve del suelo, básicamente hacia la parte norte del SAR se encuentra la mayor superficie de los terrenos elevados. El eje de la LT y SE en general pasan por terrenos de baja pendiente. En cuanto a la distancia a los ríos, la mayor parte del SAR presenta valores bajos. No obstante, la LT y SE cruzan por algunas zonas de interés en el contexto hidrológico y de hábitats para la fauna silvestre como se observa en el mapa. Por lo menos cruza con seis corrientes (ríos o canales de riego) importantes, mismas que en campo se observaron con presencia de vegetación asociada a las márgenes, y que, además albergan una importante riqueza de especies de vertebrados terrestres y acuáticos.

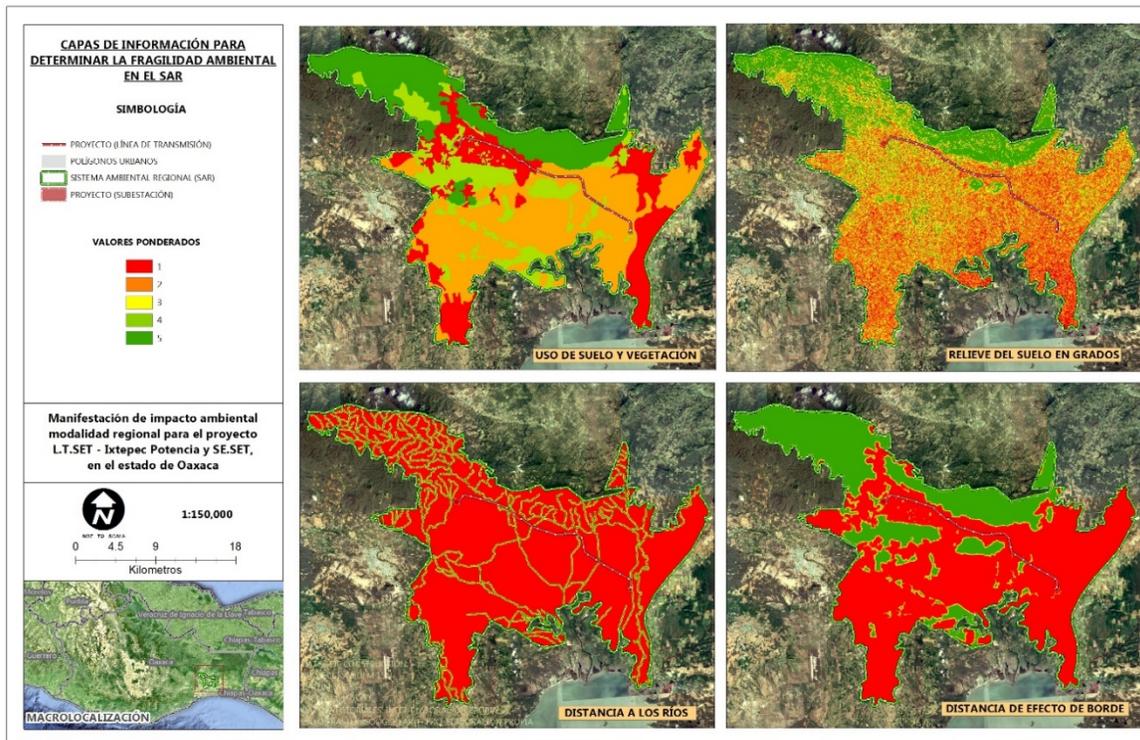


Figura 64. Capas de información utilizadas para calcular la fragilidad ambiental a nivel del SAR

Por su parte la distancia de efecto de borde concentra sus valores más altos en los fragmentos más grandes de vegetación forestal. En el siguiente conjunto de imágenes se muestran algunos ejemplos panorámicos del uso del suelo y vegetación, el relieve y las corrientes de agua.



Figura 65. Ejemplo de algunas imágenes panorámicas que muestran de manera general y contrastante algunas zonas forestales y otras de uso agrícola y ganadero. También se puede apreciar el relieve del terreno de las planicies y las tierras montañosas. Y finalmente se pone de ejemplo una de las corrientes más grandes que cruza la LT y SE. Su vegetación asociada a las márgenes es variable en términos de composición y continuidad, pero muy importante para la fauna silvestre.

De acuerdo a los cálculos realizados se encontraron cinco niveles de fragilidad ambiental, donde la fragilidad baja domina en el SAR ocupando poco más del 50% de su superficie. En contraparte la fragilidad muy alta y la muy baja se encuentran en el orden del 5.6% y 3.2% correspondiendo a superficies aproximadas de 3,465 y 2,003 hectáreas respectivamente. Esto indica que la fragilidad ambiental en el SAR que tiene una mayor relevancia por el área que ocupa oscila entre los niveles bajo y alto.

Cuadro 66. Superficies ocupadas a nivel del SAR según el nivel de fragilidad ambiental

Fragilidad	Superficie (ha)	Superficie (%)
Muy alta	3465	5.670
Alta	12641	20.684
Media	9393	15.370
Baja	33609	54.997
Muy baja	2003	3.277

En el contexto espacial las áreas de mayor nivel de fragilidad (alta y muy alta) se localizan en las zonas forestales y en gran parte de las corrientes de montaña, mientras que las superficies de menor fragilidad ambiental corresponden a terrenos planos con un uso agrícola, de pastoreo o urbano. Analizando la situación a nivel de la LT y SE se identifica que la mayor parte del tendido eléctrico pasa por zonas de baja fragilidad y en menor medida por algunos pequeños fragmentos de fragilidad muy baja, media y alta. Los niveles más importantes en términos ambientales sin duda corresponden a la fragilidad media y alta que se asocian a los cruces de la LT y SE con algunas corrientes (naturales o artificiales) y su vegetación de las márgenes. También algunos fragmentos hacia la parte distal de la LT incluyendo las subestaciones se registran valores de fragilidad media y alta, que resultan muy importantes para la vida silvestre por su nivel de aislamiento.

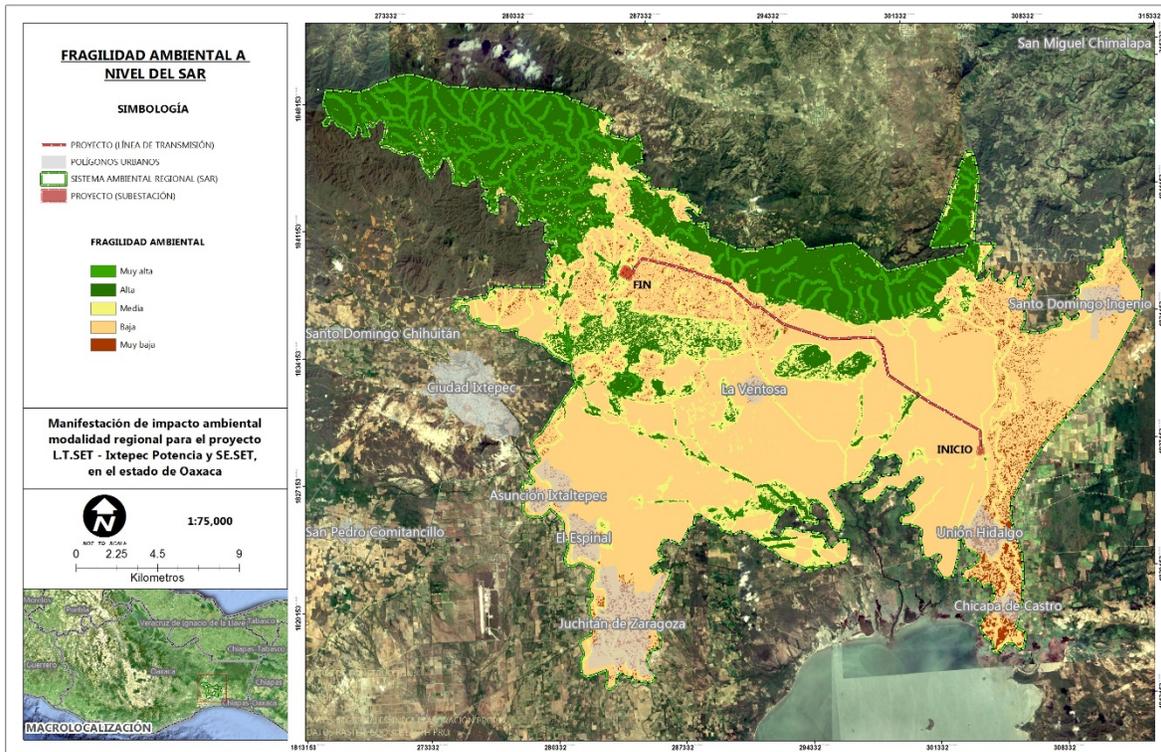


Figura 66. Mapa de fragilidad ambiental para el SAR

Basados en los cadenamientos de referencia de la LT y SE, donde el inicio corresponde al 0+000 (inicio de LT y subestación) y el final se localiza en el cadenamiento 24+146 (extremo de LT y subestación) se indican en la siguiente tabla los sitios de mayor interés ecológico según el nivel de fragilidad ambiental obtenido. De estos sitios sobresale un tramo que va del cadenamiento 4+720 al 5+320 el cual presente niveles de fragilidad media y alta. Los sitios restantes, básicamente muestran una fragilidad media, que, si bien podría permitir y aprobar el presente proyecto, es fundamental y estricta, la implementación en tiempo y forma de todas las medidas de mitigación, prevención y compensación planteadas en esta MIA-R.

Cuadro 67. Niveles de fragilidad ambiental de mayor interés ecológico con referencia de localización

Nivel de fragilidad	Cadenamiento de referencia aproximado
Media	0+000
Media y alta	4+720 – 5+320
Media	9+340
Media	14+450
Media	17+100
Media	17+400
Media	19+500
Media	23+500 – 23+900

- *Conclusión*

El sistema ambiental regional presenta un nivel de fragilidad ambiental predominantemente bajo, cubriendo poco más del 50% de su superficie. Las zonas de mayor fragilidad ambiental se localizan, en su mayoría, en las tierras altas donde la vegetación presenta las mejores características de conservación y los fragmentos de hábitats adecuados son de un tamaño muy importante para la vida silvestre. Las áreas de muy baja fragilidad se concentran principalmente en las zonas urbanas y en las planicies donde el uso del suelo es fundamentalmente agrícola o para fines de pastoreo. A nivel de la LT y SE la fragilidad ambiental también se ve dominada por el nivel bajo con algunos pequeños fragmentos dispersos y mayormente asociados a las corrientes de agua (ríos, arroyos o canales de riego) con niveles de fragilidad ambiental media y alta. Este nivel de fragilidad evidentemente tiene una gran influencia por el uso del suelo (mayormente agrícola), mismo que está relacionado con el relieve del terreno. Las principales zonas a lo largo de la LT y SE que muestran un mayor interés ecológico en términos de su fragilidad se detectan en los cadenamientos de referencia 0+000, 4+720 – 5+320, 17+100 y 19+500 entre otros, con valores medios y de alta calidad.

En este sentido, la fragilidad ambiental que se calcula para la zona del proyecto (LT y SE) sugiere una importante viabilidad ambiental en la aprobación del mismo, pero bajo la implementación de todas las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas en la presente MIA-R.

CAPÍTULO V

**IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS
IMPACTOS AMBIENTALES**

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	4
V.1 METODOLOGÍAS PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES	4
V.1.1 Matriz de identificación de impactos	4
V.1.2 Matriz de evaluación de impactos	5
V.2 Identificación de impactos	8
V.3 Evaluación de impactos	11
V.3.1 Con proyecto y sin medidas	11
V.3.1.1 Preparación del sitio	11
V.3.1.2 Construcción	16
V.3.1.3 Operación y mantenimiento	20
V.3.2 Con proyecto y con medidas (impactos residuales)	22
V.3.2.1 Preparación del sitio	22
V.3.2.2 Construcción	25
V.3.2.3 Operación y mantenimiento	27
V.4 RESULTADOS	29

Índice de cuadros

Cuadro 1. Categorías, subcategorías y componentes del SA	4
Cuadro 2. Etapas y actividades para el proyecto	5
Cuadro 3. Criterios para evaluación de impactos	5
Cuadro 4. Escala de evaluación de criterios	6
Cuadro 5. Escala de evaluación para los criterios básicos y complementarios	6
Cuadro 6. Ecuaciones aplicadas	7
Cuadro 7. Clasificación del impacto de acuerdo al valor de la significancia	8
Cuadro 8. Matriz de identificación de impactos	8
Cuadro 9. Valoración. Escenario sin medidas. Preparación del sitio. Categoría de ecología	12
Cuadro 10. Valoración. Escenario sin medidas. Preparación del sitio. Categoría contaminación ambiental	14
Cuadro 11. Valoración. Escenario sin medidas. Preparación del sitio. Categoría Aspectos estéticos	14
Cuadro 12. Valoración. Escenario sin medidas. Preparación del sitio. Categoría aspectos socioeconómicos	15
Cuadro 13. Valoración. Escenario sin medidas. Construcción. Categoría ecología	16
Cuadro 14. Valoración. Escenario sin medidas. Construcción. Categoría contaminación ambiental	17
Cuadro 15. Valoración. Escenario sin medidas. Construcción. Categoría aspectos estéticos	19
Cuadro 16. Valoración. Escenario sin medidas. Construcción. Categoría aspectos socioeconómicos	19
Cuadro 17. Valoración. Escenario sin medidas. Operación y mantenimiento. Categoría ecología	20
Cuadro 18. Valoración. Escenario sin medidas. Operación y mantenimiento. Categoría contaminación ambiental	21
Cuadro 19. Valoración. Escenario sin medidas. Operación y mantenimiento. Categoría aspectos socioeconómicos	22
Cuadro 20. Valorización. Escenario con medidas. Preparación del sitio. Categoría ecología	22
Cuadro 21. Valorización. Escenario con medidas. Preparación del sitio. Categoría contaminación ambiental	23
Cuadro 22. Valorización. Escenario con medidas. Preparación del sitio. Categoría aspectos estéticos	24
Cuadro 23. Valorización. Escenario con medidas. Preparación del sitio. Categoría aspectos socioeconómicos	24
Cuadro 24. Valorización. Escenario con medidas. Construcción. Categoría ecología	25
Cuadro 25. Valorización. Escenario con medidas. Construcción. Categoría contaminación ambiental	26
Cuadro 26. Valorización. Escenario con medidas. Construcción. Categoría aspectos estéticos	27
Cuadro 27. Valorización. Escenario con medidas. Construcción. Categoría aspectos socioeconómicos	27
Cuadro 28. Valorización. Escenario con medidas. Operación y mantenimiento. Categoría ecología	28
Cuadro 29. Valorización. Escenario con medidas. Operación y mantenimiento. Categoría contaminación ambiental	28
Cuadro 30. Valorización. Escenario con medidas. Operación y mantenimiento. Categoría aspectos socioeconómicos	29

Índice de gráficas

Gráfica 1. Distribución de impactos por subcategoría	9
Gráfica 2. Distribución de impactos por etapa	10
Gráfica 3. Comparación de escenarios. Preparación del sitio. Categoría ecología	30
Gráfica 4. Comparación de escenarios. Preparación del sitio. Categoría contaminación ambiental	30
Gráfica 5. Comparación de escenarios. Preparación del sitio. Categoría aspectos estéticos	31
Gráfica 6. Comparación de escenarios. Preparación del sitio. Categoría aspectos socioeconómicos	32
Gráfica 7. Comparación de escenarios. Construcción. Categoría ecología	32
Gráfica 8. Comparación de escenarios. Construcción. Categoría contaminación ambiental.	33
Gráfica 9. Comparación de escenarios. Construcción. Categoría aspectos estéticos.	33
Gráfica 10. Comparación de escenarios. Construcción. Categoría aspectos socioeconómicos	34
Gráfica 11. Comparación de escenarios. Operación y mantenimiento. Categoría ecología.	35
Gráfica 12. Comparación de escenarios. Operación y mantenimiento. Categoría contaminación ambiental	35
Gráfica 13. Comparación de escenarios. Operación y mantenimiento. Categoría aspectos socioeconómicos	36

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 METODOLOGÍAS PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para identificar y caracterizar los impactos ambientales tanto benéficos como adversos, se utilizaron dos métodos de matrices complementarias entre sí. La primera es una matriz de interacción con la que únicamente se identifican los impactos probables; la segunda matriz evalúa dichos impactos y los caracteriza de acuerdo al beneficio o perjuicio ejercido tanto sobre el área de influencia como el SA del proyecto. Estos métodos se describen más ampliamente a continuación:

V.1.1 Matriz de identificación de impactos

Con esta matriz se identifican los impactos con base a la interacción entre componentes del sistema ambiental y las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto. Los pasos seguidos fueron los siguientes:

- Se definen los componentes para cada categoría a evaluar: Ecosistemas, Contaminación ambiental, Aspectos estéticos y Aspectos de interés humano.
- Se enlistan las actividades a realizar para el proyecto de acuerdo al programa de trabajo presentado en el capítulo II y a la información proporcionada por el promotor.

La matriz quedó integrada por las categorías, 29 componentes y actividades, mostrados en las tablas siguientes:

Cuadro 1. Categorías, subcategorías y componentes del SA

ECOSISTEMAS		CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	
Vegetación	Forestal No forestal	Agua	Modificación de cauces Trasporte de sólidos Calidad del agua
Fauna	Herpetofauna Ornitofauna Mastofauna Hábitat	Suelo	Relieve/topografía Compactación Estabilidad Residuos sólidos Residuos sólidos peligrosos
Servicios ambientales	Captura de carbono Regulación climática Protección de la biodiversidad y ecosistemas Protección del suelo	Atmósfera	Calidad perceptible del aire Ruido diurno Ruido nocturno
ASPECTOS ESTÉTICOS		ASPECTOS SOCIALES	
Paisaje	Fondo escénico Actuaciones humanas Color	Servicios infraestructura Economía	e Disponibilidad de servicios urbanos Actividades comerciales Generación de empleos Seguridad de la población Seguridad de los trabajadores

Cuadro 2. Etapas y actividades para el proyecto

Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
LTE Instalación de obras provisionales (oficina de campo, almacenes) Localización de estructuras. Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente). Subestación Desmonte y despalme	LTE Excavaciones y colado de plantilla, habilitado de acero de refuerzo Cimentaciones, relleno y compactación Montaje de estructuras Sistema de tierras Vestido de estructuras Tendido y tensado de cable guarda y cable conductor Limpieza general	Pruebas pre operativas (línea y subestación) Operación (línea y subestación) Mantenimiento de la brecha de patrullaje Mantenimiento de la línea
	Subestación (es) Habilitación de camino de acceso Cimentaciones Caseta de control, barda, trincheras Instalaciones electromecánicas	

Para formar la matriz se colocaron las actividades en forma horizontal y los componentes de forma vertical. Posteriormente se procede a llenar la matriz marcando con un 1 la casilla donde se identifique una interacción entre actividad y componente, y con un 0 donde no exista interacción.

Los resultados se obtienen de las sumatorias de las interacciones identificadas, obteniendo sumatorias por actividad, por etapa, por subcategoría, o por componente. Estos resultados permiten observar desde que factor presenta el mayor número de interacciones y en relación a que actividad, hasta obtener un resultado ponderado por el número de interacciones en cada componente ambiental.

V.1.2 Matriz de evaluación de impactos

La metodología utilizada es tomada de Bojórquez Tapia, 1989; Duinker y Beanlands, 1986; y ésta consiste en calificar cada interacción (impacto) mediante once criterios, clasificados como básicos, y complementarios.

Cuadro 3. Criterios para evaluación de impactos

Criterios	Definición
BÁSICOS	
Magnitud (M)	Intensidad de la afectación en el área del impacto
Extensión (E)	Área de afectación con respecto a la disponible en la zona de estudio
Duración (D)	Tiempo del efecto
COMPLEMENTARIOS	
Sinergia (S)	Interacciones de orden mayor entre impactos
Acumulación (A)	Presencia de efectos aditivos de los impactos
Controversia (C)	Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto
Mitigación (T)	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación

Estos criterios se evalúan con una escala de diez niveles de magnitud (del 0 al 9) dependiendo del efecto que tenga la actividad sobre el componente evaluado.

Cuadro 4. Escala de evaluación de criterios

Valor	Nivel de significancia	Valor	Nivel de significancia
0	Nulo	5	Moderado
1	De Nulo a Bajo	6	Moderado a Alto
2	Muy Bajo	7	Alto
3	Bajo	8	Muy Alto
4	Bajo a Moderado	9	Extremadamente Alto

Por su lado, los criterios básicos y complementarios tienen la escala siguiente.

Cuadro 5. Escala de evaluación para los criterios básicos y complementarios

CRITERIOS BÁSICOS	PARÁMETROS Y ESCALAS		
	1 - 3	4 - 6	7 - 9
Magnitud (M)	Baja, cuando la afectación cubre menos del 10% de los recursos existentes; o cuando los valores de afectación representan menos de la mitad del valor del límite máximo permisible por la normativa o criterio ambiental	Media, cuando la afectación cubre del 10% al 50% de los recursos existentes; o cuando los valores de afectación representan de la mitad del valor límite al límite máximo permisible por la normativa o criterio ambiental.	Alta, cuando la afectación es mayor del 50% de los recursos existentes; o ésta rebasa los límites máximos permisibles, establecidos por la normativa o criterio ambiental.
Extensión (E)	Puntual, afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta una distancia de 100 m.	Local, si el efecto ocurre a una distancia entre los 100 m y los límites de la unidad ecológica.	Regional, el efecto se manifiesta fuera de una unidad ecológica y abarca parcial o totalmente el área de estudio.
Duración (D)	Corta, cuando el efecto de la interacción dura menos de 1 año.	Mediana, el efecto de la interacción dura de 1 a 3 años.	Larga, el efecto de la interacción dura más de tres años.
CRITERIOS COMPLEMENTARIOS	0 - 3	4 - 6	7 - 9
Sinergia (S)	Nula a mínima, cuando una acción actuando sobre un factor, no produce una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	Moderada, cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental poco relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	Alta, cuando una acción actuando sobre un factor produce una incidencia ambiental relevante con respecto a la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente
Acumulación (A)	Nula a Mínima, cuando el efecto no incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio o éstos son de poca magnitud (<20%) con respecto a los existentes.	Moderada, cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio, pero éstos aportan del 20 al 60% con respecto a la magnitud de los existentes.	Alta, cuando el efecto incrementa los impactos ocasionados por otros proyectos u otras actividades del propio y éstos son superiores al 60% con respecto a la magnitud de los existentes o incluso los rebasan.
Controversia (C)	Nula a Mínima, no hay controversia o ésta ha sido manifestada de manera informal o en algunas reuniones.	Moderada, existe controversia, las partes interesadas han recurrido a instancias legales para manifestar su inconformidad.	Alta, existe mucha controversia con el proyecto, las partes interesadas han recurrido a instancias legales y medios de información
Mitigación (T)	Nula a baja, no hay medida de mitigación aplicable, o ésta	Media, existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n)	Alta a Muy alta, las medidas de mitigación aplicadas

mitiga hasta un 30% del impacto identificado.	del 30 al 60% del impacto ambiental identificado.	reducen del 60 al 100% el impacto ambiental identificado.
-----------------------------------------------	---------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------

Para la evaluación de las interacciones identificadas y obtener la significancia parcial y final de cada impacto se aplicaron las ecuaciones contenidas en la tabla siguiente:

Cuadro 6. Ecuaciones aplicadas

Índices obtenidos	Fórmula aplicada
Criterios básicos	$MEDij = 1/27(Mij + Eij + Dij)$
Criterios complementarios	$SACij = 1/27(Sij + Aij + Cij)$
Significancia parcial	$Iij = (MEDij)^{(1-SACij)}$
Significancia final, considerando las medidas de mitigación	$Sij = Iij * \left[1 - \frac{1}{9}(Tij)\right]$
Donde: <i>Mij = Magnitud;</i> <i>Eij = Extensión espacial;</i> <i>Dij = Duración;</i> <i>Sij = Efectos sinérgicos;</i> <i>Aij = Efectos acumulativos;</i> <i>Cij = Controversia;</i> <i>Iij = Importancia o significancia parcial del impacto;</i> <i>Sij = Significancia final del impacto; y,</i> <i>Tij = Medida de mitigación.</i>	

A continuación, se describen los índices utilizados.

Índice básico: se obtiene utilizando los tres parámetros básicos (magnitud, extensión y duración), con la siguiente ecuación.

$$IBij = 1/27(Mij + Eij + Dij)$$

El origen de la escala de valoración es 0.111, ya que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice. ($0.111 \leq IB \leq 1$).

Índice complementario. En este índice se utilizan los tres parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia), en la siguiente ecuación.

$$ICij = 1/27(Sij + Aij + Cij)$$

Para este índice el origen de la escala es 0, debido a que es valor más bajo posible a obtener, por lo que sus valores se ubican en el rango $0 \leq IC \leq 1$.

