MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO HUERTA PV

CONSULTA PÚBLICA



USPAE
UNIDAD DE SERVICIOS PROFESIONALES ALTAMENTE ESPECIALIZADOS
INECOL

CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

RWE



Coordinador General
Dr. Rafael Villegas Patraca

Coordinador Técnico de Proyecto
M. en C. Alexandro Medina Chena

Participantes

[redacted]

Cartografía
Geóg. César Augusto Gallo Gómez

Coordinación en administración y seguimiento contractual
L.N.I. Mariana Morales Alarcón

Diseño y edición grafico
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 3

I.1 NOMBRE DEL PROYECTO 3

I.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO 3

I.3 DURACIÓN DEL PROYECTO 5

I.4 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 5

I.4.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 5

I.4.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE 5

I.4.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL 5

I.4.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES 6

I.4.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 6

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. *Resumen de datos de localización para el proyecto PF Huerta.* _____ *3*

Cuadro 2. *Riesgo y vulnerabilidad de la localización del proyecto PF Huerta.* _____ *5*

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. *Croquis de localización.* _____ *4*

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

El objeto de este capítulo es aportar los datos básicos que permitan la identificación del **Proyecto Fotovoltaico Huerta PV** y una primera aproximación de su entorno, asimismo, proveer de los siguientes datos administrativos para dar seguimiento del trámite en evaluación:

I.1 NOMBRE DEL PROYECTO

El nombre del proyecto asignado por el promovente es **Proyecto Fotovoltaico Huerta PV, o "Huerta PV"**, con el cual quedará registrado ante la Secretaría y es con el que se identificará dicho proyecto para trámites subsecuentes relacionados con él.

I.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto estará localizado en el municipio de Epitacio Huerta, en el estado de Michoacán aproximadamente a 5.4 km al noreste de la población de Epitacio Huerta y con interconexión en el municipio de Coroneo, Guanajuato. Las coordenadas geográficas del proyecto son las siguientes:

- Latitud: 20°10'37.14"N
- Longitud: 100°16'13.27"O

La Planta Solar Huerta tiene acceso mediante 2 entronques al Suroeste de la planta. El Entronque-01 intercepta con la carreta libre federal "La Noria-Acámbaro", Ruta "Mex-120", el Entronque-02 intercepta con la carreta existente (*Cuadro 1*) (*Figura 1*).

Cuadro 1. Resumen de datos de localización para el proyecto fotovoltaico Huerta PV.

PROYECTO HUERTA PV	
Municipio	Epitacio Huerta
entidad federativa	Michoacán de Ocampo
calle, número, colonia o código postal	C.P 61000
Localidades próximas	Población de Epitacio Huerta
Vías de comunicación cercanas	Carreta libre federal "La Noria-Acámbaro", Ruta "Mex-120"

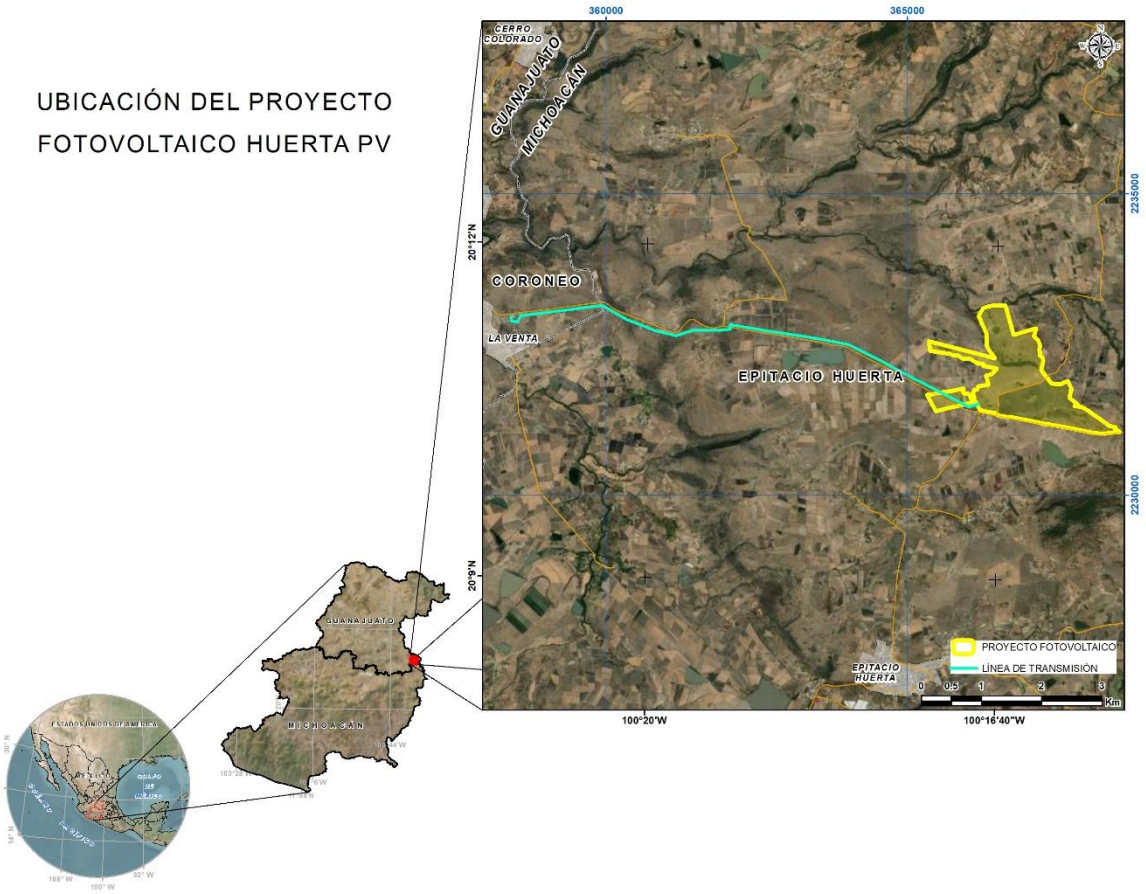


Figura 1. Croquis de localización.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos y el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al cambio climático, se Indica si el proyecto se ubica en zona de riesgo como paredes de cañones, lechos y cauces de arroyos, zonas de fallas geológicas, de deslizamiento, de inundación, así como en zonas de litorales expuestas a oleaje de tormenta y procesos de erosión, en desembocaduras y ríos, áreas identificadas como altamente vulnerables al cambio climático[1] (**Cuadro 2**).

[1] http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/

Cuadro 2. Riesgo y vulnerabilidad de la localización del proyecto Huerta PV.

ZONA DE RIESGO	APLICA (SI/NO)
Paredes de cañones	NO
Lechos y cauces de arroyos	NO
Zonas de fallas geológicas	NO
Zonas de deslizamiento	NO
Zonas de inundación	NO
Zonas de litorales expuestas a oleaje de tormenta y procesos de erosión	NO
Desembocaduras y ríos	NO
Áreas identificadas como altamente vulnerables al cambio climático	NO

I.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto podrá lograr una vida útil de 30 años, con la posibilidad de prolongarla gracias al mantenimiento permanente y a la adaptación de las nuevas tecnologías que vayan surgiendo al paso del tiempo. El calendario detallado de actividades del proyecto en sus distintas etapas puede consultarse en el capítulo II de este mismo documento.

I.4 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.4.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

[redacted]

Se anexa copia simple del acta constitutiva de la empresa. (Se presenta el original para cotejo). Anexo 1.

I.4.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

[redacted]

Se anexa copia simple del RFC de la empresa. (Se presenta el original para cotejo). Anexo 2.

I.4.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

[redacted]

Se anexa identificación oficial del representante legal de la empresa. Anexo 3.

I.4.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

[redacted]

I.4.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Instituto de Ecología, A.C.

Consultor que elabora el estudio: Rafael Villegas Patraca, No, de cédula profesional; 1924514

REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

IEC 750807 1B2

DIRECCIÓN: Instituto de Ecología, A.C. Carretera Antigua a Coatepec No. 351, Colonia El Haya. Xalapa, Veracruz, C.P. 91070.

[redacted]

Se anexa copia simple de los documentos de identificación del responsable del estudio (Se presenta el original para cotejo). Anexo 4.