Índice de impacto. Está dado por la combinación de los parámetros básicos y complementarios. Cuando existe alguno de los parámetros complementarios (S, A, C), el valor del índice básico se incrementa; el índice de impacto se calcula con la ecuación siguiente:

$$Iij = IBij^{1-ICij}$$

Dónde:

I_{ij} = índice de impacto

I_{Cij} = índice complementario

Significancia del impacto. Una vez obtenidos los índices IB, IC e II, se procede a calcular la significancia del impacto (S_{ij}), tomando en cuenta la existencia y en su caso, la eficiencia esperada de las medidas de mitigación (T_{ij}) usando la ecuación siguiente:

$$S_{ij} = I_{ij} * (1 - \frac{1}{9(T_{ij})})$$

Donde:

I_{ij} = Índice de impacto

T_{ij} = Existencia - eficiencia de las medidas de mitigación

Con el uso de las ecuaciones señaladas se obtiene la significancia de cada impacto, cuyo posible rango de variación es de 0 a 1; utilizando la escala siguiente:

Cuadro 7. Clasificación del impacto de acuerdo al valor de la significancia

Rango del impacto	Clasificación	
0.110 – 0.249	No significativos (NS)	
0.250 – 0.499	Poco significativos (PS)	
0.500 – 0.749	Significativo (S)	
0.749 – 1.00	Muy significativo MS)	

V.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

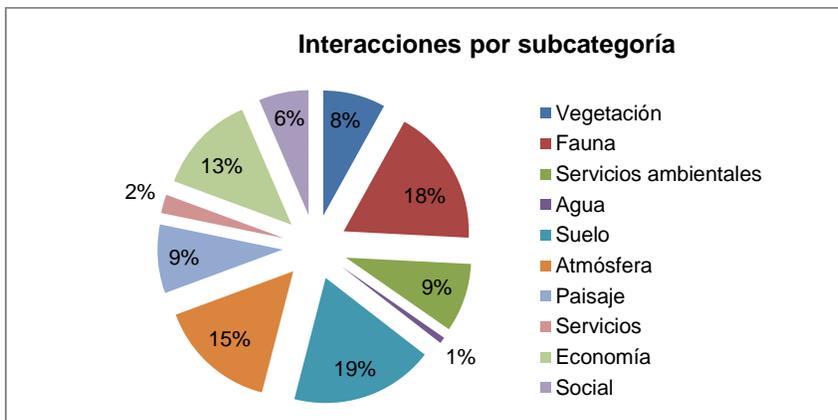
Con la matriz de identificación realizada se observa que, de los 29 componentes considerados, son 25 los que muestran alguna interacción con las actividades del proyecto; de estos 25 componentes afectados, se desprende un total de 125 interacciones o impactos, los cuales se identifican con un “1” en la tabla mostrada a continuación.

Cuadro 8. Matriz de identificación de impactos

ETAPAS DEL PROYECTO			PREPARACIÓN DEL SITIO																CONSTRUCCIÓN								OP Y MTTO											
CATEGORIAS	SUB CATEGORIA	COMPONENTE	Instalación de obras provisionales		Localización de estructuras		Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (cercamiento)		Desmonte y despalme		Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo		Cimentaciones (L-T)		Montaje de estructuras		Sistema de tierras		Tendido y tensado de cable guarda y cable conductor		Habilitado de camino de acceso (subestación)		Cimentaciones (subestación)		Casetas de control, barda, trincheras (subestación)		Insta. Electromecánicas (subestación)		Limpieza general		Pruebas pre operativas		Operación de LT y SE		Mtto. De la brecha		Mtto. De la línea	
			ECOSISTEMAS	VEGETACIÓN	Vegetación Forestal	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Vegetación No forestal	1	1			1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0			
FAUNA	Herpetofauna	1		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0				

SERVICIOS AMBIENTALES	Ornitofauna	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Mastofauna	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Especies de importancia ecológica	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Captura de carbono	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Regulación climática	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Protección de biodiversidad y ecosistemas	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Protección del suelo	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	AGUA	Modificación de cauces	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Transporte de sólidos	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Calidad del agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SUELO	Relieve-topografía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Compactación	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
		Estabilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Residuos urbanos	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	ATMÓSFERA	Residuos sólidos peligrosos	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
		Ruido diurno	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
		Ruido nocturno	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Calidad perceptible del aire	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
ASPECTOS ESTÉTICOS	PAISAJE	Fondo escénico	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Actuaciones humanas	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	
		Color	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ASPECTOS SOCIALES	SERVICIOS	Disponibilidad de servicios urbanos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
	ECONOMÍA	Actividades comerciales	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
		Generación de empleos	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
	SOCIAL	Seguridad de la población	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Seguridad de los trabajadores	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Los impactos identificados con un “1” en la casilla se ordenan de acuerdo a su subcategoría, encontrando la siguiente distribución:



Gráfica 1. Distribución de impactos por subcategoría

La subcategoría de Suelo recibe el mayor número de impactos con el 19% en este caso se contemplan actividades como las excavaciones y movimientos de material, sin embargo, el principal impacto para esta subcategoría es la generación de residuos ya que esta generación se observará durante todas las etapas del proyecto.

La subcategoría de Fauna recibe el 18% de los impactos, para esta subcategoría se observa que los cuatro grupos faunísticos analizados serán afectados en alguna medida tanto en las etapas de preparación del sitio y construcción como en la etapa de operación, como es el caso particular de las aves.

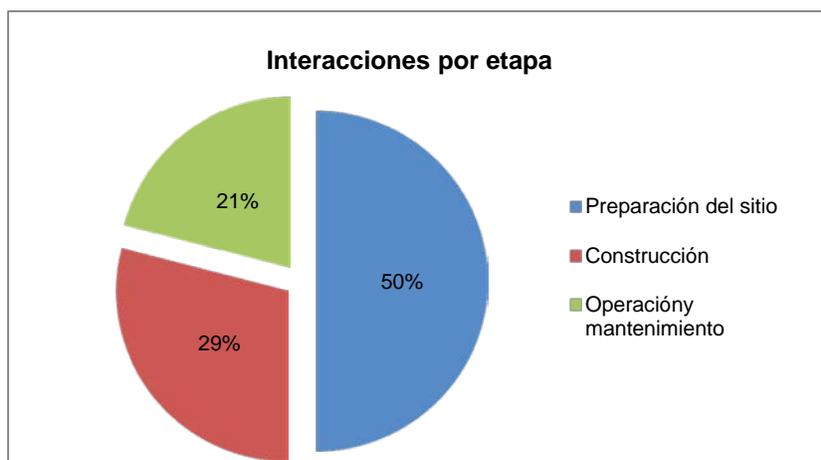
La subcategoría de Atmósfera presenta un 15 % de las interacciones, contemplando desde la emisión de polvo por el movimiento de material, emisión de gases por la maquinaria y equipo utilizado hasta la emisión de ruido.

En orden descendente, se encuentra a continuación la subcategoría de Economía con el 13% de los impactos, de los que se puede prever que serán de tipo positivo debido a los empleos temporales y actividades económicas temporales durante la instalación del proyecto, y, por otra parte, el aporte al desarrollo social y económico que el proyecto proveerá una vez en operación.

Los Servicios ambientales presentan el 9% de los impactos, así como el Paisaje. Los Servicios ambientales al estar asociados a la calidad de la vegetación y suelo, se observan de alguna manera afectados por las actividades que modifican a estos dos componentes mencionados. Así también el Paisaje asociado con elementos visuales como el color (en este caso dado por la vegetación), formas y rango de visibilidad, se ve afectado en cierta medida con la introducción del proyecto.

La subcategoría de Vegetación presenta el 8% de los impactos. En este caso las actividades que pueden afectar a la vegetación (tanto forestal como no forestal) se presentan en la etapa de preparación del sitio y de alguna manera en el mantenimiento de la brecha de maniobra y patrullaje.

El resto de las subcategorías muestran menos del 8% de impactos cada una. Por otro lado, también se analiza la distribución de los impactos por etapa en la que se presentan, resultando lo siguiente:



Gráfica 2. Distribución de impactos por etapa

El 50% de los impactos se presenta en la etapa de preparación del sitio, etapa en donde las actividades realizadas tienen un efecto permanente a lo largo de la vida del proyecto como es el desmonte, despalme y excavaciones en los sitios donde se instalarán las bases de las estructuras, así como en el predio destinado a la S.E. SET. La etapa de construcción presenta el 29% de los impactos y en este caso se observa sobre todo la generación de residuos y emisión de ruido. Finalmente, la etapa de Operación y mantenimiento presenta el 21 % de impactos, donde se puede prevé que muchos de ellos sean de tipo positivo.

V.3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS

V.3.1 Con proyecto y sin medidas

A continuación, se describen los impactos identificados por etapa y categoría. En esta valoración no se contempla el criterio “T” relativo a la existencia y eficiencia de las medidas de mitigación, por lo que los resultados obtenidos conforman un escenario “sin medidas de mitigación”.

Es importante mencionar que la Significancia obtenida en todas las categorías, está determinada por cuatro criterios principalmente: la extensión del impacto, la duración, magnitud y existencia de medidas de mitigación; mismos que a su vez responden al tipo de proyecto y a las características bióticas y abióticas del área en donde se pretende insertar.

V.3.1.1 Preparación del sitio

a) Ecología

- Vegetación

En esta etapa se realiza el retiro de vegetación en las áreas para ocupación temporal y permanente del proyecto, además de la poda selectiva dentro del derecho de vía. Dentro de la superficie ocupada por el proyecto (DV de la LT y superficies para las subestaciones SE SET y SE Ixtepec Potencia) se tiene una superficie de vegetación tipo forestal de 25.42 ha, mientras que la No forestal es de 117.93 ha.

De esta manera, con base a la superficie total del proyecto se observa una superficie forestal a afectar menor, pero con una aportación ambiental importante, obteniendo un impacto Significativo por la remoción de vegetación en áreas de ocupación permanente. La vegetación forestal presente en la zona del proyecto comprende Vegetación secundaria arbustiva de Selva baja caducifolia, Vegetación secundaria arbustiva de selva espinosa caducifolia y palmar inducido, es importante mencionar que se identificaron individuos de *Guaiacum coulteri* A. (Guayacán) que serán afectados por el proyecto, así como *Peniocereus fosterianus* Cutak. (Cactus pitayita), en este último caso los individuos se encuentran fuera del área de afectación, pero dentro del SAR delimitado.

Por otro lado, se tiene, en relación a la superficie del proyecto), una superficie no forestal a afectar mayor, pero con una aportación ambiental menor, obteniendo también impactos Significativos (con menor puntuación en la escala de los significativos) por la remoción de vegetación permanente y temporal.

▪ Fauna

En el caso de la subcategoría Fauna, se observan muchos impactos Significativos provocados por las actividades propias de la etapa, las cuales implican movimiento de suelo (material). Si bien en varios casos la actividad tiene una duración temporal, el efecto podrá permanecer por más tiempo.

Estas actividades podrán afectar el hábitat de los cuatro grupos de fauna en diferentes medidas: en el caso de la herpetofauna se encontraron 3 especies durante la visita de campo referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 a las que se suman otras más de probable ocurrencia, para este grupo se habla de una fragmentación de su hábitat, pérdida de refugios, atropellos y modificación de la calidad de hábitat en general, para especies que son especialmente sensibles a este tipo de cambios en su ambiente.

En el caso de las aves se identificaron 6 especies referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y en general de un total de 63 especies referidas para la zona de SAR, dentro del estatus migratorio se registraron 54 especies residentes, 23 visitantes de invierno, cuatro visitantes de verano y dos especies transitorias. Este grupo de fauna también observará una modificación en su hábitat, si bien cuentan con una mayor movilidad, estas primeras actividades de instalación reducirán zonas de percha y forrajeo.

Finamente el grupo de los mamíferos también observará modificaciones a su hábitat, y en este caso se registraron cinco especies donde ninguna de ellas es endémica para el país, son de amplia distribución y en cierta medida muy comunes, además de no encontrarse especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT. De cualquier manera, se observa un impacto Significativo debido al carácter permanente del impacto por la remoción de vegetación en áreas de ocupación permanente y brecha de patrullaje.

Cuadro 9. Valoración. Escenario sin medidas. Preparación del sitio. Categoría de ecología

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S		
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II	
ECOLOGÍA	Vegetación	Forestal	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	3	6	9	3	2	0	0	0.6667	0.1852	0.7187	0.72	
			Desmante y despalme	3	4	4	1	2	0	0	0.4074	0.1111	0.4502	0.45	
		No forestal	Instalación de obras provisionales	1	1	3	0	0	0	0	0	0.1852	0.0000	0.1852	0.19
			Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	2	6	9	1	2	0	0	0	0.6296	0.1111	0.6628	0.66
			Desmante y despalme	2	3	8	1	2	0	0	0	0.4815	0.1111	0.5222	0.52
			Instalación de obras provisionales	4	1	3	1	1	0	0	0	0.2963	0.0741	0.3242	0.32
	Herpetofauna	Localización de estructuras	3	7	3	1	1	0	0	0	0.4815	0.0741	0.5083	0.51	
		Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	5	7	8	1	1	0	0	0	0.7407	0.0741	0.7574	0.76	
		Desmante y despalme	5	4	8	1	1	0	0	0	0.6296	0.0741	0.6516	0.65	
		Ornitofauna	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	3	7	8	2	1	0	0	0	0.6667	0.1111	0.6974	0.70
			Desmante y despalme	2	4	8	1	1	0	0	0	0.5185	0.0741	0.5444	0.54
		Mastofauna	Instalación de obras provisionales	2	1	3	1	1	0	0	0	0.2222	0.0741	0.2484	0.25
	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje		4	7	8	1	1	0	0	0	0.7037	0.0741	0.7223	0.72	
	Desmante y despalme		3	7	8	0	0	0	0	0	0.6667	0.0000	0.6667	0.67	
	Especies de importancia ecológica	Instalaciones provisionales	3	2	3	1	0	0	0	0	0.2963	0.0370	0.3100	0.31	
		Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	4	7	8	1	0	0	0	0	0.7037	0.0370	0.7129	0.71	

Servicios ambientales	Captura de carbono	Desmonte y despalme	4	4	8	1	0	0	0	0.5926	0.0370	0.6042	0.60
		Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	2	7	6	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
	Regulación climática	Desmonte y despalme	2	4	6	0	1	0	0	0.4444	0.0370	0.4580	0.46
		Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	2	3	6	0	1	0	0	0.4074	0.0370	0.4212	0.42
	Protección de biodiversidad	Desmonte y despalme	2	3	6	0	1	0	0	0.4074	0.0370	0.4212	0.42
		Instalación de obras provisionales	2	3	7	1	0	0	0	0.4444	0.0370	0.4580	0.46
		Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	2	4	6	1	0	0	0	0.4444	0.0370	0.4580	0.46
	Protección del suelo	Desmonte y despalme	1	3	5	1	0	0	0	0.3333	0.0370	0.3472	0.35
		Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	4	7	6	0	0	0	0	0.6296	0.0000	0.6296	0.63
			Desmonte y despalme	2	6	6	0	1	0	0	0.5185	0.0370	0.5313

- Servicios ambientales

Los Servicios ambientales, asociados principalmente a la calidad y tipo de vegetación también se observan afectado con impactos Significativos y Poco significativos; una vegetación forestal ofrece una mayor calidad en cuanto a servicios ambientales, aunque también es necesario que se trate de una superficie forestal amplia y continua, lo cual no se presenta en el área del proyecto puesto que dentro del SAR se observa infraestructura existente: como líneas eléctricas, parques eólicos, caminos de terracería, que comunican a las líneas eléctricas existentes, terrenos agrícolas, pastizales cultivados y caminos pavimentados. De esta manera es que se obtienen impactos tanto Poco significativos como Significativos, ya que el estado actual los servicios ambientales no es óptimo y el proyecto no implica un cambio mayor.

b) Contaminación ambiental

- Suelo

El área utilizada para las obras provisionales sufrirá de una compactación temporal, así también al realizar la apertura de áreas para brechas y maniobras. Este impacto se observa como Significativo en referencia a las áreas de ocupación permanente.

También se contempla la generación de residuos sólidos de tipo urbano por estas mismas actividades, ya sea generados por los trabajadores (residuos como papel, cartón, plástico, vidrio, envoltura de alimentos) o también embalaje de materiales. En el caso de las actividades de preparación del sitio se contempla que de ser requerido equipo y/o maquinaria que utilice algún tipo de combustible o aceite, se generen residuos impregnados con éstos (botes, estopa o franela impregnada). Por la duración y extensión de la actividad, estos impactos son Poco significativos.

- Atmósfera

En este caso se contempla la generación de ruido por la maquinaria o equipo que se llegue a utilizar para estas actividades, así como la emisión de ruido con actividades nocturnas.

Otro componente afectado es la calidad perceptible del aire, donde se considera la emisión de gases de combustión por la maquinaria, vehículos y equipo que se llegue a

utilizar en estas actividades, así como por el levantamiento de polvo debido al movimiento de material o por acción del viento sobre el suelo descubierto.

Cuadro 10. Valoración. Escenario sin medidas. Preparación del sitio. Categoría contaminación ambiental

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	Suelo	Compactación	Desmonte y despalme	2	5	7	0	1	0	0	0.5185	0.0370	0.5313	0.53
		Residuos urbanos	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	2	6	5	0	0	0	0	0.4815	0.0000	0.4815	0.48
			Desmonte y despalme	2	4	5	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
	Residuos sólidos peligrosos	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	1	1	5	0	0	0	0	0.2593	0.0000	0.2593	0.26	
	Atmósfera	Ruido diurno	Desmonte y despalme	2	4	5	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
		Ruido nocturno	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	1	5	6	0	0	0	0	0.4444	0.0000	0.4444	0.44
			Desmonte y despalme	1	5	6	1	0	0	0	0.4444	0.0370	0.4580	0.46
		Calidad perceptible del aire	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	2	4	3	0	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333	0.33
			Desmonte y despalme	2	4	2	0	0	0	0	0.2963	0.0000	0.2963	0.30

c) Aspectos estéticos

En esta categoría se observa la inserción de una actuación humana temporal que serían las obras provisionales, mientras que con la apertura de áreas de maniobra y patrullaje se iniciaría la instalación de una actuación humana permanente (la cual se observará al colocar las torres y subestación). En general el área del proyecto se encuentra muy modificada por la presencia de áreas agrícolas, y otras obras de infraestructura eléctrica, por lo que estas actividades de preparación del sitio generan pocos cambios al paisaje visual, es así que el impacto se clasifica como Poco significativo. Por otro lado, de forma inmediata para el observador se podrá notar un cambio en el paisaje visual en el aspecto del color proporcionado principalmente por la vegetación y sus matices, siendo así que en ese componente se observa un impacto Significativo al ser permanente.

Cuadro 11. Valoración. Escenario sin medidas. Preparación del sitio. Categoría Aspectos estéticos

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
ASPECTOS ESTÉTICOS	Paisaje	Fondo escénico	Instalación de obras provisionales	2	2	3	0	0	0	0	0.2593	0.0000	0.2593	0.26
			Desmonte y despalme	2	4	5	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
		Color	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	3	4	7	0	0	0	0	0.5185	0.0000	0.5185	0.52

		Desmote y despalme	4	4	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
	Actuaciones humanas	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	2	4	6	0	0	0	0	0.4444	0.0000	0.4444	0.44

d) Aspectos socioeconómicos

▪ Economía

En esta categoría se observa que con las actividades de preparación del sitio habrá un incremento o impulso a las actividades comerciales lo cual será un impacto positivo y temporal, dado por ejemplo por la compra de material de construcción y arrendamiento de servicios sanitarios.

Además, el proyecto generará en esta etapa empleos temporales, este beneficio se verá en las comunidades cercanas ya que preferentemente se emplearán personas que residan cerca de los frentes de trabajo. Este impacto, aunque positivo, al ser temporal se clasifica como Poco significativo.

▪ Social

Se observa en primer lugar la Seguridad de la población contemplando que, en el caso de la LTE, a lo largo de su trayectoria hay algunos puntos de cruce con caminos existentes, puntos en donde se recomienda seguir medidas de seguridad para la población. Al ser un impacto de extensión y duración corta se clasifica como Poco significativo.

En segundo lugar, se considera el aspecto de seguridad de los trabajadores como un impacto negativo, debido a los riesgos de trabajo vinculados a las actividades en esta etapa; sin embargo, al ser puntual y de duración corta también se clasifica como Poco significativo.

Cuadro 12. Valoración. Escenario sin medidas. Preparación del sitio. Categoría aspectos socioeconómicos

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II		
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	Economía	Actividades comerciales	Localización de estructuras	2	5	1	0	0	0	0	0.2963	0.0000	0.2963	0.30	
			Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	2	5	1	0	0	0	0	0.2963	0.0000	0.2963	0.30	
			Desmote y despalme	2	6	1	0	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333	0.33	
	Social	Generación de empleos	Desmote y despalme	Desmote y despalme	3	6	1	0	0	0	0.3704	0.0000	0.3704	0.37	
				Seguridad de la población	Apertura de la brecha de maniobra y patrullaje	3	3	2	0	0	0	0.2963	0.0000	0.2963	0.30
					Seguridad de los trabajadores	Apertura de la brecha de maniobra y patrullaje	3	4	2	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333

V.3.1.2 Construcción

a) Ecología

Las actividades de construcción que se observan con algún efecto en los componentes de esta categoría son principalmente las excavaciones y colocación de plantilla, acero de refuerzo, y el habilitado de camino de acceso (subestación).

- Fauna

El grupo afectado con un impacto Significativo es el de la herpetofauna, estas especies acostumbran a esconderse ante una situación de disturbio en vez de moverse del sitio, lo que las hace susceptibles de atropellos en este tipo de actividades. Para las aves se observa una afectación permanente al momento del Tendido y tensado de cable de guarda y conductor, ya que puede afectarlas, ya sea por colisión o por electrocución tanto en vuelo como al utilizar estos sitios como percha. La zona del proyecto tiene una gran afluencia de aves ya que convergen allí tres rutas migratorias de aves de Norteamérica (Ruta Oceánica del Pacífico; Ruta de la Costa del Pacífico; Rutas de las Grandes Planicies y las Montañas Rocosas), lo que resulta en un impacto Significativo.

Para la mastofauna el impacto es de Poco significativo a Significativo en cuanto a la modificación y fragmentación del hábitat con la instalación de estructuras permanentes.

- Servicios ambientales

La protección del suelo, ve reducida su función al momento de retirar la vegetación en el sitio del proyecto, mientras que con las excavaciones y movimiento de material la calidad del servicio ambiental también es afectada, al dejar de forma temporal, el suelo expuesto a los agentes climáticos. Sin embargo, también se observa que la actividad de Limpieza general se muestra como un impacto positivo al incluirse el retiro de maquinaria, de instalaciones, descompactación de suelo, etc., revirtiendo en cierta medida el efecto causado inicialmente sobre el componente.

Cuadro 13. Valoración. Escenario sin medidas. Construcción. Categoría ecología

CATEGORÍA A	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
ECOLOGÍA	Fauna	Herpetofauna	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	5	4	4	1	1	0	0	0.4815	0.0741	0.5083	0.51
			Habilitado de camino de acceso (subestación)	5	4	4	1	1	0	0	0.4815	0.0741	0.5083	0.51
		Ornitofauna	Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	3	6	5	2	1	0	0	0.5185	0.1111	0.5578	0.56
		Mastofauna	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	3	4	6	1	1	0	0	0.4815	0.0741	0.5083	0.51
			Habilitado de camino de acceso (subestación)	3	3	6	1	1	0	0	0.4444	0.0741	0.4720	0.47
		Especies de importancia ecológica	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	4	3	6	1	0	0	0	0.4815	0.0370	0.4947	0.49
Habilitado de camino de acceso (subestación)	3		3	6	1	0	0	0	0.4444	0.0370	0.4580	0.46		

Servicios ambientales	Protección del suelo	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	3	3	6	0	0	0	0	0.4444	0.0000	0.4444	0.44
		Limpieza general	2	3	4	0	1	0	0	0.3333	0.0370	0.3472	0.35

b) Contaminación ambiental

En esta etapa se observan impactos en los componentes del Suelo y la Atmósfera.

▪ Suelo

Se observa nuevamente la compactación del suelo durante las actividades de como el habilitado del camino de acceso para la SE SET, excavaciones, etc., como se menciona anteriormente esto se debe a la presencia de maquinaria y equipo dentro del derecho de vía para realizar estas actividades, así como el tránsito de vehículos de transporte de material o de trabajadores. En este caso el impacto es Poco significativo debido a la extensión del mismo.

Se considera la generación de residuos sólidos de tipo urbano provenientes de los restos de materiales de instalación del proyecto como plástico, metales, cables, además de cartón, papel, etc. De igual forma se considera la generación de residuos peligrosos como contenedores vacíos de gasolinas y aceites utilizados en la maquinaria o equipo, al igual que restos de material para cimentación (cemento, cal, etc.). la generación de estos residuos tiene un impacto Poco significativo al ser de carácter puntual y temporal.

▪ Atmósfera

Se supone la generación de ruido durante las actividades de construcción donde los efectos serán percibidos directamente por los trabajadores, mientras que, en caso de realizarse actividades nocturnas, estos efectos también podrán extenderse a la fauna cercana al sitio del proyecto, donde por un lado se logrará un ahuyentamiento, pero también una modificación de hábitat y conducta.

Finalmente, la emisión de gases de combustión por la maquinaria o equipo utilizada y la generación de polvo debido al movimiento del material de construcción se clasifica como impactos Poco significativos, debido a la duración del impacto y extensión.

Cuadro 14. Valoración. Escenario sin medidas. Construcción. Categoría contaminación ambiental

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	Suelo	Compactación	Sistema de tierras	1	2	6	0	1	0	0	0.3333	0.0370	0.3472	0.35
			Habilitado de camino de acceso (subestación)	2	3	6	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
		Residuos urbanos	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	2	2	6	0	0	0	0	0.3704	0.0000	0.3704	0.37
			Montaje de estructuras	2	4	6	0	0	0	0	0.4444	0.0000	0.4444	0.44
			Sistema de tierras	2	2	4	0	0	0	0	0.2963	0.0000	0.2963	0.30
			Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	3	4	3	0	0	0	0	0.3704	0.0000	0.3704	0.37
			Habilitado de camino de acceso	2	2	6	0	0	0	0	0.3704	0.0000	0.3704	0.37

Atmósfera		(subestación)											
		Cimentaciones (subestación)	3	4	6	0	0	0	0	0.4815	0.0000	0.4815	0.48
		Caseta de control. Barda, trincheras (subestación)	2	4	6	0	0	0	0	0.4444	0.0000	0.4444	0.44
		Instalación electromecánica	2	4	5	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
		Limpieza general	2	4	5	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
	Residuos sólidos peligrosos	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	1	1	4	0	0	0	0	0.2222	0.0000	0.2222	0.22
		Cimentación (LT)	1	1	4	0	0	0	0	0.2222	0.0000	0.2222	0.22
		Habilitado de camino de acceso (subestación)	1	1	4	0	0	0	0	0.2222	0.0000	0.2222	0.22
		Cimentación (subestación)	1	1	4	0	0	0	0	0.2222	0.0000	0.2222	0.22
		Limpieza general	2	3	4	0	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333	0.33
	Ruido diurno	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	2	4	3	0	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333	0.33
		Montaje de estructuras	2	3	2	0	0	0	0	0.2593	0.0000	0.2593	0.26
		Habilitado de camino de acceso (subestación)	2	4	2	0	0	0	0	0.2963	0.0000	0.2963	0.30
		Cimentación (subestación)	2	2	3	0	0	0	0	0.2593	0.0000	0.2593	0.26
	Ruido nocturno	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	2	3	4	0	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333	0.33
		Habilitado de camino de acceso (subestación)	2	3	4	1	0	0	0	0.3333	0.0370	0.3472	0.35
	Calidad perceptible del aire	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	2	4	2	0	0	0	0	0.2963	0.0000	0.2963	0.30
		Habilitado de camino de acceso (subestación)	2	4	2	0	0	0	0	0.2963	0.0000	0.2963	0.30

c) Aspectos estéticos

▪ Paisaje

En esta etapa se verá modificado el fondo escénico al realizar el montaje de las estructuras para la LTE, este cambio en el paisaje será permanente y se suma a los cambios que se han desarrollado previamente por otras actividades humanas en la región, por lo que el impacto es clasificado como Significativo.

Así también se concreta la instalación de la actuación humana que es la propia línea de transmisión, subestación nueva (SE SET) y ampliación de la subestación existente (SE Ixtepec Potencia), y como se menciona anteriormente esta modificación al paisaje es permanente, lo cual resulta en un impacto general clasificado como Significativo

Cuadro 15. Valoración. Escenario sin medidas. Construcción. Categoría aspectos estéticos

CATEGORÍA A	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	
ASPECTOS ESTÉTICOS	Paisaje	Fondo escénico	Montaje de estructuras	4	6	7	0	0	0	0	0.6296	0.0000	0.6296	0.63
			Caseta de control. Barda, trincheras (subestación)	4	6	7	0	0	0	0	0.6296	0.0000	0.6296	0.63
		Color	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	3	4	7	0	0	0	0	0.5185	0.0000	0.5185	0.52
		Actuaciones humanas	Montaje de estructuras	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
			Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
			Caseta de control. Barda, trincheras (subestación)	3	3	7	0	0	0	0	0.4815	0.0000	0.4815	0.48

d) Aspectos socioeconómicos

- Economía

Así como en la preparación del sitio, en esta etapa se generarán actividades de compra-venta de materiales, así como arrendamiento de servicios lo cual se describe como un impacto positivo en la economía de la zona del proyecto; al ser un impacto temporal, se clasifica como Poco significativo. De la misma forma se contempla la generación de empleos temporales también clasificado como un impacto positivo Poco significativo.

- Social

En esta etapa también se considera la Seguridad de la población, en referencia a la instalación de tendido de cables principalmente en puntos donde converge la línea de transmisión con caminos. En cuanto a la Seguridad de los trabajadores se consideran los riesgos de trabajo vinculados a las actividades de construcción y manejo de maquinaria y equipo especial; sin embargo, al ser puntual y de duración corta se clasifica como Poco significativo.

Cuadro 16. Valoración. Escenario sin medidas. Construcción. Categoría aspectos socioeconómicos

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	Economía	Actividades comerciales	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	3	5	3	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
			Sistema de tierras	3	5	3	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
			Habilitado de camino de acceso (subestación)	3	6	3	0	0	0	0	0.4444	0.0000	0.4444	0.44
			Caseta de control. Barda, trincheras (subestación)	3	4	3	0	0	0	0	0.3704	0.0000	0.3704	0.37
	Generación de empleos	Montaje de estructuras	3	5	3	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41	
		Caseta de control. Barda, trincheras (subestación)	3	5	3	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41	
	Social	Seguridad de la población	Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	3	2	3	0	0	0	0	0.2963	0.0000	0.2963	0.30
		Seguridad de los trabajadores	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	4	2	3	0	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333	0.33

		Montaje de estructuras	3	3	3	0	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333	0.33
		Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	4	3	3	0	0	0	0	0.3704	0.0000	0.3704	0.37

V.3.1.3 Operación y mantenimiento

a) Ecología

En esta etapa el mantenimiento de la brecha de patrullaje podrá generar algunos impactos ya que deberá realizarse durante toda la vida útil del proyecto.

- Vegetación

Se deberá mantener libre de vegetación la brecha de patrullaje durante la vida útil del proyecto por lo que, contemplando la duración de la actividad y su extensión, el impacto se califica como Significativo, dependiendo el tipo de vegetación afectada.

- Fauna

Las actividades de mantenimiento de la brecha provocarán el ahuyentamiento de la fauna en el área a causa del ruido y la presencia de trabajadores. Así mismo es posible el atropello de especies de tamaño pequeño. Para las aves, como se ha mencionado anteriormente, el impacto por colisiones o electrocución con la línea de transmisión principalmente y estructuras de las subestaciones son considerados como permanentes y de magnitud alta por la ubicación del proyecto; debe contemplarse la posibilidad de ocurrir estos efectos en un escenario “sin medidas” de acuerdo a la bibliografía consultada, colocándolo como un impacto Significativo.

Cuadro 17. Valoración. Escenario sin medidas. Operación y mantenimiento. Categoría ecología

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	
ECOLOGÍA	Vegetación	Forestal	Mantenimiento de la brecha	3	5	7	0	1	0	0	0.5556	0.0370	0.5678	0.57
		No forestal	Mantenimiento de la brecha	4	5	7	0	0	0	0	0.5926	0.0000	0.5926	0.59
	Fauna	Herpetofauna	Mantenimiento de la brecha	4	5	7	1	0	0	0	0.5926	0.0370	0.6042	0.60
		Ornitofauna	Operación de la LT y SE	4	5	9	1	0	0	0	0.6667	0.0370	0.6768	0.68
		Mastofauna	Mantenimiento de la brecha	3	5	7	1	0	0	0	0.5556	0.0370	0.5678	0.57
		Especies de importancia ecológica	Mantenimiento de la brecha	4	5	7	1	0	0	0	0.5926	0.0370	0.6042	0.60

b) Contaminación ambiental

- Suelo

En esta etapa se consideran los impactos por la generación de residuos sólidos de tipo urbano tanto por la operación del proyecto como por el mantenimiento de la brecha de

patrullaje, de la línea de transmisión y las subestaciones. Como se menciona anteriormente estos residuos pueden incluir: plástico, metales, cables, papel, cartón, etc. Ya que estas actividades se realizarán durante la vida útil del proyecto el impacto se clasifica como Significativo.

- **Atmósfera**

En este componente se considera la generación de ruido por las actividades requeridas para el mantenimiento de la brecha de patrullaje, de la línea de transmisión y subestaciones se contempla tanto la generación diurna como la nocturna. Así también se consideran las emisiones de polvo y de gases de combustión que se puedan dar por el uso de maquinaria y equipo para estas actividades. Así como en el componente anterior, estas actividades se realizarán a lo largo de la vida útil del proyecto de manera periódica por lo que el impacto es clasificado como Poco significativo.

Cuadro 18. Valoración. Escenario sin medidas. Operación y mantenimiento. Categoría contaminación ambiental

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos				Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	Suelo	Residuos urbanos	Operación de la LT y SE	2	5	9	0	0	0	0	0.5926	0.0000	0.5926	0.59
			Mantenimiento de la brecha	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
			Mantenimiento de la LT y SE	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
	Atmósfera	Ruido diurno	Operación de la LT y SE	1	3	9	0	0	0	0	0.4815	0.0000	0.4815	0.48
			Mantenimiento de la brecha	1	3	7	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
			Mantenimiento de la LT y SE	1	3	7	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
		Ruido nocturno	Operación de la LT y SE	1	3	9	0	0	0	0	0.4815	0.0000	0.4815	0.48
			Mantenimiento de la brecha	2	3	7	0	0	0	0	0.4444	0.0000	0.4444	0.44
			Mantenimiento de la LT y SE	2	3	7	1	0	0	0	0.4444	0.0370	0.4580	0.46

c) Aspectos socioeconómicos

- **Economía**

Las actividades económicas que se generen en la Operación y mantenimiento tendrán una duración mayor ya que se realizarán durante el tiempo de vida útil del proyecto. De la misma forma los empleos generados para esta etapa pueden considerarse como permanentes. Estos impactos son positivos y en su mayoría Significativos. Se observa el componente de Disponibilidad de servicios que, en este caso se presenta como el cumplimiento del objetivo del proyecto que es transmitir toda la energía eléctrica que se genere en los parques eólicos de los auto abastecedores e interconectarla a la SE Ixtepec Potencia para su incorporación a la red del sistema eléctrico nacional.

- **Social**

En este caso los impactos considerados son de tipo negativo y Poco significativo y se deben al riesgo en la seguridad de los trabajadores al realizar las actividades de mantenimiento de la brecha de patrullaje y también de la línea de transmisión y subestaciones.

Cuadro 19. Valoración. Escenario sin medidas. Operación y mantenimiento. Categoría aspectos socioeconómicos

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	
ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	Economía	Disponibilidad de servicios urbanos	Operación de la LT y SE	6	7	8	0	0	0	0	0.7778	0.0000	0.7778	0.78
			Mantenimiento de la brecha	4	4	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
			Mantenimiento de la LT y SE	4	4	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
		Actividades comerciales	Operación de la LT y SE	2	5	9	0	0	0	0	0.5926	0.0000	0.5926	0.59
			Mantenimiento de la brecha	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
			Mantenimiento de la LT y SE	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
		Generación de empleos	Operación de la LT y SE	3	5	9	0	0	0	0	0.6296	0.0000	0.6296	0.63
			Mantenimiento de la brecha	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
			Mantenimiento de la LT y SE	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
	Seguridad de los trabajadores	Mantenimiento de la brecha	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.4074	0.41	
Mantenimiento de la LT y SE		3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.4074	0.41		

V.3.2 Con proyecto y con medidas (impactos residuales)

En esta valoración se contempla el criterio “T” referente a la existencia y eficiencia de las medidas de mitigación, por lo que los resultados obtenidos son los impactos residuales provocados por el proyecto, dentro de un escenario “Con medidas de mitigación”. A continuación, se describen los impactos identificados por categoría y etapa.

V.3.2.1 Preparación del sitio

a) Ecología

Como se puede observar en la tabla, los componentes muestran impactos residuales No significativos y Poco significativos. Este escenario se logra siempre que las medidas de prevención y mitigación propuestas sean aplicadas en tiempo y forma; entre las medidas propuestas se tiene: el rescate de germoplasma de la especie *Guaicum coulteri*, el rescate y reubicación de las especies que perteneciente a la familia Cactaceae, el rescate y reubicación de herpetofauna, el ahuyentamiento de fauna y la capacitación ambiental a los trabajadores del proyecto.

Cuadro 20. Valorización. Escenario con medidas. Preparación del sitio. Categoría ecología

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	
ECOLOGÍA	Vegetación	Forestal	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	3	6	9	3	2	0	4	0.6667	0.1852	0.7187	0.40
			Desmante y despalme	3	4	4	1	2	0	4	0.4074	0.1111	0.4502	0.25
		No forestal	Instalación de obras provisionales	1	1	3	0	0	0	3	0.1852	0.0000	0.1852	0.12
			Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	2	6	9	1	2	0	3	0.6296	0.1111	0.6628	0.44
			Desmante y despalme	2	3	8	1	2	0	3	0.4815	0.1111	0.5222	0.35

	Fauna	Herpetofauna	Instalación de obras provisionales	4	1	3	1	1	0	4	0.2963	0.0741	0.3242	0.18
			Localización de estructuras	3	7	3	1	1	0	4	0.4815	0.0741	0.5083	0.28
			Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	5	7	8	1	1	0	4	0.7407	0.0741	0.7574	0.42
			Desmonte y despalde	5	4	8	1	1	0	4	0.6296	0.0741	0.6516	0.36
		Ornitofauna	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	3	7	8	2	1	0	3	0.6667	0.1111	0.6974	0.46
			Desmonte y despalde	2	4	8	1	1	0	3	0.5185	0.0741	0.5444	0.36
		Mastofauna	Instalación de obras provisionales	2	1	3	1	1	0	4	0.2222	0.0741	0.2484	0.14
			Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	4	7	8	1	1	0	4	0.7037	0.0741	0.7223	0.40
			Desmonte y despalde	3	7	8	0	0	0	4	0.6667	0.0000	0.6667	0.37
		Especies de importancia ecológica	Instalaciones provisionales	3	2	3	1	0	0	4	0.2963	0.0370	0.3100	0.17
			Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	4	7	8	1	0	0	4	0.7037	0.0370	0.7129	0.40
			Desmonte y despalde	4	4	8	1	0	0	4	0.5926	0.0370	0.6042	0.34
	Servicios ambientales	Captura de carbono	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	2	7	6	0	0	0	3	0.5556	0.0000	0.5556	0.37
			Desmonte y despalde	2	4	6	0	1	0	3	0.4444	0.0370	0.4580	0.31
		Regulación climática	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	2	3	6	0	1	0	3	0.4074	0.0370	0.4212	0.28
			Desmonte y despalde	2	3	6	0	1	0	3	0.4074	0.0370	0.4212	0.28
		Protección de biodiversidad	Instalación de obras provisionales	2	3	7	1	0	0	3	0.4444	0.0370	0.4580	0.31
			Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	2	4	6	1	0	0	3	0.4444	0.0370	0.4580	0.31
			Desmonte y despalde	1	3	5	1	0	0	3	0.3333	0.0370	0.3472	0.23
		Protección del suelo	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	4	7	6	0	0	0	3	0.6296	0.0000	0.6296	0.42
Desmonte y despalde			2	6	6	0	1	0	3	0.5185	0.0370	0.5313	0.35	

b) Contaminación ambiental

En esta etapa las medidas de mitigación se enfocan en la prevención y reducción de emisiones, de esta forma se observa que los impactos residuales serán en su mayoría No significativos.

Cuadro 21. Valorización. Escenario con medidas. Preparación del sitio. Categoría contaminación ambiental

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
CONTAMINACION AMBIENTAL	Suelo	Compactación	Desmonte y despalde	2	5	7	0	1	0	3	0.5185	0.0370	0.5313	0.35
		Residuos urbanos	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	2	6	5	0	0	0	5	0.4815	0.0000	0.4815	0.21
			Desmonte y despalde	2	4	5	0	0	0	5	0.4074	0.0000	0.4074	0.18
	Residuos sólidos peligrosos	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	1	1	5	0	0	0	5	0.2593	0.0000	0.2593	0.12	
	Atmósfera	Ruido diurno	Desmonte y despalde	2	4	5	0	0	0	5	0.4074	0.0000	0.4074	0.18
		Ruido nocturno	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	1	5	6	0	0	0	9	0.000	0.0000	0.000	0.0

		Desmante y despirme	1	5	6	1	0	0	9	0.000	0.000	0.00	0.0
	Calidad perceptible del aire	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	2	4	3	0	0	0	5	0.3333	0.0000	0.3333	0.15
		Desmante y despirme	2	4	2	0	0	0	5	0.2963	0.0000	0.2963	0.13

c) Aspectos estéticos

En general el paisaje visual actual del área del proyecto ya se encuentra muy modificado por la presencia de áreas agrícolas, caminos e infraestructura eléctrica, por lo que estas actividades de preparación del sitio generan muy pocos cambios al paisaje. En esta etapa los impactos pueden ser mitigados con actividades enfocadas a la reducción y prevención de la generación de residuos, correcto manejo de material de construcción y de las excavaciones, así como verificar que las superficies afectadas sean únicamente las requeridas por el proyecto.

Cuadro 22. Valorización. Escenario con medidas. Preparación del sitio. Categoría aspectos estéticos

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
ASPECTOS ESTÉTICOS	Paisaje	Fondo escénico	Instalación de obras provisionales	2	2	3	0	0	0	3	0.2593	0.0000	0.2593	0.17
			Desmante y despirme	2	4	5	0	0	0	3	0.4074	0.0000	0.4074	0.27
		Color	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje	3	4	7	0	0	0	2	0.5185	0.0000	0.5185	0.40
			Desmante y despirme	4	4	7	0	0	0	2	0.5556	0.0000	0.5556	0.43
		Actuaciones humanas	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	2	4	6	0	0	0	2	0.4444	0.0000	0.4444	0.35

d) Aspectos socioeconómicos

Los impactos encontrados en la subcategoría de economía “sin medidas” son de tipo positivo y no se contemplan medidas preventivas o de mitigación para este tipo de impacto, por lo que la significancia no cambia en este escenario. Únicamente se observa una reducción en el valor del impacto a la seguridad de la población y de los trabajadores, las medidas preventivas recomendadas son la instalación de señalamiento preventivo y la capacitación y vigilancia de las medidas de seguridad e higiene indicadas para cada tipo de actividad, entre otras.

Cuadro 23. Valorización. Escenario con medidas. Preparación del sitio. Categoría aspectos socioeconómicos

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO	Economía	Actividades comerciales	Localización de estructuras	2	5	1	0	0	0	0	0.2963	0.0000	0.2963	0.30
			Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	2	5	1	0	0	0	0	0.2963	0.0000	0.2963	0.30
			Desmante y despirme	2	6	1	0	0	0	0	0.3333	0.0000	0.3333	0.33

	Generación de empleos	Desmante y despalme	3	6	1	0	0	0	0	0.3704	0.0000	0.3704	0.37
Social	Seguridad de la población	Apertura de la brecha de maniobra y patrullaje	3	3	2	0	0	0	6	0.2963	0.0000	0.2963	0.10
	Seguridad de los trabajadores	Apertura de la brecha de maniobra y patrullaje	3	4	2	0	0	0	6	0.3333	0.0000	0.3333	0.11

V.3.2.2 Construcción

a) Ecología

En esta etapa también se presenta una reducción en la significancia de los impactos identificados previamente. De igual forma las actividades de mitigación que aportan algún beneficio a los componentes son las enfocadas en el rescate de herpetofauna y el rescate y protección de algunas especies vegetales importantes ecológicamente. De la misma forma se propone el correcto manejo del material producto de las excavaciones, así como la descompactación de las áreas utilizadas temporalmente.

Cuadro 24. Valorización. Escenario con medidas. Construcción. Categoría ecología

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
Servicios ambientales	Fauna	Herpetofauna	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	5	4	4	1	1	0	4	0.4815	0.0741	0.5083	0.28
			Habilitado de camino de acceso (subestación)	5	4	4	1	1	0	4	0.4815	0.0741	0.5083	0.28
		Ornitofauna	Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	3	6	5	2	1	0	2	0.5185	0.1111	0.5578	0.43
			Mastofauna	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	3	4	6	1	1	0	4	0.4815	0.0741	0.5083
		Habilitado de camino de acceso (subestación)		3	3	6	1	1	0	4	0.4444	0.0741	0.4720	0.26
		Especies de importancia ecológica	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	4	3	6	1	0	0	4	0.4815	0.0370	0.4947	0.27
	Habilitado de camino de acceso (subestación)		3	3	6	1	0	0	4	0.4444	0.0370	0.4580	0.25	
	Protección del suelo	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	3	3	6	0	0	0	3	0.4444	0.0000	0.4444	0.30	
		Limpieza general	2	3	4	0	1	0	3	0.3333	0.0370	0.3472	0.23	

b) Contaminación ambiental

En este caso los impactos aun sin medidas de mitigación ya se presentaban como Poco significativos ya que las emisiones o generación de residuos son puntuales en los frentes de trabajo y son temporales, por lo que, al aplicar las medidas de mitigación propuestas, estos impactos reducen aún más el valor de su significancia, como se observa en la tabla siguiente:

Cuadro 25. Valorización. Escenario con medidas. Construcción. Categoría contaminación ambiental

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	Agua	Transporte de sólidos	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	2	4	6	0	1	0	3	0.4444	0.0370	0.4580	0.31
	Suelo	Compactación	Sistema de tierras	1	2	6	0	1	0	3	0.3333	0.0370	0.3472	0.23
			Habilitado de camino de acceso (subestación)	2	3	6	0	0	0	3	0.4074	0.0000	0.4074	0.27
		Residuos urbanos	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	2	2	6	0	0	0	5	0.3704	0.0000	0.3704	0.16
			Montaje de estructuras	2	4	6	0	0	0	5	0.4444	0.0000	0.4444	0.20
			Sistema de tierras	2	2	4	0	0	0	5	0.2963	0.0000	0.2963	0.13
			Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	3	4	3	0	0	0	5	0.3704	0.0000	0.3704	0.16
			Habilitado de camino de acceso (subestación)	2	2	6	0	0	0	5	0.3704	0.0000	0.3704	0.16
			Cimentaciones (subestación)	3	4	6	0	0	0	5	0.4815	0.0000	0.4815	0.21
			Caseta de control. Barda, trincheras (subestación)	2	4	6	0	0	0	5	0.4444	0.0000	0.4444	0.20
			Instalación electromecánica	2	4	5	0	0	0	5	0.4074	0.0000	0.4074	0.18
			Limpieza general	2	4	5	0	0	0	5	0.4074	0.0000	0.4074	0.18
		Residuos sólidos peligrosos	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	1	1	4	0	0	0	5	0.2222	0.0000	0.2222	0.10
			Cimentación (LT)	1	1	4	0	0	0	5	0.2222	0.0000	0.2222	0.10
			Habilitado de camino de acceso (subestación)	1	1	4	0	0	0	5	0.2222	0.0000	0.2222	0.10
			Cimentación (subestación)	1	1	4	0	0	0	5	0.2222	0.0000	0.2222	0.10
	Atmósfera	Ruido diurno	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	2	4	3	0	0	0	5	0.3333	0.0000	0.3333	0.15
			Montaje de estructuras	2	3	2	0	0	0	5	0.2593	0.0000	0.2593	0.12
			Habilitado de camino de acceso (subestación)	2	4	2	0	0	0	5	0.2963	0.0000	0.2963	0.13
			Cimentación (subestación)	2	2	3	0	0	0	5	0.2593	0.0000	0.2593	0.12
		Ruido nocturno	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	2	3	4	0	0	0	9	0.03	0.0000	0.03	0.01
			Habilitado de camino de acceso (subestación)	2	3	4	1	0	0	9	0.03	0.0370	0.03	0.01
		Calidad perceptible del aire	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	2	4	2	0	0	0	5	0.2963	0.0000	0.2963	0.13
Habilitado de camino de acceso (subestación)			2	4	2	0	0	0	5	0.2963	0.0000	0.2963	0.13	

c) Aspectos estéticos

En esta etapa los impactos pueden ser mitigados en cierta forma con las actividades propuestas para la contaminación ambiental: enfocadas a la reducción y prevención de la generación de residuos, correcto manejo de material de construcción y de las excavaciones, así como verificar que las superficies afectadas sean únicamente las requeridas por el proyecto.