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO HUERTA PV



USPAE
UNIDAD DE SERVICIOS PROFESIONALES ALTAMENTE ESPECIALIZADOS
INECOL

CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

RWE



Coordinador General

[redacted]

Coordinador Técnico de Proyecto

[redacted]

Participantes

[redacted]

Cartografía

[redacted]

Coordinación en administración y seguimiento contractual

[redacted]

Diseño y edición grafico

[redacted]

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES 1
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 1
II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO. 1
II.1.2 JUSTIFICACIÓN 5
II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO 8
II.1.3.1 SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA 18
II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA 21
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 22
II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO 44
II.2.2 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN 46
Etapa de preparación del sitio 46
Etapa de construcción 47
II.2.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 52
Etapa de operación 52
Etapa de mantenimiento 53
II.2.4 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES 58
II.2.5 RESIDUOS 58
Tipos de gestión de residuos 58
II.2.6 GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO 60
II.2.6.1 Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero 60
II.2.6.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, $C0_2$, CH_4, N_20, CFC, O_3, entre otros 61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. *Criterios de evaluación que justifican la viabilidad del proyecto.* 6
Cuadro 2. *Coordenadas del polígono que integra el predio del Proyecto fotovoltaico.* 9
Cuadro 3. *Coordenadas de localización del trazo de la línea de transmisión.* 11
Cuadro 4. *Coordenadas de localización de las torres de la línea de transmisión.* 11
Cuadro 5. *Coordenadas de localización de los vértices de vallado perimetral del proyecto.* 12
Cuadro 6. *Superficies ocupadas por obras permanentes.* 19
Cuadro 7. *Superficies a ocupar por obras temporales.* 19
Cuadro 8. *Superficies de afectación permanente respecto a la cobertura vegetal (m^2) en el Proyecto Fotovoltaico Huerta PV.* 20
Cuadro 9. *Superficies de afectación temporal respecto a la cobertura vegetal (m^2) en el Proyecto Fotovoltaico Huerta PV.* 20
Cuadro 1. Resumen de costos 22
Cuadro 10. *Especificaciones de los módulos fotovoltaicos.* 26
Cuadro 11. *Especificaciones del centro de transformación.* 28
Cuadro 14. *Requerimientos de personal por etapa del proyecto.* 40
Cuadro 15. *Requerimientos de agua por etapas del proyecto.* 41
Cuadro 16. *Maquinaria por utilizar durante la preparación del sitio y la construcción.* 42
Cuadro 17. *Camiones para utilizar durante la preparación del sitio y construcción.* 42
Cuadro 18. *Requerimientos de combustible y energía por etapas del proyecto.* 43
Cuadro 19. *Cronograma del proyecto* 44

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. *Croquis de localización del Proyecto.* 2
Figura 2. *Ubicación regional del Proyecto.* 8
Figura 3. *Municipios que interaccionan con el Proyecto.* 14
Figura 4. *Predio del Proyecto y vértices que lo conforman.* 15
Figura 5. Obras del proyecto. 15
Figura 6. *Vallado perimetral del Proyecto.* 16
Figura 7. *Vértices de la Línea de Transmisión (LT) del Proyecto.* 16
Figura 8. *Obras del proyecto: módulos de media tensión y concentradores.* 17
Figura 9. *Obras del proyecto: caminos y área de maniobras.* 17
Figura 10. *Obras del proyecto: Línea de Transmisión (LT), Subestación Elevadora (SE) y cuarto de control.* 18
Figura 11. *Conversión de radiación solar.* 24
Figura 12. *Módulo fotovoltaico.* 25
Figura 13. *Detalle del Tracker (seguidor).* 27

Figura 14. *Centro de transformación.* 28
Figura 15. *Detalle de zanja de baja tensión.* 30
Figura 16. *Detalle de zanja de media tensión.* 31
Figura 17. *Detalle de malla ciclónica y puerta de acceso.* 32
Figura 18. *Secciones tipo de cunetas.* 33
Figura 19. *ODT tipo vado.* 34
Figura 20. *ODT tipo tubería.* 35
Figura 21. *ODT tipo cajón de concreto.* 36
Figura 21. Caminos de acceso: Sección de camino típica (2 carriles). Fuente: Proporcionado por el promovente. 37
Figura 21. Sección de camino típica (1 carril). Con Trinchera de MT. Fuente: Proporcionado por el promovente. 38
Figura 21. Sección de camino típica (1 carril). Sin Trinchera de MT. Fuente: Proporcionado por el promovente. 39
Figura 22. *Hincadora para estructura de seguidor.* 48
Figura 23. *Montaje de tubo de torque.* 49
Figura 24. *Fijación del panel.* 50
Figura 25. *Zanjado de media tensión.* 51

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES

En este capítulo se presenta la información de las obras y actividades que se pretenden llevar a cabo por el desarrollo del proyecto **Proyecto Fotovoltaico Huerta PV**. La información requerida detalla de manera precisa los objetivos del proyecto.

En su conjunto, esta información permite aportar un primer acercamiento a la identificación de los componentes del proyecto y sus actividades que podrían ocasionar posibles impactos ambientales durante la ejecución de este, así como su magnitud y temporalidad.

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

A continuación, se describe el proyecto en su conjunto, de acuerdo con su naturaleza, objetivos, características, distribución espacial y temporal de obras y/o actividades principales, de servicios y obras asociadas.

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en la implementación del proyecto **Proyecto Fotovoltaico Huerta PV** que consiste en una instalación a gran escala diseñada para la generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar, utilizando paneles solares fotovoltaicos. Estos paneles convierten la luz del sol directamente en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Los Proyectos fotovoltaicos son conocidos también como plantas solares o parques solares, y son una de las principales formas de energía renovable en el mundo.

Las características generales de un Proyecto fotovoltaico son las siguientes:

Paneles solares fotovoltaicos: Los elementos principales de estas instalaciones son los paneles solares, que están compuestos por celdas fotovoltaicas. Estas celdas convierten la luz solar en corriente continua (DC).

Inversores: La corriente continua generada por los paneles solares se transforma en corriente alterna (AC) mediante inversores, para que pueda ser utilizada en la red eléctrica.

Conexión a la red: Un Proyecto fotovoltaico generalmente está conectado a la red eléctrica, lo que permite que la energía producida sea distribuida y utilizada en hogares, industrias, y otros sectores.

Subestaciones: Estas instalaciones suelen contar con subestaciones que regulan y distribuyen la energía generada a los diferentes usuarios o la red eléctrica.

Ubicación: Los Proyectos fotovoltaicos se sitúan en áreas con alta exposición solar, a menudo en regiones desérticas o rurales, donde hay espacio disponible y poca interferencia urbana.

Dentro de las ventajas de este tipo de proyectos tenemos las que se mencionan a continuación:

Energía limpia: No genera emisiones contaminantes durante la producción de electricidad.

Recurso renovable: Utiliza la luz del sol, que es un recurso inagotable.

Bajo costo de operación: Una vez instalado, los costos de mantenimiento y operación son relativamente bajos.