Cuadro 26. Valorización. Escenario con medidas. Construcción. Categoría aspectos estéticos

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
ASPECTOS ESTÉTICOS	Paisaje	Fondo escénico	Montaje de estructuras	4	6	7	0	0	0	2	0.6296	0.0000	0.6296	0.49
			Caseta de control. Barda, trincheras (subestación)	4	6	7	0	0	0	2	0.6296	0.0000	0.6296	0.49
		Color	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	3	4	7	0	0	0	2	0.5185	0.0000	0.5185	0.40
		Actuaciones humanas	Montaje de estructuras	3	5	7	0	0	0	2	0.5556	0.0000	0.5556	0.43
			Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	3	5	7	0	0	0	2	0.5556	0.0000	0.5556	0.43
			Caseta de control. Barda, trincheras (subestación)	3	3	7	0	0	0	2	0.4815	0.0000	0.4815	0.37

d) Aspectos socioeconómicos

De igual manera los impactos encontrados en esta etapa y en esta categoría de economía “sin medidas” son de tipo positivo y no se contemplan medidas preventivas o de mitigación para este tipo de impacto, por lo que la significancia no cambia en este escenario. Se puede observar, sin embargo, una reducción en el valor del impacto a la seguridad de la población y de los trabajadores; las medidas preventivas recomendadas son la instalación de señalamiento preventivo y la capacitación y vigilancia de las medidas de seguridad e higiene indicadas para cada tipo de actividad, entre otras.

Cuadro 27. Valorización. Escenario con medidas. Construcción. Categoría aspectos socioeconómicos

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	Economía	Actividades comerciales	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	3	5	3	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
			Sistema de tierras	3	5	3	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
			Habilitado de camino de acceso (subestación)	3	6	3	0	0	0	0	0.4444	0.0000	0.4444	0.44
			Caseta de control. Barda, trincheras (subestación)	3	4	3	0	0	0	0	0.3704	0.0000	0.3704	0.37
		Generación de empleos	Montaje de estructuras	3	5	3	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
			Caseta de control. Barda, trincheras (subestación)	3	5	3	0	0	0	0	0.4074	0.0000	0.4074	0.41
	Social	Seguridad de la población	Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	3	2	3	0	0	0	4	0.2963	0.0000	0.2963	0.16
			Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	4	2	3	0	0	0	5	0.3333	0.0000	0.3333	0.15
		Seguridad de los trabajadores	Montaje de estructuras	3	3	3	0	0	0	5	0.3333	0.0000	0.3333	0.15
			Tendido y tensado de cable de guarda y conductor	4	3	3	0	0	0	5	0.3704	0.0000	0.3704	0.16

V.3.2.3 Operación y mantenimiento**a) Ecología**

Se considera la aplicación de medidas preventivas y de mitigación similares a las propuestas en otras etapas como el rescate y reubicación de fauna en caso de llegar encontrarse algún individuo en la zona de trabajo, y verificar que únicamente se retire

vegetación dentro de la brecha de patrullaje. Para el grupo de aves se obtiene aún un impacto residual Significativo, aunque en la parte baja de la escala.

Cuadro 28. Valorización. Escenario con medidas. Operación y mantenimiento. Categoría ecología

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
ECOLOGÍA	Vegetación	Forestal	Mantenimiento de la brecha	3	5	7	0	1	0	3	0.5556	0.0370	0.5678	0.38
		No forestal	Mantenimiento de la brecha	4	5	7	0	0	0	3	0.5926	0.0000	0.5926	0.40
	Fauna	Herpetofauna	Mantenimiento de la brecha	4	5	7	1	0	0	3	0.5926	0.0370	0.6042	0.40
		Ornitofauna	Operación de la LT y SE	4	5	9	1	0	0	2	0.6667	0.0370	0.6768	0.53
		Mastofauna	Mantenimiento de la brecha	3	5	7	1	0	0	4	0.5556	0.0370	0.5678	0.32
		Especies de importancia ecológica	Mantenimiento de la brecha	4	5	7	1	0	0	4	0.5926	0.0370	0.6042	0.34

b) Contaminación ambiental

Las emisiones durante la operación y mantenimiento si bien se presentan durante toda la vida útil del proyecto, al tener un punto de generación fácilmente identificable son susceptibles de ser prevenidas y mitigadas con éxito, como se observa en la tabla siguiente:

Cuadro 29. Valorización. Escenario con medidas. Operación y mantenimiento. Categoría contaminación ambiental

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario			Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S	
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC		II
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	Suelo	Residuos urbanos	Operación de la LT y SE	2	5	9	0	0	0	5	0.5926	0.0000	0.5926	0.26
			Mantenimiento de la brecha	3	5	7	0	0	0	5	0.5556	0.0000	0.5556	0.25
			Mantenimiento de la LT y SE	3	5	7	0	0	0	5	0.5556	0.0000	0.5556	0.25
	Atmósfera	Ruido diurno	Operación de la LT y SE	1	3	9	0	0	0	5	0.4815	0.0000	0.4815	0.21
			Mantenimiento de la brecha	1	3	7	0	0	0	5	0.4074	0.0000	0.4074	0.18
			Mantenimiento de la LT y SE	1	3	7	0	0	0	5	0.4074	0.0000	0.4074	0.18
	Atmósfera	Ruido nocturno	Operación de la LT y SE	1	3	9	0	0	0	9	0.004	0.0000	0.004	0.01
			Mantenimiento de la brecha	2	3	7	0	0	0	9	0.004	0.0000	0.004	0.01
			Mantenimiento de la LT y SE	2	3	7	1	0	0	9	0.004	0.0370	0.004	0.01

c) Aspectos socioeconómicos

Los impactos económicos por la operación y mantenimiento del proyecto en un escenario “sin medidas” son de tipo positivo y no se contemplan medidas preventivas o de mitigación para este tipo de impacto, por lo que la significancia no cambia en este escenario “con medidas”. Lo que sí se puede ver es una reducción en el valor del impacto a la seguridad de los trabajadores; las medidas preventivas recomendadas son la capacitación y vigilancia de las medidas de seguridad e higiene indicadas para cada tipo de actividad, entre otras.

Cuadro 30. Valorización. Escenario con medidas. Operación y mantenimiento. Categoría aspectos socioeconómicos

CATEGORÍA	Subcategoría	IMPACTO AMBIENTAL		Criterios básicos			Criterios complementario				Índice básico	Índice complementario	Ind de Impacto	S
		Componente	Actividad	M	E	D	S	A	C	T	MED	SAC	II	
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	Economía	Disponibilidad de servicios urbanos	Operación de la LT y SE	6	7	8	0	0	0	0	0.7778	0.0000	0.7778	0.78
			Mantenimiento de la brecha	4	4	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
			Mantenimiento de la LT y SE	4	4	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
		Actividades comerciales	Operación de la LT y SE	2	5	9	0	0	0	0	0.5926	0.0000	0.5926	0.59
			Mantenimiento de la brecha	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
			Mantenimiento de la LT y SE	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56
	Generación de empleos	Operación de la LT y SE	3	5	9	0	0	0	0	0.6296	0.0000	0.6296	0.63	
		Mantenimiento de la brecha	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56	
		Mantenimiento de la LT y SE	3	5	7	0	0	0	0	0.5556	0.0000	0.5556	0.56	
	Social	Seguridad de los trabajadores	Mantenimiento de la brecha	3	5	7	0	0	0	5	0.5556	0.0000	0.5556	0.25
			Mantenimiento de la LT y SE	3	5	7	0	0	0	5	0.5556	0.0000	0.5556	0.25

V.4 RESULTADOS

Una vez analizados los componentes afectados por el proyecto dentro de dos escenarios probables: “con proyecto y sin medidas de mitigación” y “con proyecto y con medidas de mitigación” se obtuvo la significancia para cada impacto, recordando que para este proyecto se evaluaron 29 componentes de los cuales 25 resultaron afectados por las diferentes actividades del proyecto, lo que se traduce como un total de 124 impactos ambientales, tanto positivos como negativos.

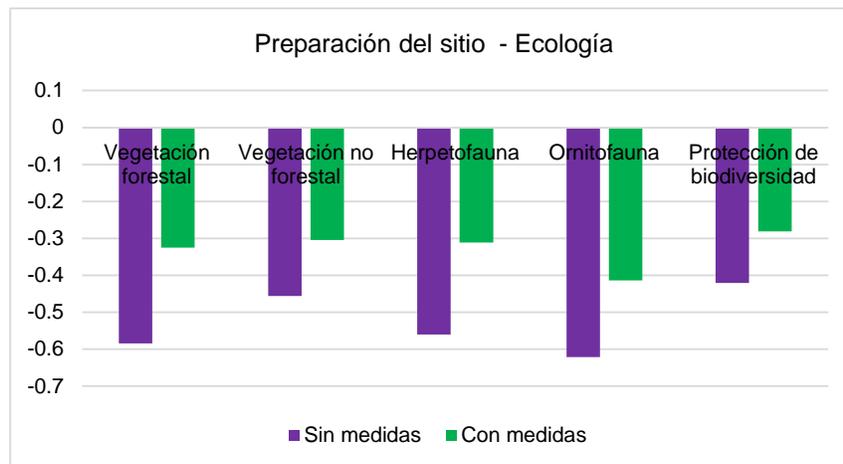
La significancia de los impactos mencionados se ha mostrado en las tablas anteriores clasificadas por etapa y por categoría ambiental, sin embargo, para facilitar su análisis y comparar fácilmente los escenarios propuestos se presentan la información concentrada en los cuadros siguientes.

a) Etapa de preparación del sitio

- Categoría: Ecología

La gráfica muestra que los impactos en esta categoría son negativos llegando a un valor Significativo; en un escenario “con medidas de mitigación y prevención” los impactos, ahora de tipo residual, son también negativos, pero se observa una reducción en el valor de la Significancia entrando en la categoría de Poco significativos.

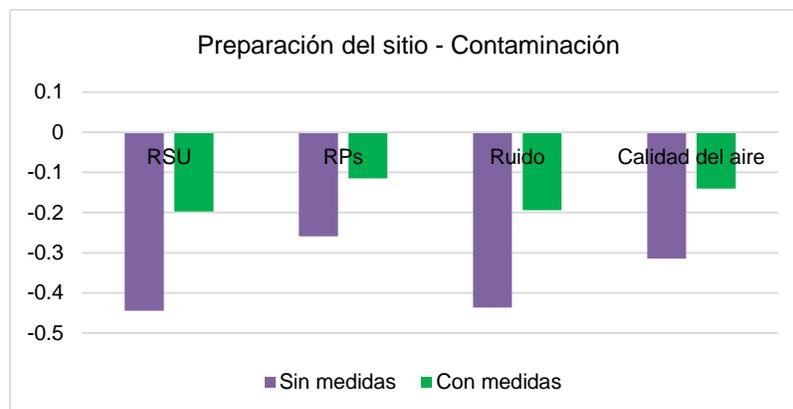
Entre las medidas propuestas se tiene: el rescate de germoplasma de la especie *Guaiaacum coulteri*, el rescate y reubicación de las especies que pertenecen a la familia Cactaceae, el rescate y reubicación de herpetofauna, el ahuyentamiento de fauna y la capacitación ambiental a los trabajadores del proyecto.



Gráfica 3. Comparación de escenarios. Preparación del sitio. Categoría ecología

- Categoría: Contaminación ambiental

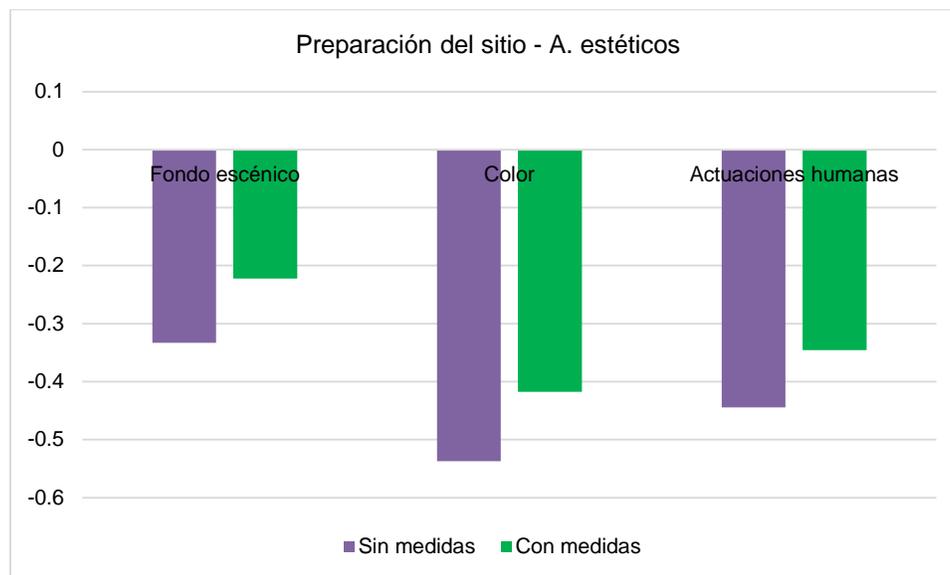
En esta categoría se observan los impactos negativos valorados como Poco significativos en un escenario “sin medidas”. La generación de residuos y emisiones en esta etapa tienen un origen puntual y su duración es corta, de manera que al aplicar las medidas preventivas propuestas se observa la reducción de la significancia hasta el rango de No significativo.



Gráfica 4. Comparación de escenarios. Preparación del sitio. Categoría contaminación ambiental

- Categoría: Aspectos estéticos

Los componentes estéticos como el fondo escénico, color y las actuaciones humanas sufrirán de modificaciones permanente y temporales por el proyecto, en esta etapa de preparación del sitio comienzan a notarse los cambios en el paisaje visual con la remoción de vegetación (tanto forestal como no forestal, puesto que en los dos casos proporcionan matices de color al paisaje) en algunas áreas, la introducción de maquinaria, equipo e instalaciones provisionales. Los impactos en esta categoría llegan a ser Significativos sin medidas de mitigación. en un escenario con medidas se logra disminuir un poco la significancia con las actividades relacionadas al manejo de residuos, de material de construcción, etc., de cualquier manera, la modificación al paisaje será permanente, aunque cabe mencionar que el SAR del proyecto presenta actuaciones humanas previas como parques eólicos, caminos y áreas agrícolas.

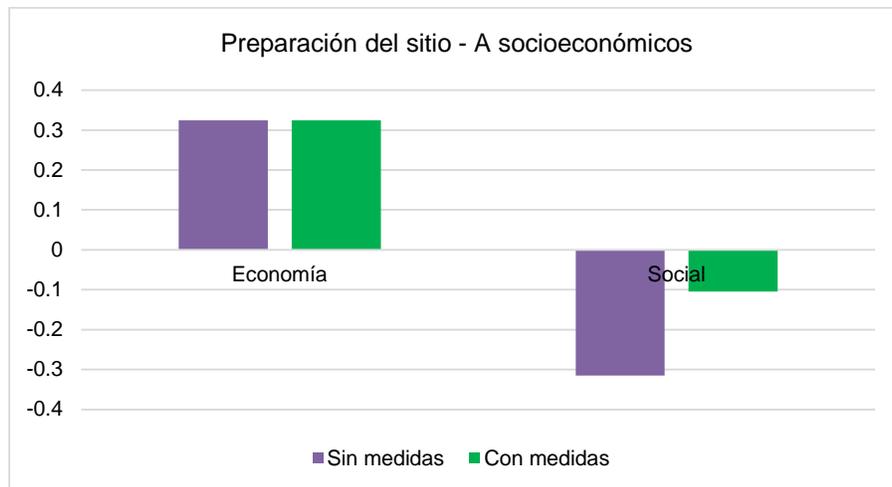


Gráfica 5. Comparación de escenarios. Preparación del sitio. Categoría aspectos estéticos

- Categoría: Aspectos socioeconómicos

Para los aspectos sociales y económicos se logran observar los impactos positivos que el proyecto puede generar. Aún sin medidas de mitigación se presentan impactos positivos como la generación de empleo y de actividades comerciales; estos impactos al no requerir mitigación presentan los mismos valores en un escenario con medidas.

En el área social se ubican, en un escenario sin medidas, probables impactos negativos referentes a la seguridad de la población, en el caso de la apertura de brecha de maniobra y patrullaje ya que se contempla la presencia de maquinaria y equipo en puntos donde la trayectoria de la LTE cruza con algunos caminos; así también se consideran probables impactos negativos referentes a la seguridad de los trabajadores, debido a los riesgos propios de las actividades de construcción a realizar. En este caso se observa la reducción del impacto con las apropiadas medidas preventivas en cuanto a seguridad e higiene en el área de trabajo.

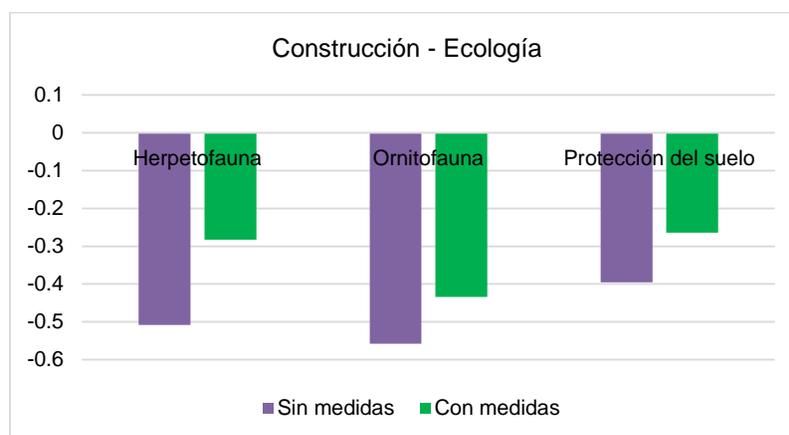


Gráfica 6. Comparación de escenarios. Preparación del sitio. Categoría aspectos socioeconómicos

b) Etapa de construcción

- Categoría: Ecología

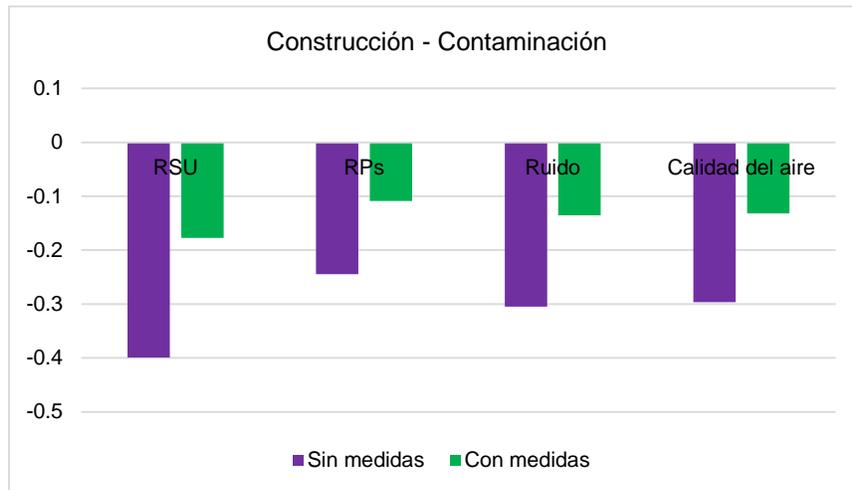
Las actividades de construcción presentan impactos negativos a la fauna ya que será modificado el hábitat de varias especies presentes en el área de estudio y de probable ocurrencia. Se pone especial atención al grupo de la herpetofauna donde fueron identificadas especies con alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de ser un grupo sensible a mínimos cambios en su hábitat; además también el grupo de las aves se verá afectado en esta etapa, al ser modificado su hábitat, y especialmente al ser este momento en donde se realiza el tendido de cables para la LTE, e instalaciones electromecánicas en general, es sabido que estas estructuras afectan a las aves, ya sea por colisión o por electrocución tanto en vuelo como al utilizar estos sitios como percha. Sin embargo, al observar el escenario “con medidas” se puede ver una reducción en la significancia del impacto, no puede descartarse por completo la posibilidad de colisiones u otros efectos por lo que el monitoreo es muy importante en el éxito de las medidas preventivas y de mitigación.



Gráfica 7. Comparación de escenarios. Construcción. Categoría ecología

- Categoría: Contaminación ambiental

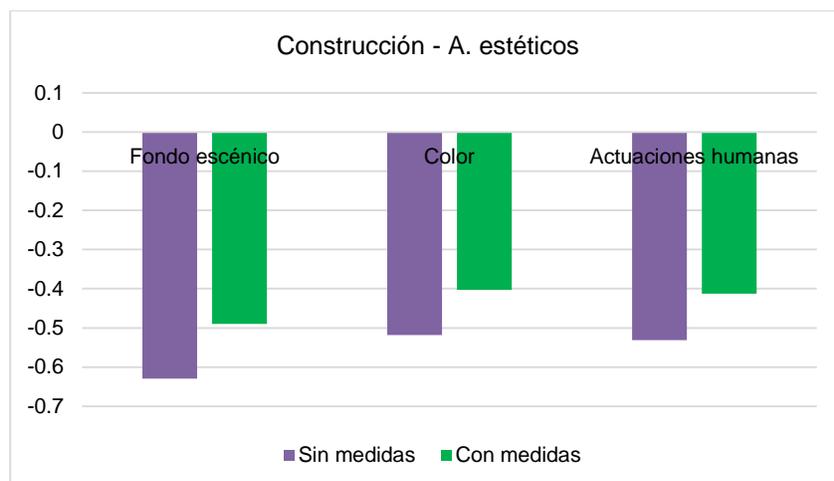
También en esta etapa se esperan emisiones contaminantes, como es la generación de residuos (RSU y RPs), emisión de ruido, de gases de combustión y de polvo. Como ya se ha mencionado, estas emisiones tienen puntos de generación concretos y duración corta por lo que, al aplicar las medidas de prevención adecuadas, la significancia del impacto se reduce hasta un valor de No significativo.



Gráfica 8. Comparación de escenarios. Construcción. Categoría contaminación ambiental.

- Categoría: Aspectos estéticos

Así como en la etapa anterior, los componentes estéticos sufrirán de modificaciones permanente y temporales por el proyecto. Los impactos en esta categoría llegan a ser Significativos sin medidas de mitigación a pesar de que el proyecto ya se ubica en una región con infraestructura de servicios (parques eólicos, líneas de transmisión, caminos, etc.). En un escenario con medidas se logra disminuir un poco la significancia con las actividades relacionadas al control y reducción de emisiones contaminantes, de cualquier manera, la modificación al paisaje será permanente.

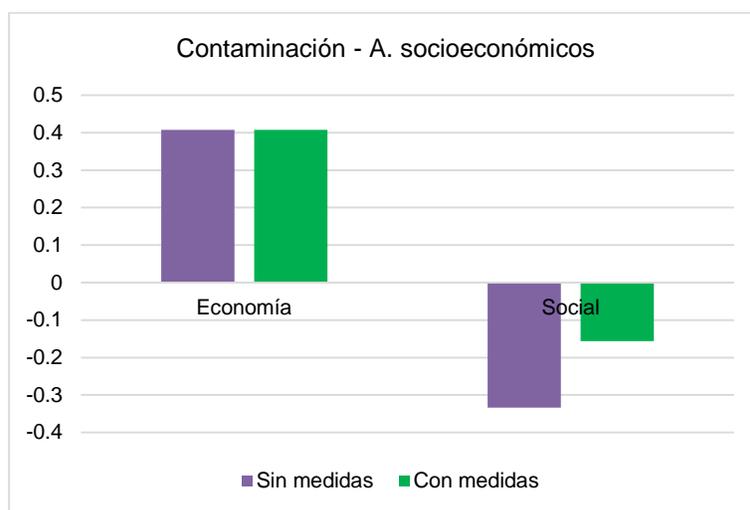


Gráfica 9. Comparación de escenarios. Construcción. Categoría aspectos estéticos.

- Categoría: Aspectos socioeconómicos

De la misma forma que la preparación del sitio, las actividades de construcción generan impactos positivos en el ámbito de la economía: como la generación de empleo y de actividades comerciales; estos impactos al no requerir mitigación presentan los mismos valores en un escenario con medidas.

En el área social se ubican, en un escenario sin medidas, probables impactos negativos referentes a la seguridad de la población, en el caso de la instalación de la LTE ya que se contempla la presencia de maquinaria y equipo en puntos donde la trayectoria de la LTE cruza con algunos caminos; así también se consideran probables impactos negativos referentes a la seguridad de los trabajadores. En este caso se observa la reducción del impacto con las apropiadas medidas preventivas en cuanto a seguridad e higiene en el área de trabajo.