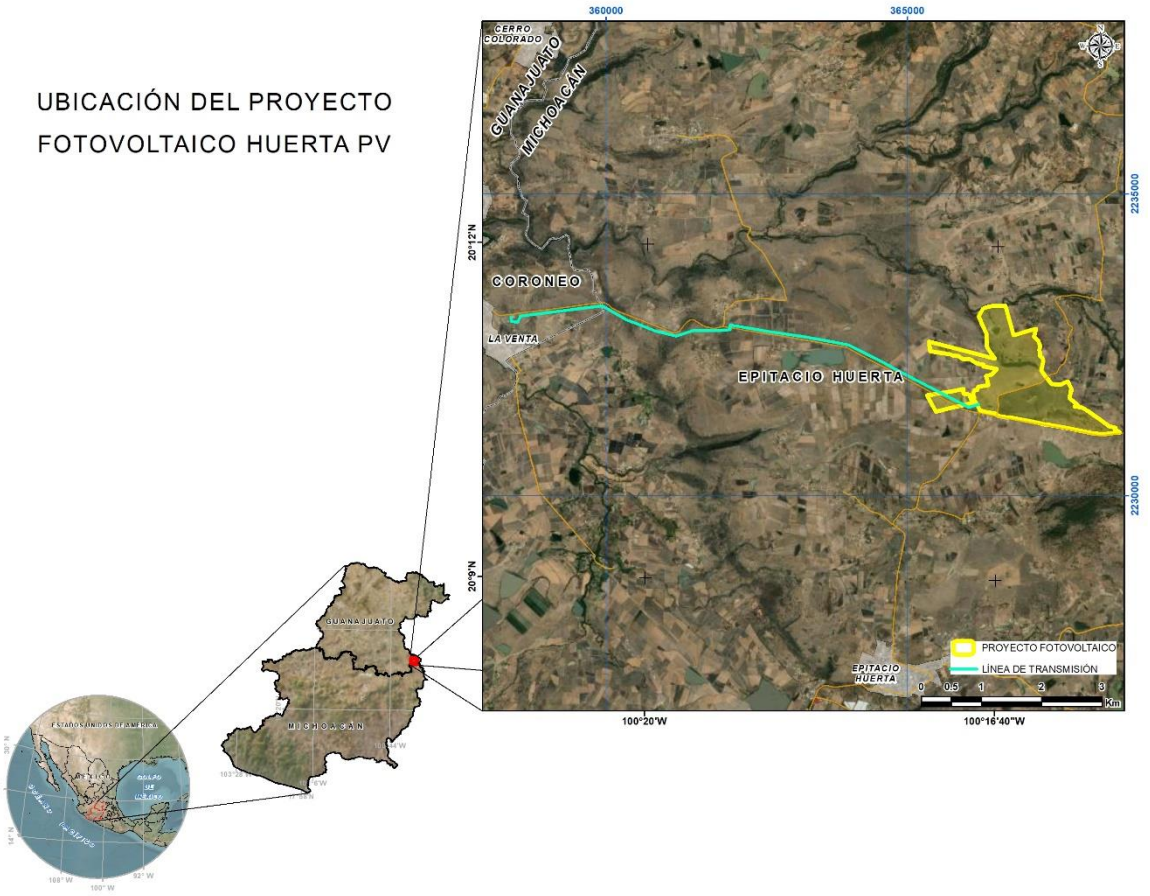


Figura 1. Croquis de localización del Proyecto.

Por lo tanto, el objetivo del Proyecto Huerta PV es el uso de la energía solar para generar energía limpia y renovable por medio de tecnología solar fotovoltaica, además de contribuir a la mitigación de emisiones de CO_2 reduciendo el uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.

El proyecto tendrá una capacidad de 75.33 MWp de potencia pico y una potencia nominal de 60 MW, en la planta solar los circuitos de media tensión serán a 34,5kV. Estos circuitos se conectarán a la Subestación Elevadora donde se elevará la tensión a 115kV. Se dispondrá de una línea aérea desde la Subestación Elevadora hasta conectar con la SE Coroneo.

Así mismo en un proyecto de Proyecto fotovoltaico, es fundamental implementar medidas de protección ambiental y especificaciones técnicas para reducir la vulnerabilidad y adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. Estas medidas son importantes para asegurar la sostenibilidad y eficiencia del proyecto a lo largo del tiempo. A continuación, se describen algunas de las principales medidas:

1. Selección adecuada del sitio:

Ubicación estratégica: Elegir un sitio que no esté en zonas propensas a inundaciones, deslizamientos de tierra o sequías extremas. La ubicación debe estar lo más protegida posible de fenómenos meteorológicos severos, como huracanes, tormentas o vientos fuertes.

Análisis de riesgo climático: Realizar un estudio detallado de los riesgos climáticos asociados al área de instalación, tomando en cuenta proyecciones futuras de cambios en el clima, como el aumento de temperatura, variabilidad de lluvias, o la frecuencia de tormentas.

2. Diseño del proyecto resiliente al clima:

Estructuras resistentes a eventos climáticos extremos: Diseñar los soportes de los paneles solares y otros componentes clave (como inversores y subestaciones) para soportar vientos fuertes, tormentas o incluso inundaciones. Esto puede incluir el uso de materiales más resistentes y la construcción de soportes elevados.

Drenaje adecuado: Implementar sistemas de drenaje eficientes en áreas donde las precipitaciones puedan aumentar, para evitar la erosión del suelo y las inundaciones que puedan dañar la infraestructura.

3. Conservación y restauración de ecosistemas:

Preservación de la biodiversidad: Proteger los hábitats locales y evitar la deforestación o alteración innecesaria del terreno. Mantener áreas verdes cercanas y corredores ecológicos que ayuden a absorber CO_2 y mantener la biodiversidad.

Reforestación y revegetación: Plantar especies nativas alrededor del Proyecto fotovoltaico que puedan ayudar a estabilizar el suelo, actuar como barreras naturales ante el viento o proteger contra la erosión.

4. Reducción de la huella hídrica:

Uso eficiente del agua: En áreas donde la disponibilidad de agua puede ser limitada o las sequías frecuentes, se deben implementar medidas para reducir el uso de agua en la limpieza de paneles, utilizando métodos secos o tecnologías que reduzcan el consumo de agua.

Sistemas de recolección de agua de lluvia: Si es necesario el uso de agua, se puede integrar un sistema de captación de agua pluvial que minimice la dependencia de fuentes externas.

5. Monitoreo y gestión del proyecto:

Sistemas de monitoreo climático: Implementar sistemas de monitoreo en tiempo real que permitan anticipar eventos climáticos extremos y ajustar la operación del Proyecto fotovoltaico. Estos sistemas pueden incluir sensores para medir la radiación solar, la velocidad del viento, la temperatura, y otros factores meteorológicos.

Planes de contingencia: Elaborar planes de acción ante desastres naturales o condiciones extremas, como tormentas severas o periodos prolongados de alta temperatura. Esto puede incluir protocolos de mantenimiento y procedimientos de respuesta rápida.

6. Adaptación tecnológica y eficiencia energética:

Tecnología avanzada: Utilizar paneles fotovoltaicos de alta eficiencia y durabilidad, diseñados para soportar condiciones extremas de temperatura o humedad. Los avances tecnológicos en materiales y recubrimientos pueden hacer que los paneles sean más resistentes y tengan una mayor vida útil.

Optimización del rendimiento: Implementar sistemas de seguimiento solar (trackers) que ajusten el ángulo de los paneles para maximizar la captación de energía incluso en condiciones de variabilidad climática, lo que aumenta la eficiencia de generación.

7. Mantenimiento preventivo y gestión del suelo:

Mantenimiento regular: Garantizar el mantenimiento adecuado de los equipos, incluyendo la limpieza regular de los paneles, para asegurar su rendimiento y durabilidad. En zonas con mucho polvo o contaminación, el mantenimiento debe ser más frecuente.

Gestión del suelo: Implementar técnicas para proteger el suelo alrededor de las instalaciones, como la siembra de vegetación baja (cubiertas vegetales) que ayude a estabilizar el terreno y reducir el riesgo de erosión o desertificación.

En resumen, estas medidas y especificaciones técnicas tienen como objetivo minimizar los impactos negativos que el cambio climático pueda tener sobre el Proyecto fotovoltaico y maximizar su eficiencia. Además, contribuyen a la adaptación del proyecto a un entorno cambiante, protegiendo la infraestructura y promoviendo la sostenibilidad ambiental a largo plazo, en el capítulo IV del presente estudio se presentan con detalle las estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional específicos para el proyecto Huerta PV.

En conclusión, el propósito del proyecto es suministrar la energía al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) para el abastecimiento de centros de consumo de cualquier tipo. Como se mencionó anteriormente, esta clase de instalaciones generan energía a partir de fuentes renovables, en este caso, energía solar, son consideradas energías limpias y no contaminantes, lo que significa que no tienen un impacto negativo en el medio ambiente y contribuyen al desarrollo sostenible. Al producir electricidad sin emitir partículas contaminantes como azufre, CO_2, CO, plomo, entre otras, ayudan a reducir la contaminación atmosférica. Además, al incorporar energía limpia a la red eléctrica nacional, se disminuye la dependencia de fuentes convencionales como la energía nuclear, el carbón y los derivados del petróleo, cuyos procesos generan residuos y subproductos altamente contaminantes.

II.1.2 JUSTIFICACIÓN

La necesidad y/o posibilidad de desarrollar un proyecto fotovoltaico se determina a través de una serie de criterios técnicos, económicos, legales y ambientales. Estos criterios permiten evaluar si el proyecto es factible y rentable a largo plazo, teniendo en cuenta las condiciones locales y las exigencias del mercado. A continuación, se presentan los principales criterios que se utilizan para determinar la viabilidad de un proyecto fotovoltaico:

1. Criterios técnicos; Radiación solar, topografía del terreno, disponibilidad de terreno Acceso a la red eléctrica Infraestructura.
2. Criterios económicos; Inversión inicial, retorno de inversión, análisis de flujo de caja, subvenciones e incentivos, precio de la energía.
3. Criterios legales y normativos; Regulación local y permisos, contrato de compraventa de energía, impacto socioambiental.
4. Criterios ambientales; Impacto ambiental, sostenibilidad del proyecto, cambio climático.
5. Criterios sociales y comunitarios; Aceptación social, beneficios locales.
6. Criterios operativos y de mantenimiento; Costos de operación y mantenimiento, durabilidad y vida útil de los paneles.
7. Criterios tecnológicos; Eficiencia tecnológica, Innovación.

A continuación, se describen los criterios y aspectos a evaluar en el proyecto Huerta PV, indicando si cada uno presenta una aptitud favorable, desfavorable, o si aún se encuentra en proceso de estimación respecto a la factibilidad de su ejecución. Una aptitud favorable se refiere a la capacidad o condición de un elemento para cumplir de manera positiva con los requisitos, criterios o condiciones establecidas en un contexto determinado. En el caso de un proyecto, significa que un aspecto o criterio específico tiene las características adecuadas o necesarias para contribuir al éxito del proyecto.

Por ejemplo, si en el análisis de viabilidad del proyecto Huerta PV se dice que el terreno tiene "aptitud favorable", esto indicaría que el terreno tiene las características ideales para la instalación del proyecto, como una buena radiación solar, accesibilidad, y topografía adecuada.

En resumen, una aptitud favorable implica que se tienen las condiciones necesarias para ser adecuado o positivo dentro de un análisis o evaluación (*Cuadro 1*).

Cuadro 1. Criterios de evaluación que justifican la viabilidad del proyecto.

CRITERIOS	ASPECTO QUE EVALUAR	APTITUD	DESCRIPCIÓN
Técnicos	Radiación solar	Favorable	La cantidad de radiación solar disponible en el área del proyecto es un factor clave. Se realiza un análisis detallado del potencial solar mediante estudios climáticos y la utilización de herramientas como bases de datos de radiación (por ejemplo, PVGIS). Cuanto mayor sea la radiación solar, mayor será la eficiencia y el rendimiento energético.
	Topografía del terreno	Favorable	El área debe ser adecuada para la instalación de los paneles, preferiblemente en zonas planas o con poca pendiente para maximizar la captación de la luz solar. También se deben evitar áreas propensas a inundaciones o con una inclinación excesiva.
	Disponibilidad de terreno	Favorable	Se evalúa la extensión y adecuación del terreno disponible, considerando que un proyecto fotovoltaico requiere grandes superficies para instalar los paneles solares.
	Acceso a la red eléctrica	Favorable	Es fundamental que el proyecto esté cerca de las infraestructuras necesarias para la conexión a la red eléctrica. La proximidad a subestaciones y líneas de transmisión influye en los costos de interconexión.
	Infraestructura	Favorable	Disponibilidad de infraestructura vial y logística para el transporte de equipos y materiales hacia el sitio, así como el acceso a recursos hídricos y otras utilidades necesarias durante la fase de construcción y operación.
Económicos	Inversión inicial	Favorable	El costo total de la inversión, que incluye los paneles solares, inversores, estructura de montaje, sistema de conexión a la red, y costos de instalación. Se analiza si el proyecto tiene un costo razonable en relación con su capacidad de generación.
	Retorno de inversión	Favorable	Se realiza un cálculo financiero detallado para determinar el retorno de la inversión, evaluando el tiempo necesario para recuperar el capital invertido, considerando factores como la producción de energía, ingresos por venta de electricidad, incentivos gubernamentales y costos de operación y mantenimiento.
	Análisis de flujo de caja	Favorable	Se proyectan los ingresos y egresos futuros del proyecto, incluyendo los costos operativos, mantenimiento, impuestos y otros factores financieros. Un flujo de caja positivo es esencial para garantizar la viabilidad económica a largo plazo.

CRITERIOS	ASPECTO QUE EVALUAR	APTITUD	DESCRIPCIÓN
	Subvenciones e incentivos	Favorable	Se evalúa la existencia de incentivos gubernamentales, como subsidios, tarifas feed-in, créditos fiscales o precios preferenciales para energía renovable, que puedan mejorar la rentabilidad del proyecto.
	Precio de la energía	Favorable	Se debe analizar el mercado energético local, considerando el precio de venta de la electricidad y las posibles fluctuaciones del mercado.
Legales y normativos	Regulación local y permisos	En proceso	El proyecto debe cumplir con todas las normativas locales, nacionales e internacionales en términos de instalación de infraestructuras energéticas y protección ambiental. Esto incluye la obtención de permisos de construcción, conexión a la red y licencias para operar.
	Contrato de compraventa de energía	Favorable	Contrato de compraventa de energía a largo plazo (en inglés; Power Purchase Agreement) es clave para asegurar un comprador de la electricidad generada y establecer un precio de venta estable. La existencia de un contrato reduce los riesgos financieros.
	Impacto socioambiental	Favorable	Es necesario llevar a cabo un estudio de impacto ambiental para asegurar que el proyecto cumple con las regulaciones ambientales y no cause daños significativos al entorno o a las comunidades locales. Además, es importante evaluar el impacto social, especialmente si el proyecto afecta a la población local en términos de desplazamiento o uso de recursos.
Ambientales	Impacto ambiental	En proceso	Mediante la manifestación de impacto ambiental (MIA), se deben implementar medidas de mitigación para reducir posibles daños al ecosistema local, como la gestión de residuos, la protección de la fauna y flora, y la minimización de la erosión del suelo.
	Sostenibilidad del proyecto	En proceso	Evaluar si el proyecto contribuye a los objetivos de sostenibilidad a largo plazo, como la reducción de emisiones de carbono y la transición hacia una economía baja en carbono.
	Cambio climático	Favorable	Se considera cómo el proyecto podría verse afectado por los efectos del cambio climático, como el aumento de temperaturas, cambios en los patrones de radiación solar, o eventos climáticos extremos. También se evalúa la capacidad del proyecto para contribuir a la adaptación climática.
Sociales y comunitarios	Aceptación social	Favorable	La aceptación por parte de las comunidades locales y las partes interesadas es fundamental para el éxito del proyecto. Se deben considerar los impactos sociales, como la creación de empleo, la mejora de infraestructura local y los posibles conflictos por el uso del terreno.
	Beneficios locales	Favorable	Un análisis de los posibles beneficios para la comunidad local, como el desarrollo económico o la provisión de electricidad más limpia y asequible, puede influir en la aceptación social y el apoyo al proyecto.
Operativos y de mantenimiento	Costos de operación y mantenimiento	Favorable	Los costos de operación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida del Proyecto fotovoltaico deben calcularse con precisión. Esto incluye la limpieza regular de los paneles, reparaciones y monitorización del sistema.
	Durabilidad y vida útil de los paneles	Favorable	Se evalúa la durabilidad de los paneles solares y otros componentes, su resistencia a las condiciones climáticas, y la necesidad de reemplazo o mantenimiento a largo plazo.
Tecnológicos	Eficiencia tecnológica	Favorable	La eficiencia de los paneles solares y la tecnología utilizada son factores críticos. Se debe seleccionar tecnología avanzada que maximice la producción de energía y minimice las pérdidas.
	Innovación	En proceso	El uso de tecnologías innovadoras, como sistemas de seguimiento solar o paneles bifaciales, puede mejorar el rendimiento del proyecto y aumentar su viabilidad a largo plazo.

En conclusión, tenemos que la viabilidad del proyecto fotovoltaico depende de una combinación de estos criterios, donde la radiación solar, los costos económicos, la infraestructura disponible, el cumplimiento normativo y la aceptación social y sobre todo los aspectos ambientales, son factores clave. Todos estos aspectos deben ser cuidadosamente evaluados para asegurar que el proyecto sea rentable, sostenible y técnicamente factible como es el caso del proyecto Huerta PV.

II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El Proyecto se localiza en los municipios de Epitacio Huerta, Michoacán y Coroneo, Guanajuato; los cuales se ubican en la porción centro-occidente de la República Mexicana. Las coordenadas geográficas extremas del proyecto son 20°11'27'' y 20°10'18'' en Latitud Norte y 100°15'29'' y 100°21'18'' en Longitud Oeste. El predio del Proyecto Fotovoltaico cuenta con una superficie de 239.524 hectáreas y su línea de transmisión tendrá una longitud de 8.401 km, abarcando una superficie de 16.803 hectáreas, las cuales corresponden a su derecho de vía (**Figura 2**).



Figura 2. Ubicación regional del Proyecto.

El **Cuadro 2** y **Cuadro 3** indican respectivamente los vértices que conforman el predio del proyecto, así como el trazo de la línea de transmisión.

Cuadro 2. Coordenadas del polígono que integra el predio del Proyecto fotovoltaico.