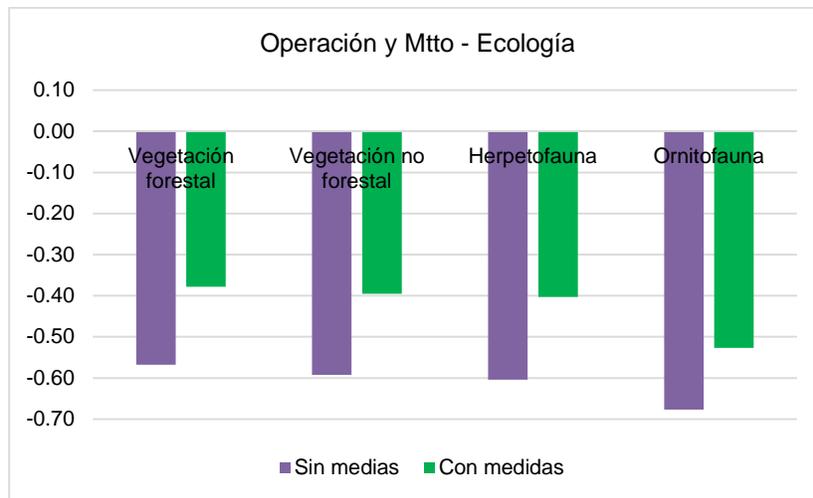
Gráfica 10. Comparación de escenarios. Construcción. Categoría aspectos socioeconómicos

c) *Etapa de Operación y mantenimiento*

- Categoría: Ecología

En esta etapa se considera más que nada a las actividades de mantenimiento, como las que pueden provocar un impacto a los componentes como fauna y vegetación; estas actividades se realizan de forma periódica a lo largo de la vida útil del proyecto, y en un escenario sin medidas pueden llegar a afectar a especies de fauna y vegetación que debieran ser respetadas. En otro caso se observa el efecto de la LTE (principalmente) sobre las aves, como ya se ha descrito éstas pueden colisionar con los cables o tratar de percharse en los cables y postes, llegando a electrocutarse. Ya que no se puede omitir la posibilidad de que ocurran estos eventos, aún en un escenario “con medidas” se observa como un impacto residual negativo, aunque con una reducción en su significancia.

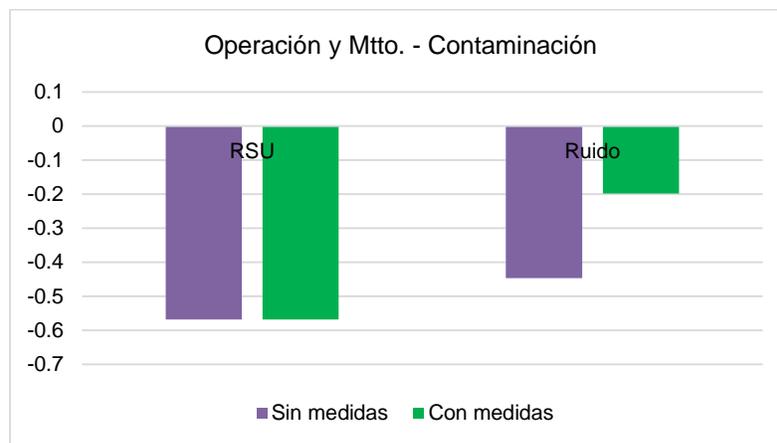
Así como se menciona anteriormente, en un escenario donde se apliquen medidas preventivas y de mitigación, los impactos reducen la significancia hasta Poco significativos en algunos casos.



Gráfica 11. Comparación de escenarios. Operación y mantenimiento. Categoría ecología.

- Categoría: Contaminación ambiental

En la operación y mantenimiento también se espera la generación de residuos de manera periódica a lo largo de la vida útil del proyecto, de manera que sin medidas de mitigación alcanzan un valor de impacto Significativo. En un escenario con medidas de mitigación las emisiones pueden ser reducidas de manera óptima ya que los puntos de generación son predecibles, y aunado a esto un correcto manejo y control de las emisiones podrá mitigar su efecto.

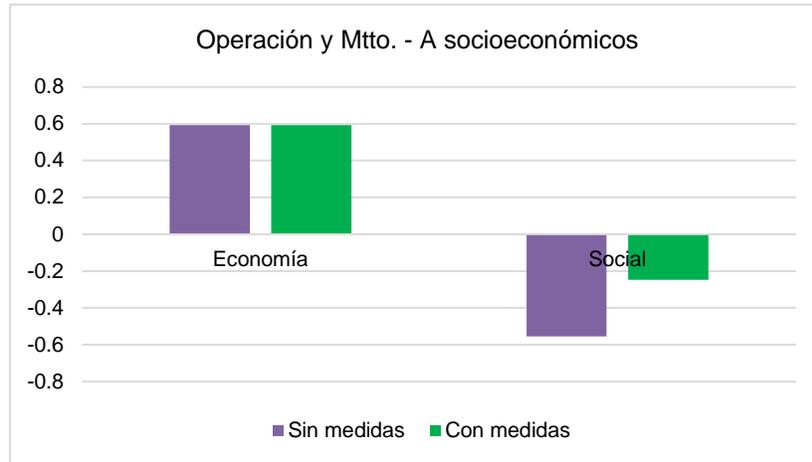


Gráfica 12. Comparación de escenarios. Operación y mantenimiento. Categoría contaminación ambiental

- Categoría: Aspectos socioeconómicos

Durante la etapa de Operación y mantenimiento se observan los impactos positivos en el ámbito económico dentro del SAR del proyecto generando empleos tanto temporales como permanentes y promoviendo las actividades económicas. Se observa el cumplimiento del objetivo del proyecto que es transmitir toda la energía eléctrica que se genere en los parques eólicos de los auto abastecedores e interconectarla a la SE Ixtepec Potencia para su incorporación a la red del sistema eléctrico nacional.

En el ámbito de la subcategoría social los impactos considerados son de tipo negativo y Poco significativo y se deben al riesgo en la seguridad de los trabajadores al realizar las actividades de mantenimiento de la brecha de patrullaje y también de la línea de transmisión y subestaciones. Riesgos que pueden ser prevenidos y minimizados con la capacitación adecuada y constante en cuanto a seguridad e higiene en los frentes de trabajo.



Gráfica 13. Comparación de escenarios. Operación y mantenimiento. Categoría aspectos socioeconómicos

CAPITULO VI

**ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE
IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y
RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	2
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	4
VI.1.1 Etapa de Preparación del sitio	5
VI.1.1.1 Ecología	5
VI.1.1.2 Contaminación ambiental	12
VI.1.1.4 Aspectos socioeconómicos	14
VI.1.2 Etapa de Construcción	15
VI.1.2.1 Ecología	15
VI.1.2.1 Contaminación ambiental	18
VI.1.2.4 Aspectos socioeconómicos	21
VI.1.3 Etapa de Operación y mantenimiento	22
VI.1.3.1 Ecología	22
VI.1.3.2 Contaminación ambiental	24
VI.1.3.4 Aspectos socioeconómicos	24
VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	25
VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS	28

Índice de cuadros

Cuadro 1. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca	4
Cuadro 2. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Vegetación	5
Cuadro 3. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Fauna	7
Cuadro 4. Listado de especies herpetofaunísticas registradas en la zona de la LT y el SAR	7
Cuadro 5. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Fauna (Continuación)	10
Cuadro 6. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Servicios ambientales	11
Cuadro 7. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Suelo	12
Cuadro 8. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Aire	13
Cuadro 9. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Paisaje	14
Cuadro 10. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Social	14
Cuadro 11. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Vegetación	15
Cuadro 12. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Fauna	16
Cuadro 13. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Fauna (Continuación)	17
Cuadro 14. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Servicios ambientales	17
Cuadro 15. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Suelo	18
Cuadro 16. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Agua	19
Cuadro 17. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Aire	20
Cuadro 18. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Paisaje	21
Cuadro 19. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Social	21
Cuadro 20. Operación y mantenimiento. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Vegetación	22
Cuadro 21. Operación y mantenimiento. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Fauna	23
Cuadro 22. Operación y mantenimiento. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Suelo	24
Cuadro 23. Operación y mantenimiento. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Aire	24
Cuadro 24. Operación y mantenimiento. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Social	24
Cuadro 25. Programa de seguimiento y monitoreo	26
Cuadro 26. Valoración de actividades de rescate y reubicación de flora	28
Cuadro 27. Valoración d actividades de reforestación	29
Cuadro 28. Costos estimados para ejecutar las medidas de mitigación de herpetofauna	30
Cuadro 29. Información para fijar montos de fianza	30

Índice de figuras

- Figura 1. Especies de herpetofauna registradas en campo y referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 A: *Lithobates forreri* Pr (Sujeta a protección Especial); B: *Ctenosaura pectinata* A (Amenazada); C: *Kinosternon scorpioides* Pr. 8
- Figura 2. Parte del equipo de campo básico para el muestreo directo de anfibios y reptiles. 9
- Figura 3. Sitios potenciales para la liberación de herpetofauna rescatada por la ejecución del proyecto. 10
- Figura 4. Ejemplo de algunas especies de aves observadas durante los muestreos volando cerca de los tendidos eléctricos. A: *Aramus guarauna*; B: *Geranoaetus albicaudatus*; C: *Tachycineta bicolor*. 16
- Figura 5. Vista superior del arreglo (tresbolillo) de los espirales desviadores de vuelo para aves. . 16

VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

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 L.T. SET – Ixtepec Potencia y SE.SET realizado en el capítulo V, se presentan las medidas y acciones a seguir para prevenir, mitigar o compensar los efectos negativos que generará el proyecto durante estas diferentes etapas.

Las medidas propuestas en este capítulo, se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la identificación y evaluación de impactos realizada en el capítulo V; donde se obtuvieron impactos negativos Significativos para el componente de Vegetación, Fauna, Suelo y Paisaje.

Cabe destacar que el conjunto de medidas de prevención y mitigación propuestas para cada factor ambiental se encuentran en función de los impactos que sobre estos generará la obra, por lo que se considera lo siguiente:

- Las medidas de prevención, mitigación, compensación, remediación o rehabilitación, son propuestas con base en los impactos Significativos y las actividades de mayor efecto del proyecto, que se detectaron durante la evaluación de interacciones en la matriz de identificación de impactos.
- La ejecución de las medidas propuestas, pueden aplicarse antes, durante y después de la obra.

Así también para la propuesta de estas medidas de prevención y mitigación se considera el hecho de que el sistema ambiental regional delimitado para el proyecto, su Área de Influencia y, por lo tanto, el propio proyecto, incide en las UGAs 01, 02, 014, 018 y 055 determinadas por el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca, por lo que se observan los criterios de Regulación ecológica aplicables al proyecto, sus etapas y actividades.

Cuadro 1. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca

Características	UGA				
	UGA 01	UGA 02	UGA 14	UGA 18	UGA 55
Política	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento sustentable	Aprovechamiento sustentable	Protección
Uso recomendado	Agrícola, acuícola, ganadería	Apícola, acuícola, ganadería	Turismo, Ecoturismo	Ecoturismo, turismo	Ecoturismo

Uso condicionado	Industria, minería, industria eólica, asentamientos humanos	Industria, agrícola, industria eólica	Apícola, industria, minería, acuícola, industria eólica	Agrícola, ganadería, acuícola, minería, industria eólica	Forestal, apícola
Uso No recomendado	Apícola, ecoturismo, turismo	Ecoturismo, turismo	Sin dato	Apícola, industria	Turismo, industria
Sin aptitud	Forestal	Asentamientos Humanos, forestal, minería	Agrícola, asentamientos humanos, forestal, ganadería	Asentamientos humanos, forestal	Agrícola, acuícola, asentamientos humanos, ganadería, industria eólica, minería.

El tipo de medidas que se manejan en este capítulo se define brevemente como sigue:

- Medidas preventivas (Pr). Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
- Medidas de remediación (Re). Estas acciones tienen como fin contrarrestar los efectos negativos provocados por las actividades del proyecto.
- Medidas de rehabilitación (Rh). Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto para conservar la estructura y funcionalidad del SAR.
- Medidas de compensación (Cm). Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
- Medidas de reducción (Rd). Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema serán mínimos.

VI.1.1 Etapa de Preparación del sitio

VI.1.1.1 Ecología

Cuadro 2. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Vegetación

Vegetación
<p><u>Actividad:</u> No se deberán afectar áreas fuera de las autorizadas, evitando también afectar directa e indirectamente áreas aledañas, estableciendo claramente los límites de las áreas a afectar sobre los caminos de acceso y en áreas de maniobra.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-059-SEMARNAT-2010</p>
<p><u>Actividad:</u> Programa de rescate y reubicación de flora. (Consultar Programa anexo)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rescate de ejemplares pequeños y germoplasma de: <i>Guaiacum coulteri</i>

▪ **Rescate de ejemplares de:**

Bromelia pinguin

Acanthocereus tetragonus

Opuntia decumbens

Opuntia karwinskiana

Pachycereus pecten-aboriginum

Pilosocereus chrysacanthus

Tipo de medida: Reducción y prevención

Responsable: Supervisor ambiental (Biólogo)

Duración: Dependiente de la planeación en campo

Recursos: Material para recolecta individuos y germoplasma

Vinculación: NOM-059-SEMARNAT-2010

Actividad: Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la brecha de maniobras establecida para el proyecto

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: Ninguno, sólo la supervisión de las actividades

Vinculación: --

Actividad: Utilizar áreas sin vegetación para las instalaciones provisionales.

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: Ninguno

Vinculación: --

Actividad: Prohibir el uso de químicos y fuego para realizar el desmonte

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: Ninguno

Vinculación: --

Actividad: Sólo se realizará el desmonte a matarrasa 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.

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental (Biólogo) y residente de obra

Recursos: Se recomienda utilizar equipo menor para el desmonte.

Vinculación: --

Actividad: Pláticas ambientales. Sensibilizar al personal que laborará en la obra por medio de pláticas a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna. 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 por parte del licitante ganador (supervisadas por la Promovente) que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal. El personal deberá ser instruido para evitar depositar en el suelo, cauces, escurrimientos y cuerpos de agua; basura, residuos o cualquier sustancia que pudiera constituir un contaminante

Tipo de medida: Preventiva

Responsable: Empresa constructora, Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: Material para capacitación.

Vinculación: ---

Actividad: 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

Tipo de medida: Preventiva

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Vinculación: --

Cuadro 3. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Fauna

Fauna
<u>Actividad:</u> Rescate de herpetofauna
<u>Tipo de medida:</u> Reducción
<u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)
<u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción
<u>Recursos:</u> Material para manejo de individuos
<u>Vinculación:</u> NOM-059-SEMARNTA-2010

Rescate y reubicación de herpetofauna. Los anfibios y reptiles por sus lentos desplazamientos e instinto a refugiarse de forma inmediata ante los disturbios, suelen ser los grupos más impactados en actividades de cambio de uso de suelo (total o parcial), por lo que se propone su rescate y reubicación de ser aprobado el proyecto. Durante los muestreos se registraron nueve especies en la zona de la LT y SE, y otras nueve en el SAR, pero en las cercanías a la LT (tabla 4). No obstante, es posible que haya algunas otras especies (ver anexo 3 de especies de probable ocurrencia) en la zona por lo que se tiene que poner una mayor atención durante estas actividades, principalmente con aquellas especies que se encuentran referidas en la NOM-059-SEMARNTA-2010.

Cuadro 4. Listado de especies herpetofaunísticas registradas en la zona de la LT y SE y el SAR

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNTA-2010
Anfibios	Bufonidae	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado	---
		<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante	---
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	---
	Ranidae	<i>Lithobates forreri</i>	Rana leopardo de Forrer	Pr
Reptiles	Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Anolis	---
	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	A
	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	---
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	---
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus edwardtaylori</i>	Lagartija espinosa del Istmo de Tehuantepec	---
<i>Sceloporus</i>		Lagartija espinosa de cola	---	

	<i>siniferus</i>	<i>larga</i>	
	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol del Pacífico	---
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppei</i>	Huico siete líneas	---
	<i>Aspidoscelis guttata</i>	Huico mexicano	---
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	---
Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra	---
	<i>Coluber mentovarius</i>	Culebra chirrionera neotropical	---
	<i>Stenorrhina freminvillii</i>	Culebra alacranera de sangre	---
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pecho quebrado escorpión	Pr



Figura 1. Especies de herpetofauna registradas en campo y referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
 A: *Lithobates forreri* Pr (Sujeta a protección Especial); B: *Ctenosaura pectinata* A (Amenazada); C: *Kinosternon scorpioides* Pr.

Rescate. Primeramente, el rescate debe ser realizado al menos por dos especialistas (biólogos-herpetólogos) con amplia capacidad en el manejo e identificación de las distintas especies de la región. En la práctica, la búsqueda de ejemplares se realizará antes y después del cambio de uso de suelo a través de recorridos exhaustivos, poniendo particular atención en todos los microhábitats posibles, ya que las especies suelen ocupar infinidad de microambientes para alimentarse o refugiarse, desde troncos de árboles, rocas y cuerpos de agua, hasta madrigueras de mamíferos o simplemente bajo el suelo cavando pequeños huecos que van tapando a su paso, como suelen hacer algunos sapos.

Para los anfibios el método de rescate es manual, mediante el uso de redes, guantes de látex o con las manos desnudas, pero libres de productos químicos como cremas, aceites, bloqueadores solares, perfumes, etc. Cada ejemplar debe colocarse en un recipiente de plástico cerrado, pero bien aireado, para evitar la pérdida de humedad, además de colocarse siempre en sitios sombreados para evitar muertes por calor excesivo.

En el caso de los reptiles, los ejemplares serán capturados de manera manual. De acuerdo a la especie que se trate, su manipulación será mediante el uso de guantes, a mano desnuda o con ganchos y pinzas herpetológicas. Es muy probable que se encuentren serpientes venenosas, de manera que éstas deben ser siempre manipuladas a través del uso de pinzas y ganchos herpetológicos. Todos los ejemplares serán colocados de manera individual en sacos de tela (manta) los cuales se mantendrán cerrados y bien identificados con el nombre de la especie que le corresponda para evitar

accidentes. Los sacos con ejemplares se irán colocando en recipientes grandes sin crear grandes acumulaciones, a excepción de las serpientes venenosas que deberán ser transportadas de manera individual tanto en un saco de tela como en un recipiente de plástico, bien asegurado. Dichos recipientes pueden ser cubetas o cajas con tapadera, pero bien aireada, ya sea de plástico o madera y se mantendrán siempre en la sombra para evitar muertes innecesarias.



Figura 2. Parte del equipo de campo básico para el muestreo directo de anfibios y reptiles.

Ya que algunas especies de reptiles y anfibios son de hábitos fosoriales, o bien, pasan la época de secas enterradas hasta que las condiciones son más favorables, será sumamente importante establecer una cuadrilla de rescate durante las actividades de despalme.

Reubicación. Las zonas ideales para realizar la reubicación de los ejemplares rescatados deben ser aquellas con características ambientales muy similares o de mejor calidad a las de los sitios de captura. Para este tipo de proyectos no existe una distancia mínima de los sitios de reubicación, pero si es importante que exista una buena conectividad con otras áreas forestales (preferentemente una conexión continua de hábitats adecuados) para que se pueda promover la dispersión de los individuos liberados. Es fundamental también que las liberaciones no se hagan en sitios muy cercanos a carreteras ya que puede haber riesgo de atropellamientos. Será fundamental que la liberación de los ejemplares se realice durante las mañanas y en sitios sombreados. Todo el proceso de rescate y reubicación debe ser documentado mediante fotografías o videos, además de llevar una bitácora con la información básica de cada ejemplar rescatado y liberado. Es primordial que no se realicen numerosas liberaciones en un solo sitio en específico, por el contrario, tendrán que utilizar numerosos puntos de liberación espacial, con ello se evitará la sobrepoblación de una pequeña área, y por ende las interacciones de competencia no se verían afectadas de manera significativa. En el caso de las tortugas, éstas tienen que liberarse en cuerpos de agua. Algunas áreas adecuadas para la liberación de los ejemplares rescatados se sugieren en el siguiente mapa.

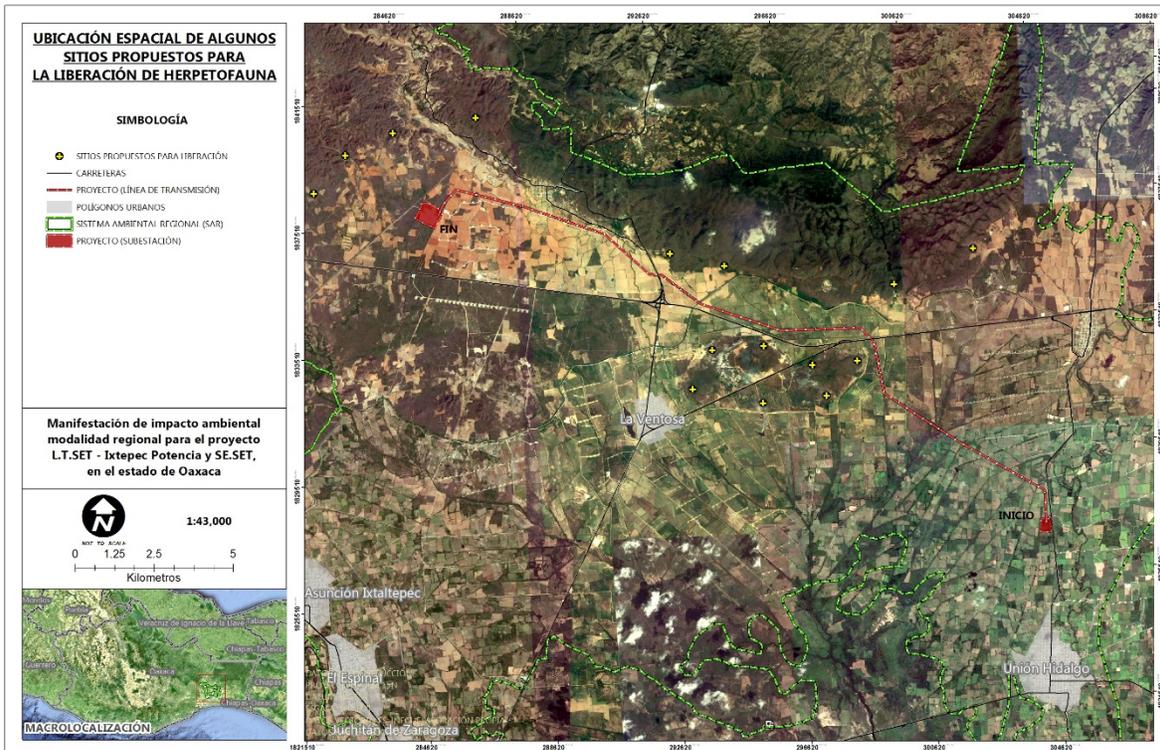


Figura 3. Sitios potenciales para la liberación de herpetofauna rescatada por la ejecución del proyecto.

Cuadro 5. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Fauna (Continuación)

Fauna
<p>Actividad: Revisión de nidos activos. Se deberá realizar una revisión en el área sujeta a cambio de uso de suelo, en dado caso de que se lleguen a encontrar nidos sin actividad reproductiva, estos deberán ser destruidos de inmediato, para evitar esta actividad se recomienda realizar el cambio de uso de suelo durante la temporada seca.</p> <p>Tipo de medida: Reducción</p> <p>Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p>Recursos: Material para avistamiento</p> <p>Vinculación: --</p>
<p>Actividad: Ahuyentamiento de mamíferos. Se deberá realizar actividades que alejen a los organismos que lleguen observarse, únicamente en el caso de que alguno sea renuente para alejarse del área de trabajo se deberán colocar trampas Sherman o Tomahawk para capturarlos y reubicarlos en sitios de similares o mejores condiciones ambientales dentro del sistema ambiental regional delimitado, pero que se encuentren a una distancia de 500 metros del proyecto.</p> <p>Tipo de medida: Reducción</p> <p>Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p>Recursos: Trampas, guantes, material para manejo de individuos.</p> <p>Vinculación: --</p>
<p>Actividad: 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</p>

NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: Capacitación ambiental

Vinculación: NOM-059-SEMARNAT-2010, UGA 55 C-7

Actividad: 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.

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental (Biólogo) y residente de obra.

Recursos: capacitación y supervisión.

Vinculación: --

Actividad: 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.

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Empresa constructora, Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: Ninguno, planeación de la actividad.

Vinculación: --

Cuadro 6. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Servicios ambientales

Servicios ambientales

Actividad: No se deberán afectar áreas fuera de las autorizadas, evitando también afectar directa e indirectamente áreas aledañas, estableciendo claramente los límites de las áreas a afectar sobre los caminos de acceso y en áreas de maniobra.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental (Biólogo)

Recursos: ninguno

Vinculación:--

Actividad: 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 10 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.

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: Supervisión

Vinculación: --

Actividad: Los residuos vegetales generados 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 estructuras, en forma perpendicular al drenaje superficial.

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: Herramienta menor para reducción de tamaño del material y supervisión.

Vinculación: --

Actividad: En caso de que los propietarios de los predios soliciten las materias primas forestales, la Promovente solicitara las guías para el aprovechamiento legal ante de la Delegación de SEMARNAT.

Tipo de medida: Compensación

Responsable: Supervisor ambiental y promovente.