COORDENADAS UTM DATUM WGS-84 ZONA 14 NORTE								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	366629.56	2233141.66	39	367306.65	2231957.15	77	368487.76	2231069.83
2	366685.03	2232938.37	40	367315.29	2231946.27	78	368529.32	2231045.12
3	366723.86	2232793.68	41	367341.80	2231913.08	79	368464.43	2231037.78
4	366738.12	2232742.67	42	367368.73	2231880.32	80	368452.30	2231036.10
5	366763.11	2232653.19	43	367394.56	2231853.27	81	368447.94	2231038.68
6	366828.57	2232672.51	44	367408.65	2231843.84	82	368419.83	2231034.48
7	366859.58	2232683.19	45	367416.19	2231842.89	83	368390.93	2231031.03
8	367031.37	2232734.67	46	367432.91	2231844.35	84	368378.94	2231030.00
9	367135.35	2232764.94	47	367436.88	2231845.22	85	368370.85	2231030.26
10	367138.14	2232764.70	48	367445.00	2231840.88	86	368365.25	2231026.77
11	367138.84	2232763.62	49	367495.72	2231833.08	87	368348.74	2231024.59
12	367135.72	2232753.36	50	367551.28	2231836.20	88	368310.25	2231020.14
13	367136.46	2232752.88	51	367614.12	2231868.27	89	368257.57	2231014.17
14	367122.68	2232707.85	52	367661.75	2231893.93	90	368238.46	2231013.80
15	367101.20	2232633.12	53	367665.84	2231886.77	91	368204.44	2231015.49
16	367134.64	2232600.57	54	367673.03	2231871.02	92	368169.99	2231018.88
17	367179.33	2232547.43	55	367686.28	2231841.49	93	368140.36	2231022.40
18	367190.12	2232524.34	56	367687.99	2231837.60	94	368048.48	2231039.27
19	367194.01	2232512.67	57	367728.68	2231747.67	95	367771.53	2231091.26
20	367205.28	2232463.66	58	367728.56	2231746.66	96	367551.81	2231131.63
21	367205.72	2232461.87	59	367730.59	2231742.17	97	367383.81	2231163.33
22	367196.17	2232423.62	60	367712.39	2231739.39	98	367378.82	2231164.81
23	367193.00	2232404.88	61	367696.70	2231605.95	99	367371.18	2231171.32
24	367208.57	2232348.17	62	367778.59	2231540.19	100	367354.92	2231170.11
25	367206.55	2232339.42	63	367827.99	2231499.04	101	367350.91	2231170.46
26	367199.92	2232317.50	64	367777.98	2231478.05	102	367347.51	2231171.93
27	367201.56	2232315.77	65	367895.48	2231459.72	103	367346.12	2231171.85
28	367207.59	2232303.33	66	367932.83	2231438.09	104	367320.22	2231176.62
29	367210.45	2232298.97	67	367983.18	2231407.68	105	367316.88	2231171.92
30	367242.52	2232283.64	68	368013.23	2231388.18	106	367310.45	2231168.83
31	367246.37	2232278.72	69	368101.98	2231326.35	107	367303.47	2231172.00
32	367254.86	2232232.71	70	368187.91	2231266.20	108	367297.44	2231170.97
33	367248.16	2232197.92	71	368244.69	2231224.83	109	367295.67	2231171.85
34	367231.04	2232100.65	72	368337.72	2231157.04	110	367286.17	2231173.35
35	367230.81	2232062.05	73	368339.11	2231154.68	111	367282.99	2231176.61

COORDENADAS UTM DATUM WGS-84 ZONA 14 NORTE								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
36	367252.30	2232032.07	74	368343.04	2231151.87	112	367277.20	2231177.40
37	367266.76	2232009.70	75	368458.00	2231121.88	113	367275.12	2231174.56
38	367283.24	2231986.82	76	368448.95	2231090.92	114	367255.92	2231177.56
115	367252.67	2231177.40	155	366113.20	2231745.09	195	366437.92	2232271.83
116	367245.13	2231179.07	156	366163.46	2231752.61	196	366443.59	2232270.34
117	367238.54	2231182.16	157	366175.07	2231802.06	197	366448.72	2232268.86
118	367233.22	2231185.34	158	366347.59	2231831.47	198	366449.75	2232268.62
119	367231.64	2231187.80	159	366317.69	2231945.22	199	366450.57	2232268.49
120	367233.14	2231192.80	160	366311.83	2231966.99	200	366452.78	2232268.59
121	367093.87	2231218.05	161	366308.17	2231983.76	201	366450.58	2232275.15
122	366681.96	2231294.24	162	366385.48	2231999.30	202	366444.55	2232279.52
123	366679.50	2231291.78	163	366448.65	2232053.70	203	366437.80	2232287.06
124	366553.22	2231314.88	164	366487.17	2232095.32	204	366437.40	2232292.54
125	366492.03	2231326.65	165	366261.05	2232138.63	205	366434.07	2232297.85
126	366474.48	2231333.00	166	366265.44	2232166.92	206	366428.43	2232301.27
127	366477.86	2231353.09	167	366174.37	2232184.42	207	366421.70	2232310.62
128	366270.09	2231391.05	168	366172.38	2232186.23	208	366415.20	2232322.54
129	366240.45	2231396.47	169	366157.15	2232186.23	209	366410.36	2232333.39
130	366242.24	2231406.65	170	366086.44	2232232.92	210	366406.29	2232338.89
131	366202.96	2231414.19	171	366051.65	2232255.79	211	366402.32	2232341.99
132	366130.59	2231549.88	172	366035.40	2232261.93	212	366394.57	2232346.31
133	366079.61	2231538.34	173	365989.38	2232265.36	213	366387.90	2232356.90
134	366033.09	2231527.63	174	365953.09	2232255.21	214	366375.20	2232379.46
135	365983.23	2231511.00	175	365928.75	2232258.04	215	366322.32	2232457.28
136	365934.87	2231499.36	176	365898.23	2232272.59	216	366319.05	2232583.28
137	365863.26	2231482.42	177	365846.59	2232310.53	217	366317.78	2232594.10
138	365790.41	2231464.24	178	365746.32	2232325.07	218	366318.16	2232622.76
139	365669.54	2231436.75	179	365714.28	2232335.67	219	366316.34	2232666.10
140	365569.13	2231412.97	180	365682.79	2232340.21	220	366316.98	2232676.46
141	365473.23	2231388.45	181	365667.59	2232345.47	221	366251.92	2232808.86
142	365401.85	2231520.42	182	365634.21	2232350.25	222	366240.37	2232834.60
143	365324.97	2231656.95	183	365436.30	2232381.70	223	366238.62	2232840.35
144	365388.13	2231668.67	184	365372.95	2232392.92	224	366233.68	2232855.11
145	365481.20	2231687.31	185	365362.53	2232547.14	225	366226.02	2232878.10
146	365679.14	2231718.50	186	366179.90	2232338.56	226	366222.42	2232889.54
147	365935.93	2231762.09	187	366192.99	2232335.32	227	366222.05	2232892.12
148	365935.12	2231688.53	188	366243.68	2232322.46	228	366204.79	2232930.75
149	366028.16	2231675.02	189	366293.56	2232309.36	229	366199.70	2232942.22
150	366053.07	2231597.82	190	366337.05	2232298.31	230	366191.13	2232962.56
151	366111.09	2231611.06	191	366367.18	2232290.25	231	366186.26	2232974.74
152	366108.49	2231619.36	192	366404.56	2232280.35	232	366186.19	2232976.20

COORDENADAS UTM DATUM WGS-84 ZONA 14 NORTE								
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
153	366094.73	2231664.81	193	366429.05	2232274.14	233	366256.03	2233095.07
154	366094.05	2231671.42	194	366436.52	2232271.80	234	366284.17	2233106.72
235	366313.01	2233117.52	239	366418.32	2233137.04	243	366628.43	2233143.47
236	366329.83	2233122.39	240	366428.81	2233137.37	244	366629.56	2233141.66
237	366371.74	2233131.28	241	366439.81	2233138.23			
238	366396.76	2233134.99	242	366449.56	2233137.14			

Cuadro 3. Coordenadas de localización del trazo de la línea de transmisión.

COORDENADAS UTM DATUM WGS-84 ZONA 14 NORTE					
VÉRTICE	X	Y	VÉRTICE	X	Y
1	366181.60	2231509.25	12	361438.84	2232732.35
2	366019.75	2231460.86	13	361168.51	2232639.63
3	364802.91	2232087.11	14	360808.88	2232723.68
4	364603.61	2232202.05	15	360567.72	2232826.25
5	364024.85	2232493.42	16	360339.53	2232909.90
6	363777.45	2232542.87	17	359937.86	2233145.63
7	363301.97	2232627.75	18	358577.76	2232975.06
8	362677.10	2232722.26	19	358532.10	2232875.69
9	362057.35	2232827.76	20	358426.34	2232879.71
10	362057.63	2232749.02	21	358417.28	2232959.20
11	361827.61	2232735.94			

Cuadro 4. Coordenadas de localización de las torres de la línea de transmisión.

COORDENADAS UTM DATUM WGS-84 ZONA 14 NORTE					
TORRE	X	Y	TORRE	X	Y
1	366110.37	2231487.95	21	362057.63	2232749.02
2	366019.75	2231460.86	22	361827.61	2232735.94
3	365827.80	2231559.65	23	361633.23	2232734.14
4	365605.51	2231674.05	24	361438.85	2232732.35
5	365383.22	2231788.45	25	361303.68	2232685.99
6	365160.93	2231902.85	26	361168.51	2232639.63
7	364938.64	2232017.26	27	360988.69	2232681.66
8	364802.91	2232087.11	28	360808.88	2232723.68
9	364603.61	2232202.05	29	360567.72	2232826.25
10	364380.31	2232314.47	30	360339.53	2232909.90
11	364157.01	2232426.88	31	360138.69	2233027.77

COORDENADAS UTM DATUM WGS-84 ZONA 14 NORTE					
TORRE	X	Y	TORRE	X	Y
12	364024.85	2232493.42	32	359937.86	2233145.63
13	363779.69	2232542.42	33	359711.18	2233117.21
14	363533.60	2232586.40	34	359484.49	2233088.78
15	363287.42	2232629.95	35	359257.81	2233060.35
16	363040.23	2232667.34	36	359031.13	2233031.92
17	362793.05	2232704.72	37	358804.44	2233003.49
18	362546.25	2232744.54	38	358577.76	2232975.06
19	362299.79	2232786.49	39	358532.10	2232875.69
20	362057.35	2232827.76	40	358426.34	2232879.71

Cuadro 5. Coordenadas de localización de los vértices de vallado perimetral del proyecto.

COORDENADAS UTM DATUM WGS-84 ZONA 14 NORTE							
VALLA PERIMETRAL	VÉRTICE	X	Y	VALLA PERIMETRAL	VÉRTICE	X	Y
VALLA 1	1	366435.95	2232267.79	VALLA 2	4	367182.22	2232118.36
	2	366427.96	2232270.29		5	367236.19	2232135.66
	3	366403.56	2232276.48		6	367245.70	2232189.67
	4	366366.15	2232286.39		7	367114.42	2232321.33
	5	366336.05	2232294.44		8	367114.42	2232545.36
	6	366292.56	2232305.48		9	366990.67	2232718.12
	7	366242.68	2232318.58		10	366981.94	2232718.45
	8	366192.01	2232331.44		11	366859.89	2232682.24
	9	366178.92	2232334.68		12	366828.88	2232671.56
	10	365366.89	2232541.90		13	366762.42	2232651.94
	11	365376.73	2232396.31		14	366737.15	2232742.40
	12	365436.96	2232385.65		15	366722.90	2232793.41
	13	365634.81	2232354.20		16	366661.59	2233020.50
	14	365668.54	2232349.37		17	366645.34	2233020.60
	15	365683.74	2232344.12		18	366563.27	2232995.40
	16	365715.20	2232339.58		19	366563.32	2232918.56
	17	365747.24	2232328.98		20	366576.34	2232802.45
	18	365848.15	2232314.34		21	366576.31	2232785.65
	19	365900.29	2232276.04		22	366556.47	2232648.71
	20	365929.87	2232261.94		23	366556.39	2232647.56
	21	365952.77	2232259.27		24	366556.39	2232317.51
	22	365988.98	2232269.40		25	366479.75	2232244.51
	23	366036.28	2232265.88		26	366547.39	2232157.14
	24	366053.47	2232259.38		27	366518.40	2232129.06

COORDENADAS UTM DATUM WGS-84 ZONA 14 NORTE							
VALLA PERIMETRAL	VÉRTICE	X	Y	VALLA PERIMETRAL	VÉRTICE	X	Y
	25	366088.64	2232236.26		28	366448.65	2232053.70
	26	366158.35	2232190.23		29	366385.48	2231999.30
	27	366173.92	2232190.23		30	366309.15	2231983.95
	28	366176.23	2232188.14		31	366312.81	2231967.23
	29	366269.98	2232170.12		32	366318.66	2231945.47
	30	366265.59	2232141.83		33	366349.54	2231827.98
	31	366485.80	2232099.66		34	366169.34	2231773.30
	32	366532.96	2232155.64		35	366164.28	2231751.72
	33	366435.95	2232267.79		36	366120.03	2231745.10
VALLA 2	1	367181.73	2231866.25		37	366102.48	2231642.67
	2	367187.15	2231965.73		38	366109.44	2231619.65
	3	367158.31	2232079.84		39	366130.84	2231551.54
VALLA 2	40	366203.62	2231415.08	VALLA 4	5	367695.82	2231605.38
	41	366245.71	2231407.00		6	367695.82	2231706.64
	42	366310.82	2231389.00		7	367406.54	2231706.64
	43	366321.04	2231388.71		8	367373.82	2231775.10
	44	366494.15	2231441.24		9	367352.82	2231807.80
	45	366494.15	2231542.85		10	367289.82	2231876.25
	46	366488.01	2231600.14		11	367238.54	2231876.25
	47	366490.44	2231618.23		12	367210.54	2231807.80
	48	366494.68	2231637.26		13	367040.84	2231807.80
	49	366498.35	2231653.73		14	366539.54	2231654.45
	50	366542.46	2231672.26		15	366518.54	2231615.33
	51	367181.73	2231866.25		16	366518.54	2231537.71
VALLA 3	1	365934.92	2231760.90		17	366525.54	2231537.71
	2	365679.30	2231717.52		18	366525.54	2231459.51
	3	365481.38	2231686.32		19	366517.54	2231445.61
	4	365388.32	2231667.68		20	366517.54	2231322.76
	5	365326.53	2231656.22		21	366681.63	2231295.32
	6	365402.72	2231520.90		22	366728.61	2231286.63
	7	365473.74	2231389.61		23	366943.63	2231248.70
	8	365568.89	2231413.94		24	367049.34	2231271.89
	9	365669.31	2231437.73		25	367224.88	2231261.83
	10	365790.18	2231465.21		26	368048.66	2231040.26
	11	365863.02	2231483.39		27	368107.67	2231029.42
	12	365934.63	2231500.33		28	368107.67	2231288.49
	13	365982.95	2231511.97		29	367855.57	2231464.93
	14	366032.82	2231528.59				
	15	366079.39	2231539.32				

COORDENADAS UTM DATUM WGS-84 ZONA 14 NORTE							
VALLA PERIMETRAL	VÉRTICE	X	Y	VALLA PERIMETRAL	VÉRTICE	X	Y
	16	366120.73	2231548.67				
	17	366105.22	2231608.70				
	18	366052.40	2231596.65				
	19	366027.40	2231674.12				
	20	365934.11	2231687.66				
	21	365934.92	2231760.90				
VALLA 4	1	367855.57	2231464.93				
	2	367774.33	2231477.60				
	3	367806.22	2231515.88				
	4	367777.96	2231539.42				