Recursos: ninguno

Vinculación: --

Actividad: Las instalaciones para al almacén de combustibles, lubricantes y residuos peligrosos deben contar con piso impermeable y extintor. Colocar estas instalaciones en áreas sin vegetación, se sugiere localizar espacios para este fin en las áreas con asentamiento humanos cercanos. Realizar una disposición adecuada de los RSU utilizando contenedores separados para cada tipo de residuo. (*Ver acciones para el Suelo.*)

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental

Recursos: Material para construcción del almacén: madera, malla, hule, concreto para el piso; extintor, lámina de cartón u otro para techar, etc.

Vinculación: Art 83 del Reglamento de la LGPGIR;

VI.1.1.2 Contaminación ambiental

Cuadro 7. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Suelo

Contaminación del suelo
<p><u>Actividad:</u> 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</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Compensación</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Actividad:</u> Las instalaciones para al almacén de combustibles, lubricantes y residuos peligrosos deben contar con piso impermeable y extintor. Colocar estas instalaciones en áreas sin vegetación, se sugiere localizar espacios para este fin en las áreas con asentamiento humanos cercanos. El sitio de almacenamiento temporal de RP's estará cubierto de la intemperie y ventilado, y localizado de tal manera que se eviten la transferencia de contaminantes al ambiente, se garantice la seguridad de las personas y se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Recursos:</u> Material para construcción del almacén: madera, malla, hule, concreto para el piso; extintor, lámina de cartón u otro para techar, etc.</p> <p><u>Vinculación:</u> Art 82 del Reglamento de la LGPGIR; UGA 1,2,14, 18 y 55 C-15</p>
<p><u>Actividad:</u> El almacenamiento temporal de residuos peligrosos, se hará en tambos de 200 l, separándolos de acuerdo a sus características, para evitar la mezcla de residuos incompatibles que pudiera derivar en fugas, derrames, explosiones o incendios. Cada tambor será etiquetado con el nombre del residuo que contenga, sus características de peligrosidad (CRETIB) y la fecha</p>

de ingreso al almacén. Los residuos peligrosos no deberán permanecer en el almacén temporal por un periodo mayor a 6 meses.

Tipo de medida:

Responsable: Supervisor ambiental

Recursos: Material para construcción del almacén: madera, malla, hule, concreto para el piso; extintor, lámina de cartón u otro para techar, etc.

Vinculación

Actividad: Colocar contenedores rotulados para la disposición de residuos urbanos en los frentes de trabajo y área de oficinas y almacenes; estos residuos deben ser llevados al sitio de disposición final autorizados por el municipio. El personal deberá ser instruido para evitar depositar en el suelo, cauces, escurrimientos y cuerpos de agua; basura, residuos o cualquier sustancia que pudiera constituir un contaminante

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental

Recursos: Contenedores rotulados para residuos urbanos

Vinculación: LGPGIR; UGA 55 C-10, 1,2,14, 18 y 55 C-15

Cuadro 8. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Aire

Contaminación del aire
<p><u>Actividad:</u> Utilizar maquinaria y vehículos en buenas condiciones de operación a fin de minimizar la emisión de gases. Además, se recomienda mantenerlas en constante mantenimiento y chequeo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de maquinaria</p> <p><u>Recursos:</u> Programación de actividades de chequeo y mantenimiento</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006.</p>
<p><u>Actividad:</u> Realizar mantenimiento preventivo a vehículos, para minimizar la emisión de ruido mayor a los límites permitidos en la normatividad correspondiente; en caso de otra maquinaria o equipo se tomaría como base esta misma normatividad.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de maquinaria</p> <p><u>Recursos:</u> Supervisión</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-080-SEMARNAT-1994, Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido" (SEDUE, 1989)</p>
<p><u>Actividad:</u> Prohibir realizar cualquier tipo de actividad durante la noche.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Recursos:</u> Supervisión</p> <p><u>Vinculación:</u> Art. 155 y 156 de la LGEEPA</p>

VI.1.1.3 Aspectos estéticos

Cuadro 9. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Paisaje

Paisaje
<p><u>Actividad:</u> No se deberán afectar áreas fuera de las autorizadas, evitando también afectar directa e indirectamente áreas aledañas, estableciendo claramente los límites de las áreas a afectar sobre los caminos de acceso y en áreas de maniobra.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u>--</p>
<p><u>Actividad:</u> 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 10 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.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Recursos:</u> Supervisión</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Actividad:</u> Colocar contenedores rotulados para la disposición de residuos urbanos en los frentes de trabajo y área de oficinas y almacenes; estos residuos deben ser llevados al sitio de disposición final autorizados por el municipio.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Recursos:</u> Contenedores rotulados para residuos urbanos</p> <p><u>Vinculación:</u> LGPGIR; UGA 55 C-10, 1,2,14, 18 y 55 C-15</p>

VI.1.1.4 Aspectos socioeconómicos

Cuadro 10. Preparación del sitio. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Social

Social
<p><u>Actividad:</u> Dar prioridad al contrato de trabajadores de las poblaciones cercanas.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Compensación</p> <p><u>Responsable:</u> Empresa constructora y supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Para todas las actividades del proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Actividad:</u> Proveer al personal con equipo de protección personal y capacitación en medidas de seguridad e higiene. De acuerdo con el mapa de riesgos de inundación del POERTEO, se deberán acatar las recomendaciones y criterios que a tal efecto establezca el sistema de Protección Civil.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure la obra</p>

Recursos: cascos, guantes, tapones para oídos, casacas, etc., dependiendo de la actividad a realizar

Vinculación: NOM-017-STPS-2001, UGA 1, 14 y 18 C-31

Actividad: Instalación de sanitarios portátiles.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Duración: Todo el tiempo que dure la obra

Recursos: contratación de empresa local para este servicio

Vinculación: Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio ambiente del Trabajo

VI.1.2 Etapa de Construcción

VI.1.2.1 Ecología

Cuadro 11. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Vegetación

Vegetación
<p><u>Actividad:</u> No se deberán afectar áreas fuera de las autorizadas, evitando también afectar directa e indirectamente áreas aledañas, estableciendo claramente los límites de las áreas a afectar sobre los caminos de acceso y en áreas de maniobra.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Actividad:</u> Programa de rescate y reubicación de flora. (Consultar Programa anexo)</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción y prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)</p> <p><u>Duración:</u> Dependiente de la planeación en campo</p> <p><u>Recursos:</u> Material para recolecta individuos y germoplasma</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Actividad:</u> Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la brecha de maniobras establecida para el proyecto</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno, sólo la supervisión de las actividades</p> <p><u>Vinculación:</u></p>
<p><u>Actividad:</u> Pláticas ambientales. Sensibilizar al personal que laborará en la obra por medio de pláticas a fin de evitar o disminuir daños a la flora y a la fauna. Dicha sensibilización se realizará creando y difundiendo información relativa a las medidas de protección ambiental que deberán observar durante su participación en la obra.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Preventiva</p> <p><u>Responsable:</u> Empresa constructora, Supervisor ambiental y residente de obra</p> <p><u>Recursos:</u> Material para capacitación.</p> <p><u>Vinculación:</u> UGA 55 C-10</p>
<p><u>Actividad:</u> 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>

Tipo de medida: Preventiva

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Vinculación: --

Cuadro 12. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Fauna

Fauna
<u>Actividad:</u> Implementación de elementos visuales en el tendido eléctrico
<u>Tipo de medida:</u> Reducción
<u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)
<u>Recursos:</u> espirales desviadores de vuelo (EDV)
<u>Vinculación:</u> NOM-059-SEMARNAT-2010

Implementación de elementos visuales en el tendido eléctrico

Se ha reportado que los accidentes de colisión frecuentemente son mayores que los accidentes por electrocución. Los accidentes por colisión son más frecuentes en especies gregarias, en vuelos crepusculares, en reacciones de huida de las bandadas, etc. Se ha detectado también que la mayoría de colisiones se producen en los cables de guarda en líneas de alta tensión. Resulta que la mayoría de las aves en condiciones de baja visibilidad detectan los conductores a poca distancia y al intentar evitarlos con un sobrevuelo, se encuentran con el cable de guarda, que es de un grosor mucho menor y por tanto menos visible que los conductores (Ferrer-Baena, 2012).

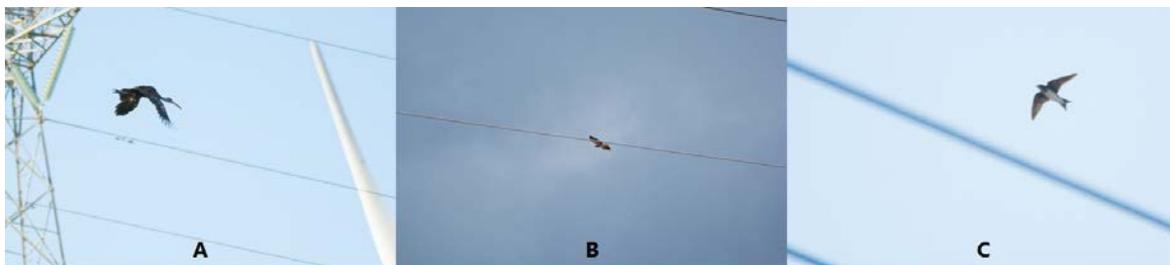


Figura 4. Ejemplo de algunas especies de aves observadas durante los muestreos volando cerca de los tendidos eléctricos. A: *Aramus guarauna*; B: *Geranoaetus albicaudatus*; C: *Tachycineta bicolor*.

Se ha descubierto que la implementación de espirales desviadores de vuelo (EDV) de color amarillo o rojo en los cables de guarda reduce considerablemente la incidencia de colisión (De la Zerda y Rosselli, 2003). Su colocación debe ser a tresbolillo a una distancia de 10 metros para dar una impresión visual de mayor densidad. Para identificar la posible implementación de esta medida se propone un programa de monitoreo de ornitofauna para el proyecto una vez que comience la etapa de operación.

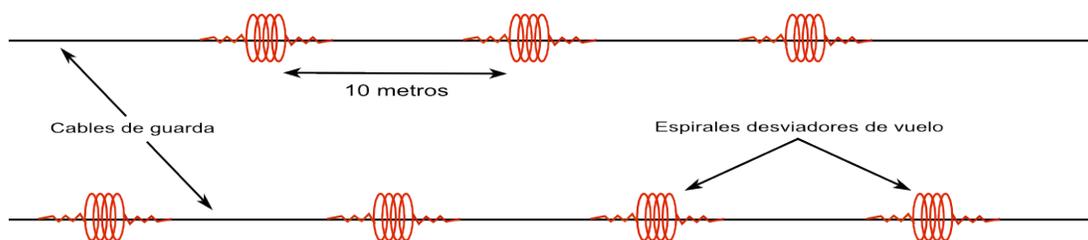


Figura 5. Vista superior del arreglo (tresbolillo) de los espirales desviadores de vuelo para aves.

Cuadro 13. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Fauna (Continuación)

Fauna
<p><u>Actividad:</u> Rescate de herpetofauna <u>Tipo de medida:</u> Reducción <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo) <u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción <u>Recursos:</u> Material para manejo de individuos <u>Vinculación:</u> NOM-059-SEMARNAT-2010</p>
<p><u>Actividad:</u> Ahuyentamiento de mamíferos. Se deberá realizar actividades que alejen a los organismos que lleguen observarse, únicamente en el caso de que alguno sea renuente para alejarse del área de trabajo se deberán colocar trampas Sherman o Tomahawk para capturarlos y reubicarlos en sitios de similares o mejores condiciones ambientales dentro del sistema ambiental regional delimitado, pero que se encuentren a una distancia de 500 metros del proyecto. <u>Tipo de medida:</u> Reducción <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra <u>Recursos:</u> Trampas, guantes, material para manejo de individuos. <u>Vinculación:</u> NOM-059-SEMARNAT-2010</p>
<p><u>Actividad:</u> 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. <u>Tipo de medida:</u> Prevención <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de obra <u>Recursos:</u> Capacitación ambiental <u>Vinculación:</u> UGA 55 C-9</p>

Cuadro 14. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Servicios ambientales

Servicios ambientales
<p><u>Actividad:</u> No se deberán afectar áreas fuera de las autorizadas, evitando también afectar directa e indirectamente áreas aledañas, estableciendo claramente los límites de las áreas a afectar sobre los caminos de acceso y en áreas de maniobra. <u>Tipo de medida:</u> Prevención <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo) <u>Recursos:</u> ninguno <u>Vinculación:</u>--</p>
<p><u>Actividad:</u> Las instalaciones para al almacén de combustibles, lubricantes y residuos peligrosos deben contar con piso impermeable y extintor. (<i>Ver acciones para Suelo</i>) El sitio de almacenamiento temporal estará cubierto de la intemperie y ventilado, y localizado de tal manera que se eviten la transferencia de contaminantes al ambiente, se garantice la seguridad de las personas y se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo <u>Tipo de medida:</u> Prevención</p>

Responsable: Supervisor ambiental

Recursos: Material para construcción del almacén: madera, malla, hule, concreto para el piso; extintor, lámina de cartón u otro para techar, etc.

Vinculación: Art 83 del Reglamento de la LGPGIR;

Actividad: Colocar contenedores rotulados para la disposición de residuos urbanos en los frentes de trabajo y área de oficinas y almacenes; estos residuos deben ser llevados al sitio de disposición final autorizados por el municipio.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental

Recursos: Contenedores rotulados para residuos urbanos

Vinculación: LGPGIR; UGA 55 C-10, UGA 1,2,14, 18 y 55 C-15

VI.1.2.1 Contaminación ambiental

Cuadro 15. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Suelo

Contaminación del suelo
<p><u>Actividad:</u> 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</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Compensación</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Operación de la línea</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Actividad:</u> Las actividades de mantenimiento de maquinaria y vehículos deberá realizarse en talleres instalados en las localidades cercanas, de ninguna forma deberán realizarse en el área de proyecto.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y empresa constructora</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u> UGA 1,2,14, 18 y 55 C-15</p>
<p><u>Actividad:</u> 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> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención y reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y empresa</p> <p><u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> herramienta menor</p> <p><u>Vinculación:</u> --</p>
<p><u>Actividad:</u> 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</p>

almacén

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental

Duración: Preparación del sitio y construcción

Recursos: herramienta menor

Vinculación: --

Actividad: Colocar contenedores rotulados para la disposición de residuos urbanos en los frentes de trabajo y área de oficinas y almacenes; estos residuos deben ser llevados al sitio de disposición final autorizados por el municipio.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental

Duración: Preparación del sitio y construcción

Recursos: Contenedores rotulados para residuos urbanos

Vinculación: LGPGIR; UGA 55 C-10, UGA 1,2, 14, 18 y 55 C-13, C-14

Actividad: Para la disposición temporal de los residuos peligrosos se debe contar con un almacén temporal que tenga las características indicadas en el art. 83 del Reglamento de la LGPGIR, además los recipientes o tambos para su almacén.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental

Duración: Preparación del sitio y construcción

Recursos: Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo

Vinculación: LGPGIR

Actividad: Los RP's como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc., deberán ser depositados en los recipientes indicados en el almacén temporal, y entregados posteriormente a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su manejo y disposición. Opcionalmente el promovente podrá transportar los residuos peligrosos en vehículos propios a un centro de acopio autorizado, en viajes de no más de 200kg.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental

Duración: Preparación del sitio y construcción

Recursos: Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo

Vinculación: LGPGIR, NOM-054-SEMARNAT-1993

Actividad: Remover el suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles y/o aceites, y depositarlos en los contenedores para RP's

Tipo de medida: Remediación

Responsable: Supervisor ambiental

Duración: Etapa de construcción

Recursos: Herramienta menor

Vinculación: Art. 69 LGPGIR, NOM-138-SEMARNAT/SS-2003; UGA 55 C-10

Cuadro 16. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Agua

Contaminación del agua

Actividad: Programación de las actividades de construcción evitando la temporada de lluvia, con

el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Empresa constructora y promovente

Duración: Etapa previa a la obra

Recursos: Ninguno

Vinculación: NOM-001-SEMARNAT-1996. UGA 55 C-10, UGA 1,2, 14, 18 y 55 C-13, C-14

Actividad: Durante la construcción de las estructuras de soporte de la línea de transmisión se evitará colocar cimentaciones dentro de arroyos intermitentes para no obstruir el flujo de las corrientes naturales

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: ninguno. Planeación previa.

Vinculación: UGA 1,2, 14, 18 y 55 C-14

Actividad: Instalar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. En caso de no existir en la región el servicio de préstamo de renta de sanitarios o la inaccesibilidad del sitio no lo permita, se construirán letrinas temporales y fosa séptica.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: Contratación de empresa arrendadora de sanitarios.

Vinculación: NOM-001-SEMARNAT-1996, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, UGA 1,2, 14, 18 y 55 C-15, C14

Actividad: Pláticas ambientales. Sensibilizar al personal que laborará en la obra por medio de pláticas a fin de evitar en todo momento arrojar o depositar en cauces, escurrimientos, cuerpos receptores y zonas federales: basura, materiales, lodos y/o desechos que, por efecto de disolución o arrastre, pudieran contaminar las aguas de los cuerpos receptores.

Tipo de medida: Preventiva

Responsable: Empresa constructora, Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: Material para capacitación.

Vinculación: UGA 55 C-10

Cuadro 17. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Aire

Contaminación del aire

Actividad: Utilizar maquinaria y vehículos en buenas condiciones de operación a fin de minimizar la emisión de gases. Además, se recomienda mantenerlas en constante mantenimiento y chequeo.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental y residente de maquinaria

Duración: Etapas de preparación del sitio y construcción

Recursos: Programación de actividades de chequeo y mantenimiento

Vinculación: NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006. UGA 1,2, 14, 18 y 55 C-13

Actividad: Evitar llenar los camiones de acarreo de material hasta su máxima capacidad y de ser necesario cubrirlos con lona y humedecer el material

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Duración: Etapa de preparación del sitio y construcción

Recursos: Supervisión

Vinculación: UGA 1,2, 14, 18 y 55 C-13

Actividad: Realizar mantenimiento preventivo a vehículos de acarreo, para minimizar la emisión de ruido mayor a los límites permitidos en la normatividad correspondiente; en caso de otra maquinaria o equipo se tomaría como base esta misma normatividad.

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental y residente de maquinaria

Duración: Preparación del sitio y construcción

Recursos: Supervisión

Vinculación: NOM-080-SEMARNAT-1994, Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido” (SEDUE, 1989), UGA 1,2, 14, 18 y 55 C-13

Actividad: preferentemente evitar realizar cualquier tipo de actividad durante la noche.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Duración: Etapas de preparación del sitio y construcción

Recursos: Supervisión

Vinculación: Art. 155 y 156 de la LGEEPA

VI.1.2.3 Aspectos estéticos

Cuadro 18. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría de Paisaje

Paisaje
<p><u>Actividad:</u> No se deberán afectar áreas fuera de las autorizadas, evitando también afectar directa e indirectamente áreas aledañas, estableciendo claramente los límites de las áreas a afectar sobre los caminos de acceso y en áreas de maniobra.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u></p>
<p><u>Actividad:</u> Manejo adecuado de residuos urbanos y residuos peligrosos (sólidos y líquidos)</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Duración:</u> Todas las etapas del proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> Herramienta menor, contenedores, almacenes</p> <p><u>Vinculación:</u> Art. 69 LGPGIR</p>

VI.1.2.4 Aspectos socioeconómicos

Cuadro 19. Construcción. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Social

Social
<p><u>Actividad:</u> Contar con un botiquín de emergencias con el material necesario e indispensable para</p>

la protección y curación del personal; así como identificar el centro de salud más cercano a los frentes de obra.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental

Duración: Todo el tiempo que dure la obra

Recursos: Material de curación básico

Vinculación: Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio ambiente del Trabajo

Actividad: Dar prioridad al contrato de trabajadores de las poblaciones cercanas.

Tipo de medida: Compensación

Responsable: Empresa constructora y supervisor ambiental

Duración: Para todas las actividades del proyecto

Recursos: Ninguno

Vinculación: --

Actividad: Proveer al personal con equipo de protección personal y capacitación en medidas de seguridad e higiene. De acuerdo con el mapa de riesgos de inundación del POERTEO, se deberán acatar las recomendaciones y criterios que a tal efecto establezca el sistema de Protección Civil.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Duración: Todo el tiempo que dure la obra

Recursos: cascos, guantes, tapones para oídos, casacas, etc., dependiendo de la actividad a realizar

Vinculación: NOM-017-STPS-2001, UGA 55 C-10, UGA 1, 14 y 18 C-31

Actividad: 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.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Empresa contratista

Duración: Vida útil del proyecto

Recursos: Material para señalización

Vinculación: --

VI.1.3 Etapa de Operación y mantenimiento

VI.1.3.1 Ecología

Cuadro 20. Operación y mantenimiento. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Vegetación

Vegetación
<p><u>Actividad:</u> Acciones de Reforestación (Consultar anexo).</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Rehabilitación y compensación</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)</p> <p><u>Recursos:</u> plantas para reforestación, material y equipo para manejo de la planta</p> <p><u>Vinculación:</u> UGA 55 C-7</p>
<p><u>Actividad:</u> Durante las actividades de mantenimiento de la LTE, no se deberán afectar áreas</p>

fuera de las autorizadas, evitando también afectar directa e indirectamente áreas aledañas.

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental (Biólogo)

Recursos: ninguno

Vinculación: --

Actividad: Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la brecha de maniobras establecida para el proyecto

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: Ninguno, sólo la supervisión de las actividades

Vinculación: --

Actividad: Prohibir el uso de químicos y fuego para realizar la limpieza de la brecha de patrullaje

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Duración: Mientras se haga el desmonte

Recursos: Ninguno

Vinculación: --

Actividad: Se respetará la vegetación que no represente un obstáculo para la operación de la línea. Se responsabilizará al contratista de cualquier ilícito en el que incurra él o sus trabajadores

Tipo de medida: Preventiva

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Vinculación: --

Cuadro 21. Operación y mantenimiento. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Fauna

Fauna

Actividad: 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.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Duración: Todas las etapas

Recursos: Capacitación ambiental

Vinculación: UGA 55 C-7

Actividad: 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.

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental (Biólogo) y residente de obra

Duración: Preparación del sitio y construcción.

Recursos: capacitación y supervisión.

Vinculación: --

Actividad: Monitoreo de aves

Tipo de medida: Reducción

Responsable: Supervisor ambiental (Biólogo) y residente de obra

Recursos: material y equipo para monitoreo.

Vinculación --

VI.1.3.2 Contaminación ambiental

Cuadro 22. Operación y mantenimiento. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Suelo

Contaminación del Suelo
<p><u>Actividad:</u> No se deberán afectar áreas fuera de las autorizadas, evitando también afectar directa e indirectamente áreas aledañas, estableciendo claramente los límites de las áreas a afectar sobre los caminos de acceso y en áreas de maniobra.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental (Biólogo)</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Vinculación:</u>--</p>
<p><u>Actividad:</u> Manejo adecuado de residuos urbanos y residuos peligrosos (sólidos y líquidos)</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Reducción</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p> <p><u>Recursos:</u> Herramienta menor, contenedores, almacenes</p> <p><u>Vinculación:</u> Art. 69 LGPGIR, UGA 55 C-10</p>

Cuadro 23. Operación y mantenimiento. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Aire

Contaminación del aire
<p><u>Actividad:</u> Utilizar maquinaria y vehículos en buenas condiciones de operación a fin de minimizar la emisión de gases. Además, se recomienda mantenerlas en constante mantenimiento y chequeo.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y residente de maquinaria</p> <p><u>Recursos:</u> Programación de actividades de chequeo y mantenimiento</p> <p><u>Vinculación:</u> NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006.</p>

VI.1.3.4 Aspectos socioeconómicos

Cuadro 24. Operación y mantenimiento. Actividades de prevención y mitigación para la subcategoría Social

Social
<p><u>Actividad:</u> Contar con un botiquín de emergencias con el material necesario e indispensable para la protección y curación del personal; así como identificar el centro de salud más cercano a los frentes de obra.</p> <p><u>Tipo de medida:</u> Prevención</p>

Responsable: Supervisor ambiental

Recursos: Material de curación básico

Vinculación: Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio ambiente del Trabajo

Actividad: Dar prioridad al contrato de trabajadores de las poblaciones cercanas.

Tipo de medida: Compensación

Responsable: Empresa constructora y supervisor ambiental

Recursos: Ninguno

Vinculación: --

Actividad: Proveer al personal con equipo de protección personal y capacitación en medidas de seguridad e higiene. De acuerdo con el mapa de riesgos de inundación del POERTEO, se deberán acatar las recomendaciones y criterios que a tal efecto establezca el sistema de Protección Civil.