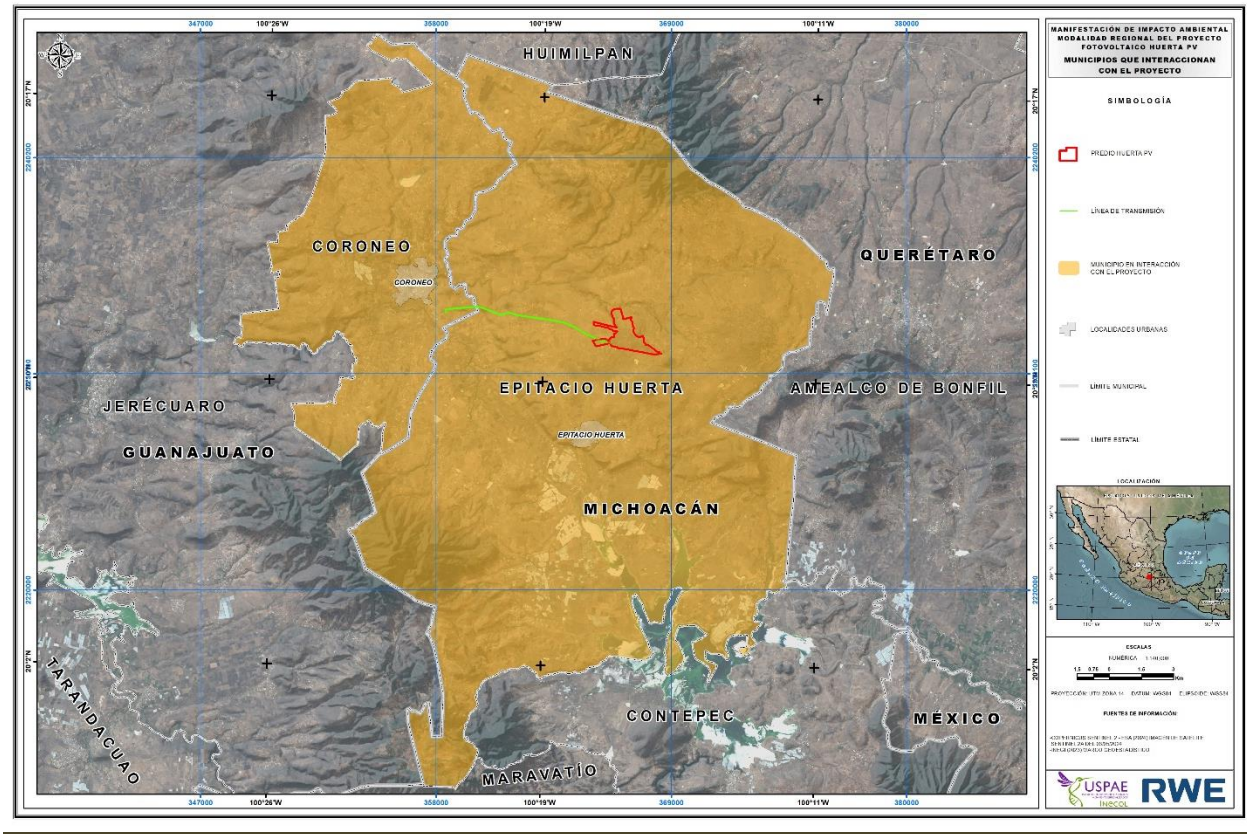


Figura 3. Municipios que interaccionan con el Proyecto.

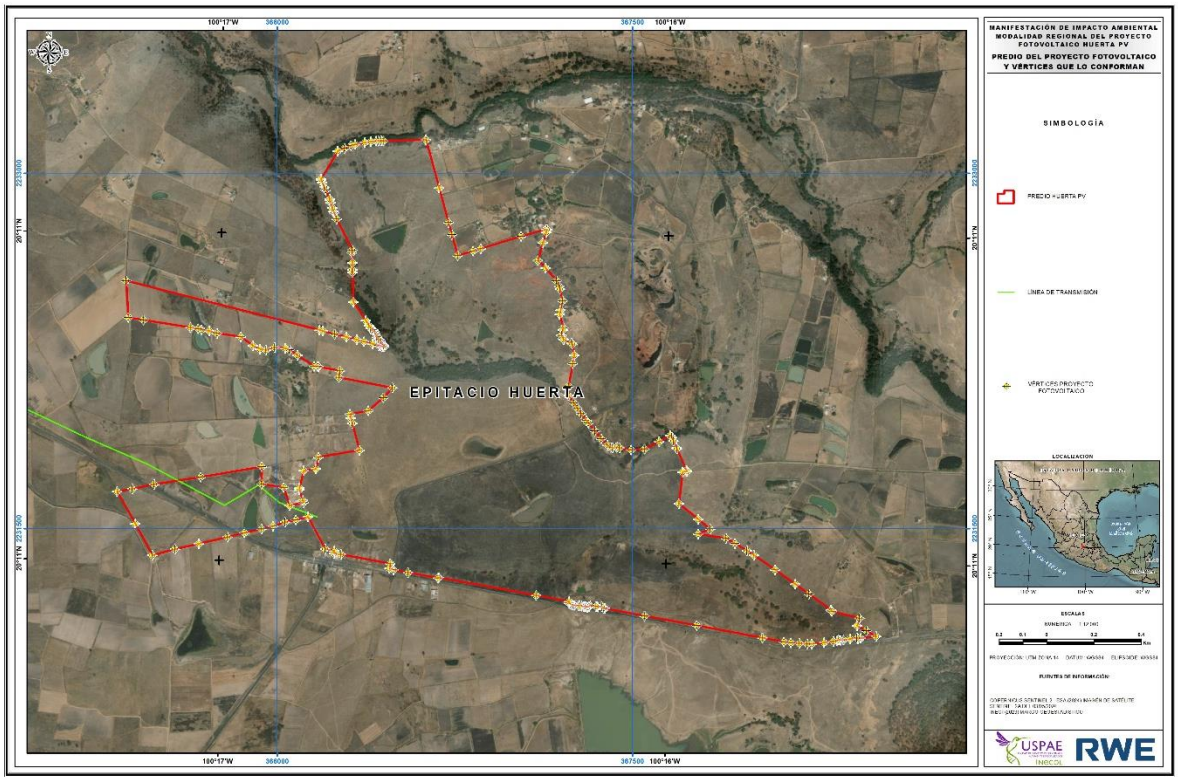


Figura 4. Predio del Proyecto y vértices que lo conforman.

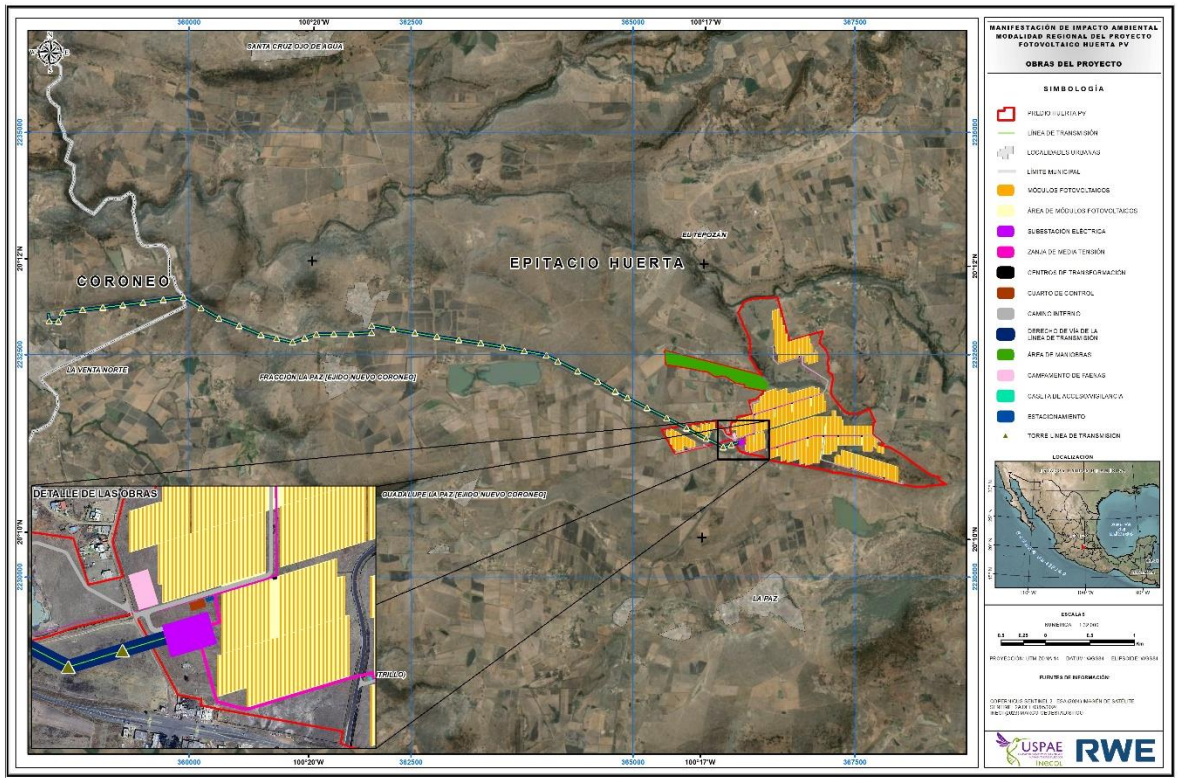


Figura 5. Obras del proyecto.