Tipo de medida: Prevención

Responsable: Supervisor ambiental y residente de obra

Recursos: cascos, guantes, tapones para oídos, casacas, etc., dependiendo de la actividad a realizar

Vinculación: NOM-017-STPS-2001, UGA 55 C-10, UGA 1, 14 y 18 C-31

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Dentro de las estrategias de mitigación y prevención de impactos, se considera indispensable que durante las etapas de instalación del proyecto se cuente con por lo menos un profesional especialista como supervisor ambiental que a su vez cuente con el apoyo de profesionales sectoriales: asesor en manejo de fauna, flora y asesor en aspectos socioeconómicos con el fin de supervisar que las actividades propuestas como medidas de mitigación sean llevadas a cabo correctamente y en los tiempos planeados, que se coordinen de las acciones del personal que participa en la construcción, así como su capacitación, desde la óptica ambiental; y en su momento se tenga la capacidad de toma de decisiones en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se han previsto y/o que se detecten impactos que por su naturaleza no sean perceptibles en etapas previas.

Por lo tanto, el equipo de profesionales será responsable de la vigilancia y seguimiento del desarrollo de las diferentes actividades contempladas en las de acciones de rescate y reubicación flora, las actividades de rescate y reubicación de herpetofauna, de proporcionar capacitación ambiental y de seguridad e higiene, lo cual está diseñado para mitigar o prevenir los impactos identificados en diversos factores ambientales previendo un pronóstico ambiental amigable hacia el SAR en estudio.

Será necesario que dicho equipo realice sus trabajos con la suficiente antelación a la ejecución de las tareas por parte del contratista, a fin de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como facilitar la evaluación de los impactos reales, para adoptar y de ser necesario modificar las medidas de mitigación propuestas para el proyecto.

VI.2.1 Programa de seguimiento y monitoreo

En el caso de este proyecto, el objetivo de la vigilancia y control es verificar si durante el desarrollo del mismo se cumple con las disposiciones de las leyes y reglamentos

aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y normas oficiales mexicanas aplicables.

Por otra parte, el programa permitirá cuantificar impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación.

El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte mensual: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- Memoria fotográfica: El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- Reporte final: Este se deberá elaborar en manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, del seguimiento, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el rescate y reubicación de flora.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de fauna.
- Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica)

La siguiente tabla, pretende proporcionar una base para la organización de actividades a realizar de acuerdo a la calendarización de la instalación del proyecto y de acuerdo a lo establecido en las diferentes actividades de mitigación propuestas. Sin embargo, el supervisor ambiental debe analizar el conjunto de actividades a realizar y modificar o ajustar la programación presentada.

Cuadro 25. Programa de seguimiento y monitoreo

Programación de	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OP Y MTTTO
-----------------	-----------------------	--------------	------------

actividades propuestas de mitigación	Instalación de obras provisionales	Localización de estructuras	Apertura de brecha de maniobra y patrullaje (permanente)	Desmonte y despalle	Excavaciones, plantilla, acero de refuerzo	Cimentaciones (LT)	Montaje de estructuras	Sistema de tierras	Tendido y tensado de cable guarda y cable conductor	Habilitado de camino de acceso (subestación)	Cimentaciones (subestación)	Caseta de control, barda, trincheras (subestación)	Insta. Electromecánicas (subestación)	Limpieza general	Pruebas preoperativas	Operación de LT y SE	Mto. De la brecha	Mto. De la línea
No se deberán afectar áreas fuera de las autorizadas																		
Programa de rescate y reubicación de flora																		
Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la brecha de maniobras																		
Utilizar áreas sin vegetación para las instalaciones provisionales																		
Prohibir el uso de químicos y fuego para realizar el desmonte																		
Pláticas ambientales																		
Se respetará la vegetación que no represente un obstáculo para el proyecto																		
Rescate de herpetofauna																		
Revisión de nidos activos																		
Ahuyentamiento de mamíferos																		
No se permitirá la cacería, captura y comercialización con especies silvestres de flora y fauna																		
Instalación adecuada de almacenes temporales																		
Colocar contenedores rotulados para la disposición de residuos urbanos																		
Mantenimiento a vehículos y maquinaria																		
Prohibir realizar cualquier tipo de actividad durante la noche																		
Dar prioridad al contrato de trabajadores de las poblaciones cercanas																		
Contar con un botiquín para emergencias																		
Proveer al personal con equipo de protección personal																		
Proveer al personal con capacitación en medidas de seguridad e higiene																		
Instalación de sanitarios portátiles																		
Implementación de elementos visuales en el tendido eléctrico																		
Permitir el crecimiento de vegetación herbácea en la brecha de patrullaje																		
Remover el suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles y/o aceites																		
Manejo adecuado de residuos urbanos y residuos peligrosos																		
Colocar señales de riesgo y/o precaución para la población																		

material para vivero)		
Especialista botánico	1 (1 año)	\$72 000
	TOTAL	\$ 128, 841.47

- **Acciones de reforestación**

Considerando una densidad mínima de planta de 855 plantas/ha en base a lo que dispone la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2015), la cual establece la cantidad de individuos a utilizar para la reforestación en zonas Áridas y semiáridas (vegetación afín al ecosistema dominante en la zona SBC), y considerando un 30% extra para reposición; para ello se tomó en cuenta la superficie de vegetación afectar (25.42 ha) por las actividades a realizar. En total se requieren 21,734 plantas, más el 30% (6,520), dando un total de 28,254 plantas

Cuadro 27. Valoración de actividades de reforestación

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Adquisición de la planta (1m)	Unidad	28,254	15.00	\$423,810.00
Coordinador (Biólogo/Forestal) (1)	Mes	12	\$18,000.00	\$216,000.00
Auxiliar (1)	Mes	12	\$10,000.00	\$120,000.00
Jornalero (10)	Día	360	\$2,500.00	\$900,000.00
Camioneta pick Up	Unidad	1	\$180,000.00	\$180,000.00
Insumos transporte	Día	360	\$950.00	\$342,000.00
Cámara fotográfica digital de lentes intercambiables (Canon T5)	Unidad	3	\$15,000.00	\$45,000.00
GPS (Garmin etrex 30)	Unidad	3	\$3,500.00	\$10,500.00
Pilas recargables	Par	3	\$620.00	\$1,860.00
Computadora portátil	Unidad	2	\$14,000.00	\$28,000.00
Papelería	Paquete	8	\$4,500.00	\$36,000.00
Transporte de planta	jornales	6	\$150.00	\$900.00
Plantación	jornales	40	\$150.00	\$6,000.00
Fertilización	jornales	40	\$150.00	\$6,000.00
Riego de auxilio	jornales	20	\$150.00	\$3,000.00
Deshierbe y limpias	jornales	50	\$150.00	\$7,500.00
Paquete herramientas para excavación (pico o talacho, pala cuadrada, hacha, lima triangular, machete, azadón, etc. (incluye material para vivero)	-	-	-	\$110,000.00
Agua (pipas de 1800 L)	-	20.00	\$2,500.00	\$50,000.00
Imprevistos	-	-	-	\$25,000.00
Total				\$2,511,570.00

- **Rescate y reubicación de herpetofauna**

Cuadro 28. Costos estimados para ejecutar las medidas de mitigación de herpetofauna

Concepto	Unidades	Precio unitario	Costo (M.N)
Ganchos herpetológicos	2	\$400.00	\$800.00
Pinzas herpetológicas	2	\$1,000.00	\$2,000.00
Ligas gruesas	2 paquetes de 20 piezas c/u	\$70.00	\$140.00
Sacos de manta de diversos tamaños	>20	\$50.00	\$1,000.00
Contenedores de plástico para anfibios	>20	\$50.00	\$1,000.00
Cubetas con tapa perforada	5	\$100.00	\$500.00
GPS	4	\$3,000.00	\$12,000.00
Equipo fotográfico	4	\$15,000.00	\$60,000.00
Binoculares	2	\$2,000.00	\$4,000.00
Especialistas (herpetólogos)	2 (2 meses)	\$18,000.00	\$72,000.00
TOTAL			153,440.00.

Nota. El costo de los espirales desviadores de vuelo está incluido como parte de los costos de instalación de la LT.

El siguiente cuadro muestra una base para establecer un monto de fianza de acuerdo a las actividades propuestas como medidas de mitigación y prevención de los impactos ambientales que la instalación del proyecto puede ocasionar.

Cuadro 29. Información para fijar montos de fianza

Concepto	Monto (M.N)
Rescate y reubicación de flora (plantas y germoplasma)	\$ 128, 841.47
Reforestación	\$ 2,511,570.00
Rescate y reubicación de herpetofauna	\$153, 400.00.
Ejecución y supervisión de las medidas de mitigación enlistadas en la MIA-R	\$ 52, 909.50
TOTAL	\$ 2,846,720.97

CAPITULO VII

PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	2
VII.1 PRONÓSTICOS DEL ESCENARIO	3
VII.1.1 Ponderación de factores ambientales	3
VII.2 Conclusiones generales de la MIA-R	10

Índice de cuadros

Cuadro 1. Criterios considerados para el factor vegetación	5
Cuadro 2. Criterios considerados para el factor fauna silvestre	5
Cuadro 3. Criterios considerados para el factor suelo	5
Cuadro 4. Criterios considerados para el factor paisaje	6
Cuadro 5. Escala de calidad ambiental y sus rangos de valores	6
Cuadro 6. Resultados de calidad ambiental	7

Índice de gráficas

Gráfica 1. Resultados comparativos para los cuatro factores evaluados en tres escenarios.	10
-------------------------------------------------------------------------------------------	----

VII PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 PRONÓSTICOS DEL ESCENARIO

VII.1.1 Ponderación de factores ambientales

a) Introducción

La construcción de infraestructura, como caminos y carreteras, presas, además del tendido eléctrico, puede afectar la superficie remanente y la continuidad de la vegetación natural. Los efectos negativos de estos tipos de obras pueden ser variados y de diferente intensidad, según las dimensiones de cada obra, sin embargo, se pueden citar los siguientes: 1) pérdida y alteración de los ecosistemas; 2) fragmentación de zonas remanentes de vegetación natural; 3) formación de obstáculos para la migración de algunas especies de fauna silvestre con una alta susceptibilidad de atropellamientos (SEMARNAT, 2012).

La deforestación progresiva trae consigo el aumento de la heterogeneidad espacial, la fragmentación y las características de borde en un paisaje forestal. La fragmentación se refiere a la división de la continuidad espacial de las áreas de bosque en parches aislados que se encuentran separados por un tipo de cobertura de suelo, como las tierras agrícolas, que se le denomina comúnmente como matriz. A nivel de parche, la fragmentación provoca un incremento en la cantidad de borde y un aislamiento del parche, así como una reducción de su tamaño. Esto a su vez, provoca un mayor aislamiento de las poblaciones o de las especies individuales, lo que puede reducir la viabilidad poblacional a través de sus efectos en procesos ecológicos clave, tales como la dispersión. La fragmentación es la principal causa de pérdida de la biodiversidad (Newton y Tejedor, 2011).

Por otro lado, la restauración del paisaje forestal es un proceso a largo plazo que permite rehabilitar la funcionalidad ecológica y mejorar el bienestar humano, utilizando una variedad de usos de la tierra y diversas especies arbóreas. Este proceso requiere una buena planificación y la adaptación local de un abanico de opciones de restauración (FAO, 2017).

b) Metodología

Para evaluar la calidad ambiental de la superficie del proyecto (correspondiente a la línea de transmisión y subestaciones), se planteó una metodología que se basa en los métodos de ponderación de toma de decisiones (Tavella y col., 2014; Jiménez-Caldera, 2016), pero adaptada a las características del presente proyecto; así entonces, la evaluación se realizó en tres escenarios con la finalidad de identificar el posible impacto ambiental que podría generar la instalación del proyecto. Los escenarios son: 1) condición ambiental sin proyecto; 2) condición ambiental con proyecto y sin medidas de mitigación; y 3) condición ambiental con proyecto y con medidas de mitigación. Para evaluar este último escenario se hizo una revisión del capítulo VI de esta MIA-R y se consideraron las medidas de mitigación, prevención y compensación para la asignación de los valores.

Resumen de las medidas ambientales contempladas en la siguiente evaluación de acuerdo con el capítulo VI de la presente MIA-R:

1. No utilizar otras áreas que no sean las solicitadas para el proyecto
2. Programa de rescate y reubicación de flora
3. Prohibir el uso de químicos y fuego para el desmonte
4. Desmonte a matarrasa y desmonte y poda selectiva
5. Pláticas ambientales
6. Rescate de herpetofauna
7. Prohibida la cacería, captura y comercialización de especies silvestres
8. Conservar la vegetación que no interfiera con la obra
9. Manejo adecuado de los residuos vegetales
10. Instalación adecuada de almacenes de combustible y otros productos peligrosos
11. Rotulación adecuada de todos los contenedores de materiales y residuos
12. Mantenimiento adecuado de los vehículos y maquinaria utilizada en la obra
13. Prohibido el trabajo nocturno
14. Instalación de sanitarios portátiles
15. Implementación de elementos visuales en el tendido eléctrico
16. Limpieza constante de las áreas de trabajo
17. Prohibida la contaminación del suelo y corrientes de agua natural o artificiales
18. Acciones de reforestación
19. Monitoreo de aves

Se seleccionaron cuatro factores ambientales que abarcan algunos de los elementos más importantes del entorno en estudio, la vegetación, la fauna silvestre, el suelo y el paisaje. Cada uno de los factores presenta distintos criterios en los que se plantea un rango de condición y su valor ponderado en el cual se maneja una escala de 1 – 5. Dichos factores fueron evaluados para los tres escenarios considerando las características que a continuación se explican para cada criterio.

Vegetación. Para este factor, que es el más importante en los ecosistemas, se seleccionaron tres criterios de evaluación, la cobertura vegetal, el número de estratos presentes y la riqueza de especies. En el caso de la cobertura, esta se midió en relación al porcentaje aproximado de superficie que cubre la vegetación forestal dentro de la LT y la SE. El número de estratos se definió en tres, uno herbáceo, otro arbustivo y uno arbóreo. Para la riqueza de especies, se retomaron los valores obtenidos de los muestreos en campo, tanto de zonas forestales como de zonas no forestales; estos valores se ajustaron hacia una escala de cinco rangos en función de la riqueza máxima obtenida (ver apartado de flora del capítulo IV).

Cuadro 1. Criterios considerados para el factor vegetación

Vegetación												
Cobertura					Estratos			Riqueza de especies				
0 - 20%	20 - 40%	40 - 60%	60 - 80%	80 - 100%	1	2	3	0 - 28	29 - 44	45 - 60	61 - 90	91 - 120
1	2	3	4	5	1	3	5	1	2	3	4	5
<i>Valores ponderados</i>												

Fauna silvestre. Para la fauna silvestre se manejaron dos criterios, la riqueza de especies de vertebrados terrestres y la amenaza que representa el proyecto por colisión o electrocución de aves. En la riqueza de especies se formaron cinco rangos en relación a los datos obtenidos en los muestreos de campo tomando como base las riquezas mínima y máxima obtenidas en los distintos sitios muestrales (ver apartado de fauna en capítulo IV para mayores detalles). En cuanto a la amenaza que representa la línea de transmisión y las torres para las aves, se manejaron cinco posibilidades de amenaza desde una amenaza nula partiendo de la ausencia del proyecto, hasta una amenaza muy alta considerando la ejecución del proyecto sin ningún tipo de implementación de medidas de mitigación.

Cuadro 2. Criterios considerados para el factor fauna silvestre

Fauna silvestre (vertebrados)									
Riqueza de especies					Amenaza por colisión o electrocución				
0 - 22	23 - 38	39 - 54	55 - 70	> 70	Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Valores ponderados</i>									

Suelo. El factor suelo fue evaluado de modo visual en campo y cartográficamente. Para la erosión por ejemplo se contempló el uso de suelo y vegetación, así como el relieve. Por su parte el criterio contaminación fue valorado considerando potenciales contaminantes como agroquímicos, hidrocarburos, residuos de obras de construcción, basura urbana, etc. Para ambos criterios se planteó una escala de cinco alternativas.

Cuadro 3. Criterios considerados para el factor suelo

Suelo									
Erosión					Contaminación				
Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
<i>Valores ponderados</i>									

Paisaje. Para el paisaje se seleccionaron cuatro criterios, la calidad visual, la calidad de los hábitats, la fragmentación y/o pérdida de hábitats, y la conectividad (Bennett, 1998; Barnes, 2000; Turner y col., 2001). La calidad visual se evaluó pensando en todos los elementos sobresalientes del entorno ya sean naturales o artificiales a lo largo de la LT y la SE. La calidad de los hábitats se valoró en relación al porcentaje de cobertura vegetal, así como el uso de suelo y tipos de comunidades vegetales. La fragmentación y/o pérdida de hábitats se refiere al nivel de fragmentación y a la eliminación parcial o total de la cubierta forestal en el área del proyecto por los diferentes usos de suelo. Finalmente, la conectividad se evalúa en relación al grado de permeabilidad que puede presentar la

superficie del proyecto en toda su longitud para el desplazamiento de la fauna silvestre y el tipo de enlace entre fragmentos de hábitats adecuados. En general para este factor se consideraron los resultados obtenidos en el apartado de paisaje en el capítulo IV.

Cuadro 4. Criterios considerados para el factor paisaje

Paisaje																			
Calidad visual					Calidad de hábitats					Fragmentación y/o pérdida de hábitats					Conectividad				
Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5
<i>Valores ponderados</i>																			

Una vez que se asignaron los valores ponderados en cada escenario se realizó la sumatoria de estos obteniéndose un valor de calidad ambiental (Saaty y Vargas, 2012; Tavella y col., 2014; Jiménez-Caldera, 2016). Con base en los criterios utilizados y en el rango de valores ponderados se generó una escala de calidad de cinco niveles con sus respectivos rangos numéricos, así entonces, una calidad ambiental muy baja puede presentar valores entre 11 y 19 puntos, mientras que una calidad muy alta se encuentra en el orden de los 47 a los 55 puntos.

Cuadro 5. Escala de calidad ambiental y sus rangos de valores

Escala de calidad	Rango de valores
Muy alta	47 -- 55
Alta	38 -- 46
Media	29 -- 37
Baja	20 -- 28
Muy baja	11 -- 19

c) Resultados

En la actualidad la condición ambiental basada en los cuatros factores evaluados se puede decir que tiene un valor medio (32 puntos), donde el valor más alto corresponde a la amenaza por colisión o electrocución de aves ya que aún no existe la LT del proyecto, por tanto, el valor asignado corresponde a cinco. En contraste, algunos criterios como la cobertura y los estratos vegetales, la calidad de hábitats y la fragmentación presentaron un valor ponderado igual a dos que se traduce en una calidad baja. Esto sucede porque la superficie donde se pretende el proyecto, presenta mayormente un uso de suelo agrícola y de pastoreo con algunos parches de vegetación forestal dispersos.



Figura 1. Ejemplo de áreas forestales y no forestales en la superficie del proyecto.

Si el proyecto fuera aprobado y no se aplicaran las medidas ambientales pertinentes, se podría esperar una condición ambiental muy baja (15 puntos) pues habría decrementos importantes en los valores ponderados en prácticamente todos los criterios, en algunos casos bajaría un solo punto, mientras que en otros podrían bajar dos o hasta cuatro

puntos. Los proyectos que generan impactos ambientales y no se aplica ningún tipo de medida que pueda prevenirlos, mitigarlos o compensarlos son simplemente devastadores y se encuentran totalmente fuera de una coherencia y viabilidad ambiental. Se debe recordar que la evaluación en este apartado se encuentra espacialmente limitada a la superficie solicitada para el proyecto de modo que los impactos ambientales locales pueden llegar a ser muy altos.

Por otra parte, en un escenario donde el proyecto fuera ejecutado, pero bajo la implementación de todas las medidas ambientales propuestas, se podría esperar una reducción de la calidad ambiental respecto a la condición actual que se encuentra en el orden de los cuatro puntos, es decir, se tendría un valor situado en el límite superior de la escala de calidad baja (28 puntos) con cierta tendencia hacia una calidad media. Evidentemente algunos criterios ambientales podrían llegar a recuperar el valor de calidad original, mientras que otros experimentarían un ligero decremento como la riqueza de especies de flora y fauna, las colisiones de aves contra el tendido eléctrico y el nivel de conectividad de hábitats por mencionar algunos.

Cuadro 6. Resultados de calidad ambiental

FACTOR	CRITERIO	CONDICIÓN	VALOR PONDERADO	COND. AMB. SIN PROYECTO	COND. AMB. CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS	COND. AMB. CON PROYECTO Y CON MEDIDAS	
Vegetación	Cobertura Basado en el porcentaje que cubre la vegetación forestal a lo largo de la LT y subestación.	0 – 20%	1	2	1	2	
		20 – 40%	2				
		40 – 60%	3				
		60 – 80%	4				
		80 – 100%	5				
	Riqueza Valores en relación a las riquezas obtenidas en las áreas forestales y no forestales de la LT y la SE, así como lo obtenido en sitios forestales del SAR como referencia.	0 – 28 especies	1	3	1	2	
		29 – 44 especies	2				
		45 – 60 especies	3				
		61 – 90 especies	4				
		91 – 120 especies	5				
	Estratos Se plantean tres estratos según lo observado en campo, herbáceo, arbustivo y arbóreo.	1	1	2	1	2	
		2	3				
		3	5				
	Fauna silvestre	Riqueza de vertebrados Valores en relación a las riquezas obtenidas en las áreas forestales y no forestales de la LT y SE, así como lo obtenido en sitios forestales del SAR como referencia.	0 – 22 especies	1	3	1	3
			23 – 38 especies	2			
39 – 54 especies			3				
55 – 70 especies			4				
> 70 especies			5				
Amenaza por colisión o electrocución Se relaciona con la presencia o ausencia de torres y cableado de la LT.		Nula	5	5	1	4	
		Baja	4				
		Media	3				
		Alta	2				
		Muy alta	1				
SE - I - C	Erosión	Muy baja	5	3	2	3	

FACTOR	CRITERIO	CONDICIÓN	VALOR PONDERADO	COND. AMB. SIN PROYECTO	COND. AMB. CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS	COND. AMB. CON PROYECTO Y CON MEDIDAS			
Paisaje	Valoración visual con base en la pendiente del terreno y su cubierta vegetal observada en campo.	Baja	4	4	2	3			
		Media	3						
		Alta	2						
		Muy alta	1						
	Contaminación	Muy baja	5						
	Valoración visual basada en elementos potenciales que pueden llegar a provocar contaminación de los suelos, tales como productos químicos agrícolas, basura, hidrocarburos, residuos de construcción, etc.	Baja	4						
		Media	3						
		Alta	2						
		Muy alta	1						
	Calidad visual Evaluación visual sobre los elementos naturales y artificiales presentes en el paisaje a lo largo de la LT.	Muy baja	1				3	2	2
		Baja	2						
		Media	3						
		Alta	4						
		Muy alta	5						
		Calidad de hábitats Valoración visual, pero con base en el porcentaje de cobertura vegetal y uso de suelo y vegetación presente en la LT y SE.	Muy baja						
Baja			2						
Media			3						
Alta			4						
Fragmentación y/o pérdida de hábitats Criterio relacionado con el nivel de fragmentación o pérdida parcial o total de vegetación forestal en la LT y la SE.		Muy baja	5	2	1	2			
	Baja	4							
	Media	3							
	Alta	2							
	Muy alta	1							
Conectividad Evaluación dada por el nivel de permeabilidad que puede presentar la LT para el desplazamiento de fauna silvestre y el tipo de enlace entre fragmentos de hábitats adecuados.	Muy baja	1	3	2	3				
	Baja	2							
	Media	3							
	Alta	4							
	Muy alta	5							
<i>Valores totales</i>				32	15	28			
<i>Calidad ambiental</i>				Media	Muy baja	Baja			

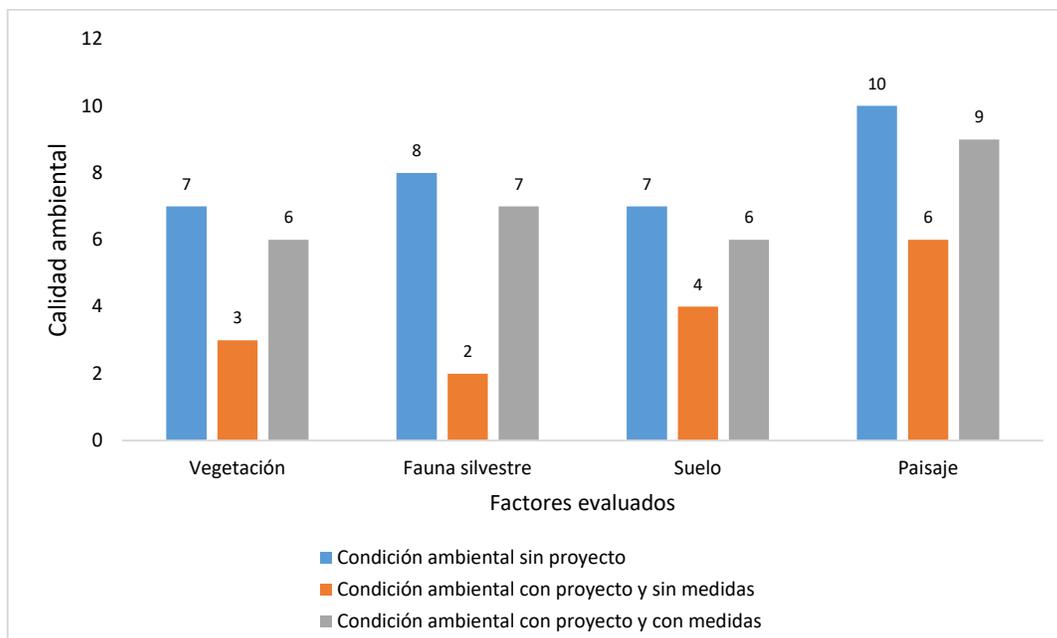
Vale la pena resaltar que, a pesar de la implementación de medidas ambientales, el proyecto dejaría impactos residuales que podrían ser compensados de alguna manera, incrementando la superficie sujeta a reforestación en una proporción superior de 1:1, y por supuesto los valores de calidad ambiental y su funcionalidad ecológica tendrían su mayor importancia al cabo de algunos años cuando la vegetación tuviera una mayor madurez. Por otro lado, el incremento de esta superficie debe contar con ciertas características que la hagan potencialmente funcional en un contexto ecológico. A continuación, se indican

algunas recomendaciones para la selección de áreas a rehabilitar bajo técnicas de reforestación.

1. Preferentemente seleccionar superficies contiguas a fragmentos forestales. Las orillas de corrientes de agua son ideales para fines de revegetación.
2. La superficie a rehabilitar debe tener un perímetro simple para reducir el efecto de borde.
3. Tratar que la localización de la superficie a rehabilitar promueva los enlaces con otros fragmentos de vegetación forestal.
4. Evitar sitios muy cercanos a asentamientos humanos, carreteras y otros elementos de disturbio.

Comparativamente los factores ambientales evaluados denotan la enorme diferencia en el impacto negativo que puede generar el proyecto si no se aplican las medidas establecidas en el capítulo VI de esta MIA-R. La fauna sin duda sería la más afectada desde la etapa de instalación de la LT y la SE hasta la etapa de funcionamiento, pues se tiene muy bien documentado que los tendidos eléctricos provocan muchas muertes en algunas especies de aves por colisiones con los cables de guarda y en menor medida por electrocución (Manzano y col., 2007; Ferrer-Baena, 2012). Cabe destacar que la LT es de alta tensión con un kv nominal de 400 kv con infraestructura auto soportada, lo cual presenta sus respectivos diseños de protección para las aves como es el caso de sistemas antipercha. En este sentido, el problema por electrocución presenta un panorama positivo.

Lógicamente el mejor escenario en el marco ambiental podría ser la no existencia del proyecto, sin embargo, si éste es aprobado, pero además se implementan todas las medidas ambientales propuestas, principalmente la instalación de elementos visuales en los cables de guarda (ver medidas ambientales para fauna silvestre) sería posible paliar de manera muy significativa los efectos negativos de la instalación del tendido eléctrico. Por otro lado, si a estos esfuerzos se suma la propuesta de incrementar la superficie de reforestación, la viabilidad ambiental de la LT y SE se perfilaría como un proyecto responsable y comprometido con el medio ambiente.



Gráfica 1. Resultados comparativos para los cuatro factores evaluados en tres escenarios.

Conclusión

En la actualidad el área solicitada para la instalación de la línea de transmisión presenta una calidad media (32 puntos) con características dominadas por el uso de suelo de tipo agrícola y para pastoreo con fragmentos de vegetación forestal dispersos. En un escenario con proyecto y sin medidas de mitigación la calidad ambiental se reduciría de modo importante hasta llegar a un valor muy bajo (15 puntos) y con la presencia de impactos residuales que afectarían continuamente como es el caso de la amenaza por colisión y electrocución del tendido eléctrico sobre las aves. Para el escenario con proyecto y con la implementación de medidas ambientales, la condición del entorno no se vería tan afectado, particularmente por las medidas de compensación en las que se puede recuperar la superficie forestal afectada, además de poder reducir la incidencia de colisiones de aves con el cableado. El proyecto se perfila ambientalmente viable siempre y cuando se ejecuten todas las medidas propuestas en tiempo y forma.

VII.2 CONCLUSIONES GENERALES DE LA MIA-R

El proyecto L.T. SET – Ixtepec Potencia y SE SET consiste por una parte en la instalación de una línea de transmisión eléctrica contará con una longitud de 24,100 m (24.1 km) a base de torres de acero auto soportadas de 400 kV de dos circuitos conductores por fase, con cimentaciones a base de pilas rectas y zapatas aisladas, se realizará un tendido de cable de guarda con fibra óptica, tendido de cable de 7#8 y cable conductor calibre 1113 ACSR/AS y aislamiento de vidrio

Por otro lado, la subestación SET será una instalación nueva tipo subestación intemperie, la cual contará con dos alimentadores de 400 kV para recibir las líneas de transmisión que enlazan esta subestación con Ixtepec Potencia, contará también con:

- Tres bancos de transformación de 300 MVA cada uno, formados por autotransformadores monofásicos de 100 MVA cada uno con tensiones de 400/230/34.5 kV más una unidad de reserva.

- Un banco de reactores de 100 MVA_r a barras de 400 kV formados por unidades monofásicos de 33.33 MVA_r cada uno en tensiones de 400 kV más una unidad de reserva.
- Bahía de un amarre es 230 kV.
- Bahía de transferencia en 230 kV

Finalmente, la ampliación para la subestación Ixtepec Potencia consiste en la construcción de dos bahías y dos alimentadores con arreglo de interruptor y medio en la plataforma de 400 kV existente para recibir dos líneas provenientes de la S.E. SET., para esta ampliación se requiere de obra civil, obra electromecánica, suministros y la ejecución de pruebas pre operativas. Se realizará la ampliación de la caseta de control existente y la construcción de una nueva caseta distribuida para alojar los equipos de protección, control y medición, control supervisorio, comunicaciones y servicios propios. Así como ampliación del sistema de trincheras, construcción de banco de ductos y registros eléctricos para canalización de los nuevos equipos primarios y ampliación de la red de drenaje pluvial. Se instalará alumbrado exterior en las nuevas bahías, así como sistema contra incendios en la nueva caseta y en la nueva ampliación de la zona eléctrica.

La instalación del proyecto requiere que se ocupen superficies de forma temporal y de forma permanente. Las obras permanentes comprenden a las áreas para la brecha de maniobra y patrullaje, desplante de las torres (la cual deberá mantenerse limpia y únicamente se permitirá el crecimiento de hierbas, por lo que su afectación es permanente), la superficie para la SE SET. Las superficies temporales, son las correspondientes a las áreas de maniobra durante la construcción de estructuras y los patios de tendido

Se calcula para la instalación del proyecto una superficie de 143.35 ha, de las que sólo 68.29 ha serán ocupadas de forma permanente (47.6% del total).

De acuerdo con las características del proyecto se define una superficie como Área de influencia de 392.51 Ha y una superficie como Sistema Ambiental Regional de 61,123.14 Ha.

Definidos estos polígonos, así como la superficie del proyecto y de ocupación temporal y permanente se precedió a realizar la caracterización ambiental del sitio.

Fue importante obtener como primera base, información cartográfica mediante la consulta de datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, Serie VI, 2016), para conocer la distribución, ubicación espacial y superficie que ocupa el uso actual del suelo y tipos de vegetación (USVEG) dentro del sistema ambiental regional (SAR), área de Influencia (AI) y superficies pretendidas por el proyecto, esto con el fin de tener una referencia como parte de la integración de una gama de información que permitió una base sólida como unidad de referencia y análisis; como segunda base, fue necesario la verificación directa en campo mediante los recorridos y observaciones realizadas. Por otro lado, para conocer las superficies forestales actuales dentro del proyecto, se realizó un trabajo mediante un sistema de información geográfica (SIG), utilizando procedimientos de fotointerpretación (FI) a partir de imágenes satelitales de Google Earth, además fue importante tomar fotografías a nivel de campo, para conocer las condiciones actuales en las áreas requeridas para el proyecto.

El cálculo de la superficie forestal y no forestal dentro del proyecto, en base a la fotointerpretación, fue de un total requerido de 143.35 ha, de las cuales un total de 117.93 ha forman parte de la cobertura no forestal y solo 25.42 ha son forestales; en este caso, vale la pena mencionar, que los totales obtenidos para las distintas obras y/o actividades pretendidas en su conjunto dentro de las superficies pretendidas para las áreas requeridas de afectación a la vegetación, la condición de cobertura no forestal está constituida por la mayor superficie de ocupación y únicamente serán requeridas 25.42 ha donde se deberá llevar a cabo cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF). Los diferentes USVEG registrados en la zona de estudio son: VSa/SBC, VSa/SBK, VPI, TA y PC.

Al llevar a cabo las diferentes actividades pretendidas por el proyecto será necesaria la remoción de vegetación “forestal”, por lo que existirá cambio de uso de suelo de terrenos forestales (CUSTF), lo anterior de conformidad con lo dispuesto en el artículo 7 fracciones V, XLII y XLVIII de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y lo dispuesto en el artículo 2 fracción XXXI, XL del reglamento; por lo anterior, deberá realizarse un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) por existir áreas sujetas a CUSTF. Sin embargo, es importante destacar, que si bien, existirá remoción de vegetación “forestal” dentro de la totalidad de las áreas consideradas en el proyecto, el proyecto se deberá ajustar a la superficie obtenida de los análisis realizados (25.42 ha) del total (143.35 ha), sin afectar ni considerar otras áreas fuera de las mencionadas en la MIA-R para llevar a cabo CUSTF. No obstante, los impactos ambientales a la vegetación y su flora dentro de las 25.42 ha que serán generados por las distintas actividades que pretende el proyecto pueden ser mitigados y en el mejor de los escenarios, pueden ser prevenidos y compensados a través de diversas estrategias y acciones como el rescate, manejo y reubicación de flora silvestre de aquellas especies que presenten un mayor interés ecológico en superficies referidas, con la finalidad de mitigar y atenuar los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, esto lograra incrementar la calidad y funcionabilidad ecológica a través de la protección y conservación de especies. Además, se deberán llevar a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y compensación que se proponen en el capítulo VI de la MIA-R, promoviendo un proyecto lo mayormente amigable con el medio ambiente.

Respecto a la vinculación legal, una vez analizada la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y política ambiental de los tres niveles de gobierno, se encontró que el mismo no presenta controversias con alguno de ellos. Por el contrario, el proyecto presenta una vinculación positiva con la mayoría de éstos instrumentos, toda vez que se refiere a la construcción de una línea de transmisión, una subestación y la ampliación de otra subestación de energía eléctrica, con lo cual, el proyecto contribuye a la expansión y fortalecimiento de la red de transmisión de energía eléctrica en el país, incrementando de esta manera la capacidad la calidad y la seguridad en el suministro de este tipo de energía; lo cual se considera esencial para las actividades productivas del país, el desarrollo regional y el bienestar social. Es importante mencionar que, para mantener la vinculación positiva del proyecto con los instrumentos de planeación y política ambiental, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos al ambiente generados por el proyecto. Al mismo tiempo, se deberán tomar las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias para reducir al mínimo, controlar, manejar y disponer los residuos que se generen, en estricto apego a las disposiciones normativas que resulten aplicables dependiendo del tipo de residuo.

En cuanto al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, se encontró que el proyecto no presenta contradicciones con el mismo. Por otro lado, el proyecto tampoco presenta controversias con los criterios de regulación ecológica de las Unidades de Gestión Ambiental en las que incide, del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO). En adición, es importante mencionar que toda vez que el proyecto se refiere a la construcción de infraestructura para la transmisión y distribución de energía eléctrica, el mismo no encuadra dentro de los usos de suelo no recomendados, condicionados o recomendados, ni tampoco usos no aptos, que establecen las Unidades de Gestión Ambiental del POERTEO, por lo que se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma las acciones y programas propuestos en el capítulo VI del presente estudio, enfocados a reducir al mínimo los impactos negativos del proyecto sobre el ecosistema, el proyecto no presenta controversia alguna con lo dispuesto por el POERTEO.

En relación a las Áreas Naturales Protegidas y Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México, se encontró que, en función de sus características, ubicación y alcances, el proyecto no presente contravención alguna con estos instrumentos para la conservación de la biodiversidad y protección de medio natural. Finalmente, respecto a la vinculación del proyecto con los ordenamientos jurídicos aplicables se encontró que el proyecto no presenta contravenciones a los mismos, siempre y cuando, se ejecuten en tiempo y forma, las medidas preventivas y en su caso correctivas que resulten necesarias, para reducir al mínimo y controlar la emisión de contaminantes a la atmosfera, agua y suelo. Al mismo tiempo, los residuos que se generen por la ejecución del proyecto deberán ser controlados y manejados en estricto apego a las disposiciones que resulten aplicables dependiendo el tipo de residuo. Finalmente, se deberá capacitar al personal involucrado en el proyecto, sobre la importancia de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, y evitar depositar residuos en los escurrimientos, cauces hidrológicos, para prevenir inundaciones; así como respecto a la importancia y obligación de observar en todo momento una conducta de respeto y protección al medio ambiente y la biodiversidad.

Respecto a la flora, del total de especies identificadas directamente durante los recorridos realizados en la zona del proyecto y colindancias inmediatas (composición florística), se logró obtener la riqueza taxonómica de plantas vasculares, dando como resultado 41 familias, 95 géneros y 120 especies que se encuentran ordenadas por dos de los grandes grupos tradicionalmente conocidos (monocotiledóneas y dicotiledóneas). La composición taxonómica arrojó que destacan las dicotiledóneas en cuanto a familias (80.49%), géneros (86.32%) y especies (89.17%), con relación al resto de los grupos taxonómicos; en ese mismo sentido, las monocotiledóneas se posicionan como el segundo grupo dominante (17.07%, 12.63% y 10.0%) respectivamente; este último grupo cuentan con especies que logran figurar en abundancia más no en riqueza.

Las especies que presentan algún estatus de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 representan la reducción actual o potencial de la biodiversidad de alguna región en particular; de tal manera que en la zona de estudio se logró identificar dos especies enlistadas en dicha norma; así tenemos a *Guaiacum coulteri* (Guayacán), con categoría **A**= Amenazada (endémica) y *Peniocereus fosterianus* (Cactus pitayita) como **Pr**= Sujeta a Protección Especial. Cabe aclarar, que, de las 2 especies identificadas en la Norma ambas fueron registradas dentro del SAR; sin embargo, solo *Guaiacum coulteri* se distribuye de manera aislada y dispersa en sitios considerados para el proyecto (DDV. L.T.) y en el caso de *Peniocereus fosterianus* únicamente se identificó una planta

en sitios fuera de las superficies del proyecto, misma que fue ubicada durante los recorridos realizados *in situ*.

Es importante aclarar, que no todas las especies mencionadas en la composición florística se encontraron en los sitios de muestreo. Para conocer la riqueza y diversidad de especies se llevaron a cabo 20 muestreos, 10 a nivel de SAR (MSA) y 10 a nivel de proyecto (MP), con la finalidad de lograr incrementar la acumulación de especies y obtener un análisis mayormente confiable para tener un mayor número de sitios muestreados. En los 20 sitios de muestreo se tomaron en cuenta las siguientes formas de vida: Árboles (AR), Arbustos (AB), Cactáceas (CAC) y Herbáceas (HI).

Para el caso de la riqueza de especies en los sitios de muestreo se obtuvo un total de 29 familias, 63 géneros y 76 especies; registrándose en total 4,169 individuos, donde la familia más representativa es Leguminosae. Respecto al total de familias con mayor riqueza de especies se presentan la familia Leguminosae con (19), Euphorbiaceae (6) y Cactaceae con (5) especies, el resto de las familias presentan de 1 a 4 especies. Los sitios que mejor se encuentran representados en base al mayor número de familias (23) es para el sitio de muestreo MP1 y MSA4, seguido del sitio MSA1 con 22 familias, con 15 familias se encuentran el muestreo MP8, el sitio MSA2 con 14 familias, mientras con 13 familias se registró en los sitios de muestreo MP3. El resto de los sitios cuentan con un rango de familias de 4 a 12. Vale la pena mencionar que la familia más representativa fue Fabaceae (Leguminosae).

Las especies más representativas que se reportan para este estudio son: *Guazuma ulmifolia*, *Sabal mexicana*, *Acacia cornígera*, *Bonellia macrocarpa*, *Prosopis juliflora*, *Quadrella incana* y *Lycium carolinianum* *Pithecellobium dulce*, *Piptadenia flava*, *Coccoloba liebmanni*, *Randia aculeata*. Así como algunas cactáceas entre las que destacan: *Acanthocereus tetragonus*, *Opuntia decumbens*, *Opuntia karwinskiana*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Pilosocereus chrysacanthus*.

Los muestreos realizados ostentan vegetación asociada a la VSa/SBC, VSa/SBK y PI, donde las selvas secas resultan dominantes; por su particular estructura, diversidad y composición estas selvas a nivel nacional han sido muy estudiadas. Con respecto a la especie más relevante fue para el estrato arbóreo: *Guazuma ulmifolia* con un valor de IVI de 78.641; arbustivo: *Bonellia macrocarpa* con un valor de IVI de 93.571, cactáceas: *Opuntia karwinskiana* con un valor de 148.266 y para el estrato herbáceo: *Lasiacis ruscifolia* con un valor de IVI de 94.565. Para los análisis de diversidad, se encontró para el estrato arbóreo: $H' = 2.576$, estrato arbustivo de $H' = 3.026$, cactáceas con un $H' = 1.357$ y para el estrato herbáceo de $H' = 1.361$.

De manera general, existe una mayor riqueza de especies y diversidad arbórea dentro del SAR, para arbustos se registró una mayor diversidad y riqueza para el área de proyecto (MP) y esto se debe a la influencia de las actividades antropogénicas que han mermado la vegetación por ubicarse en zonas con alto impacto antropogénico (agricultura, pastizales y caminos) lo cual ha generado la proliferación de especies arbustivas como parte de fases iniciales de la vegetación secundaria; para cactáceas y herbáceas no fue significativo ya que en ambos lados se encuentran las mismas especies. No obstante, se deberán llevar a cabo actividades de rescate y reubicación de especies (cactaceae y bromeliaceae), así como el rescate de plantas de porte bajo y germoplasma forestal de *Guaiacum coulteri* (Guayacán), además se deberán implementar acciones de reforestación en sitios bien seleccionados dentro del SAR, como medida de

compensación por las áreas sujetas a CUSTF en superficies consideradas por el proyecto.

Respecto a la fauna, Se reporta una riqueza de 54 especies de vertebrados terrestres para la LT y una riqueza de 86 especies para los sitios de muestreo del SAR. En la LT su riqueza de especies se divide en un anfibio, ocho reptiles, 43 aves y dos mamíferos. Para el SAR la proporción es de cuatro anfibios, 14 reptiles, 63 aves y cinco mamíferos. Del listado en general se identifican nueve especies referidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siete con el estatus Sujetas a Protección Especial (Pr) y dos como Amenazadas (A). En general el nivel de esfuerzo de muestreo se calculó como aceptable, según los estimadores de riqueza ACE y Chao 1. Se considera que parte del proyecto, en este caso principalmente el tendido de la LT, representa un peligro continuo, principalmente para las aves tanto en el aspecto de electrocuciones como en colisiones. También se creó que la incorporación de una nueva LT en una región donde ya existen algunas otras, además de numerosas redes de aerogeneradores, incrementa el nivel de peligro para las aves, tanto residentes como migratorias. En este mismo sentido, es vital implementar estrictas medidas de mitigación y compensación ante la ejecución del presente proyecto.

El sistema ambiental regional se describe como un paisaje agropastoril forestal, donde las planicies presentan una alta actividad agrícola y ganadera, mientras que en las tierras altas se desarrollan ecosistemas de selva baja y mediana en condiciones de conservación bastante aceptables. Aunado la actividad agrícola y ganadera la presencia de redes de aerogeneradores, líneas de transmisión eléctrica y vías de comunicación, contribuyen al deterioro ambiental y se traducen en elementos de alto impacto para la fauna silvestre, ya sea por atropellamientos, electrocuciones o colisiones. El paisaje del SAR a pesar de estar un tanto fragmentado, aun se observan diferentes tipos de enlaces entre la mayoría de los fragmentos de hábitats adecuados, pero éstos son amenazados por el desarrollo económico y social poco sostenible de la región. El presente proyecto representa un impacto generalizado un tanto bajo en términos de la calidad visual y estructural del paisaje, pues en la actualidad la zona donde se inserta el proyecto ya se encuentra bastante alterada y con la existencia de otras líneas de transmisión e infraestructura de generación y energía eléctrica, de modo que agregar una nueva intervención, elevaría el impacto principalmente sobre algunas especies de aves en el aspecto de colisiones contra el tendido eléctrico. De esta forma, con las medidas de mitigación y compensación pertinentes el proyecto resulta viable dentro del contexto paisajístico.

Los resultados de la metodología de evaluación de impactos ambientales indican que, en un escenario sin medidas de mitigación, los componentes más afectados serán la vegetación forestal, la fauna (considerando diferentes grados de afectación en sus tres grupos), el suelo, debido a la pérdida de cubierta vegetal y generación de residuos y el paisaje; en este último caso la modificación al paisaje se podrá observar desde las primeras actividades de instalación con la remoción de vegetación y la presencia de maquinaria y equipo hasta la etapa de construcción con la instalación de las torres las cuales modifican de forma permanente el paisaje.

Con la matriz de identificación realizada se observa que, de los 29 componentes ambientales considerados, son 25 los que muestran alguna interacción con las actividades del proyecto; de estos 25 componentes afectados, se desprende un total de 124 impactos.

En el caso de un escenario con medidas se observa que los impactos a la vegetación, suelo, agua y atmósfera pueden ser mitigados o bien reducidos con las actividades propuestas a realizar durante la instalación del proyecto.

El sistema ambiental regional presenta un nivel de fragilidad ambiental predominantemente bajo, cubriendo poco más del 50% de su superficie. Las zonas de mayor fragilidad ambiental se localizan, en su mayoría, en las tierras altas donde la vegetación presenta características de conservación y los fragmentos de hábitats adecuados son de un tamaño muy importante para la vida silvestre. Las áreas de muy baja fragilidad se concentran principalmente en las zonas urbanas y en las planicies con un uso de suelo agrícola o para fines de pastoreo. A nivel de proyecto la fragilidad ambiental también se ve dominada por el nivel bajo con algunos pequeños fragmentos dispersos y mayormente asociados a las corrientes de agua (ríos, arroyos o canales de riego) con niveles de fragilidad ambiental media y alta. En términos de la fragilidad ambiental la viabilidad del proyecto resulta positiva solo bajo la implementación de todas las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas en el presente proyecto.

En la actualidad el área solicitada para la instalación de la línea de transmisión presenta una calidad media (32 puntos) con características dominadas por el uso de suelo de tipo agrícola y para pastoreo con fragmentos de vegetación forestal dispersos. En un escenario con proyecto y sin medidas de mitigación la calidad ambiental se reduciría de modo importante hasta llegar a un valor muy bajo (15 puntos) y con la presencia de impactos residuales que afectarían continuamente como es el caso de la amenaza por colisión principalmente y electrocución en menor medida, del tendido eléctrico sobre las aves. Para el escenario con proyecto y con la implementación de medidas ambientales, la condición del entorno no se vería tan afectado, particularmente por las medidas de compensación en las que se puede recuperar la superficie forestal afectada. Además de poder reducir significativamente la incidencia de colisiones bajo la implementación oportuna de elementos visuales en el cableado de guarda y el respectivo monitoreo de aves. Es así que, en suma, y de acuerdo a lo planteado en el documento de MIA-R el proyecto se perfila ambientalmente viable siempre y cuando se ejecuten todas las medidas propuestas en tiempo y forma.

CAPITULO VIII

**IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS
METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE
SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS
FRACCIONES ANTERIORES**

VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 ANEXOS EN FORMATO IMPRESO

Número de anexo	Documento
1	Bibliografía
2	Listado florístico
3	Listados de fauna
4	Catálogo Florístico-Taxonómico
5	Catálogo de fauna
6	Acciones de reforestación
7	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre
8	Reporte fotográfico de sitios de muestreo
9	Memoria fotográfica del proyecto
10	Resumen ejecutivo
11	Cartografía
12	Cartografía especializada

VIII.2 ANEXOS EN FORMATO DIGITAL

Número de anexo	Documento
1	Bibliografía
2	Listado florístico
3	Listados de fauna
4	Catálogo Florístico-Taxonómico
5	Catálogo de fauna
6	Acciones de reforestación
7	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre
8	Reporte fotográfico de sitios de muestreo
9	Memoria fotográfica del proyecto
10	Resumen ejecutivo
11	Cartografía
12	Cartografía especializada
13	Elementos del proyecto en formato kml