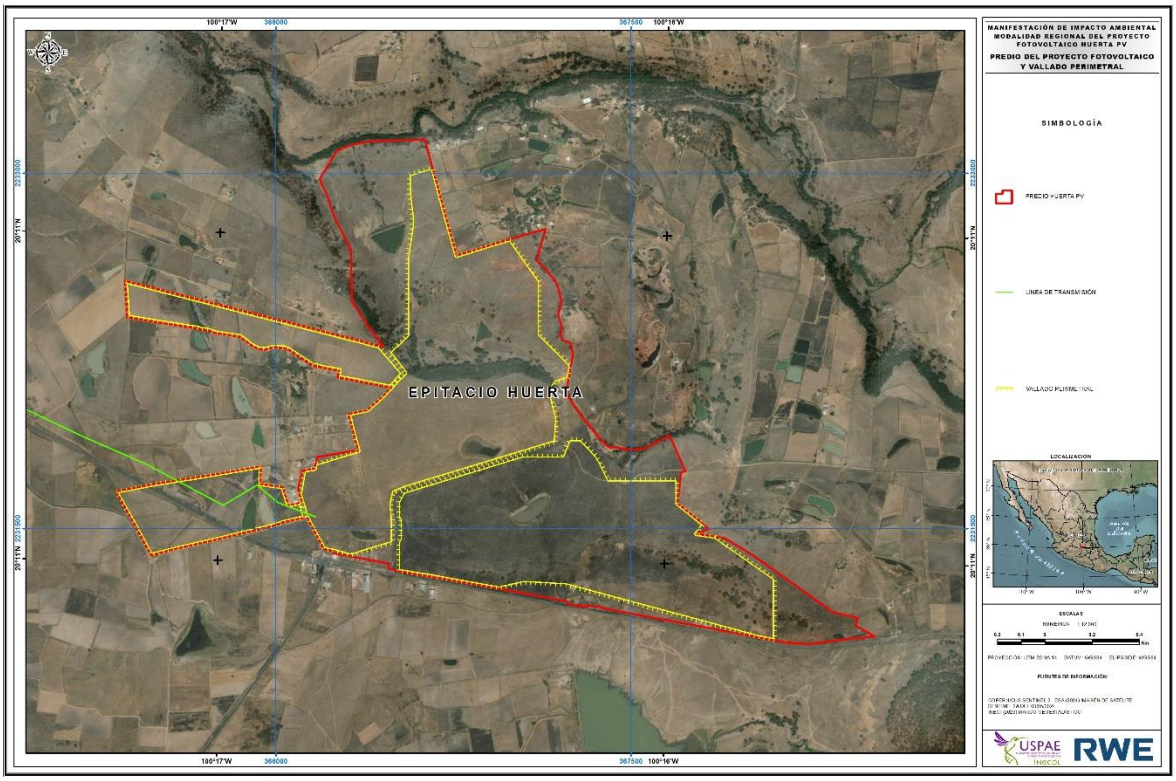


Figura 6. Vallado perimetral del Proyecto.

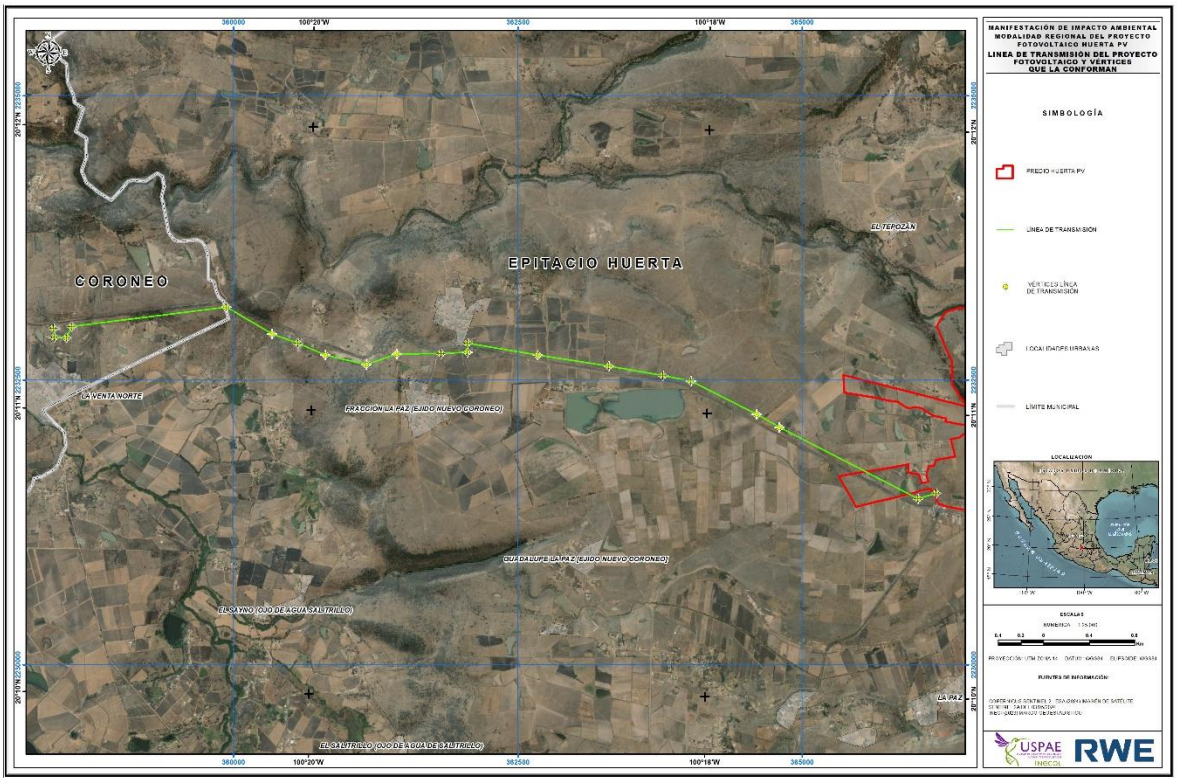


Figura 7. Vértices de la Línea de Transmisión (LT) del Proyecto.

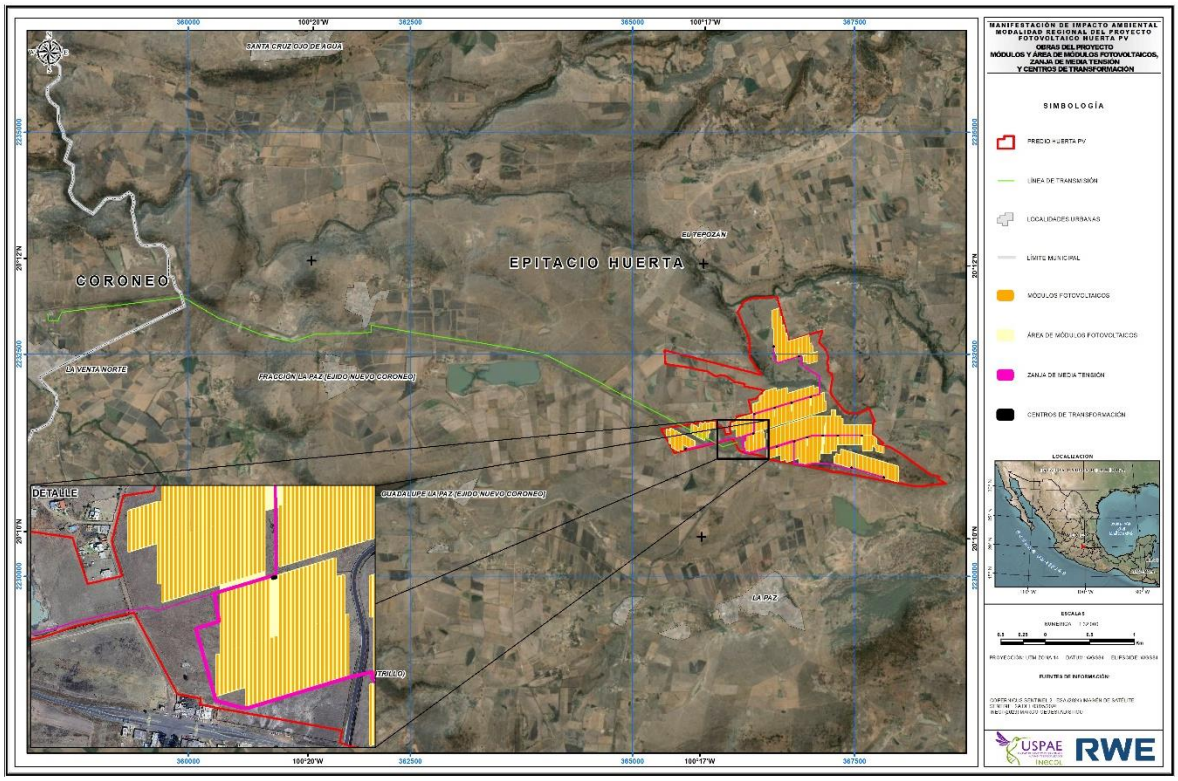


Figura 8. Obras del proyecto: módulos de media tensión y concentradores.

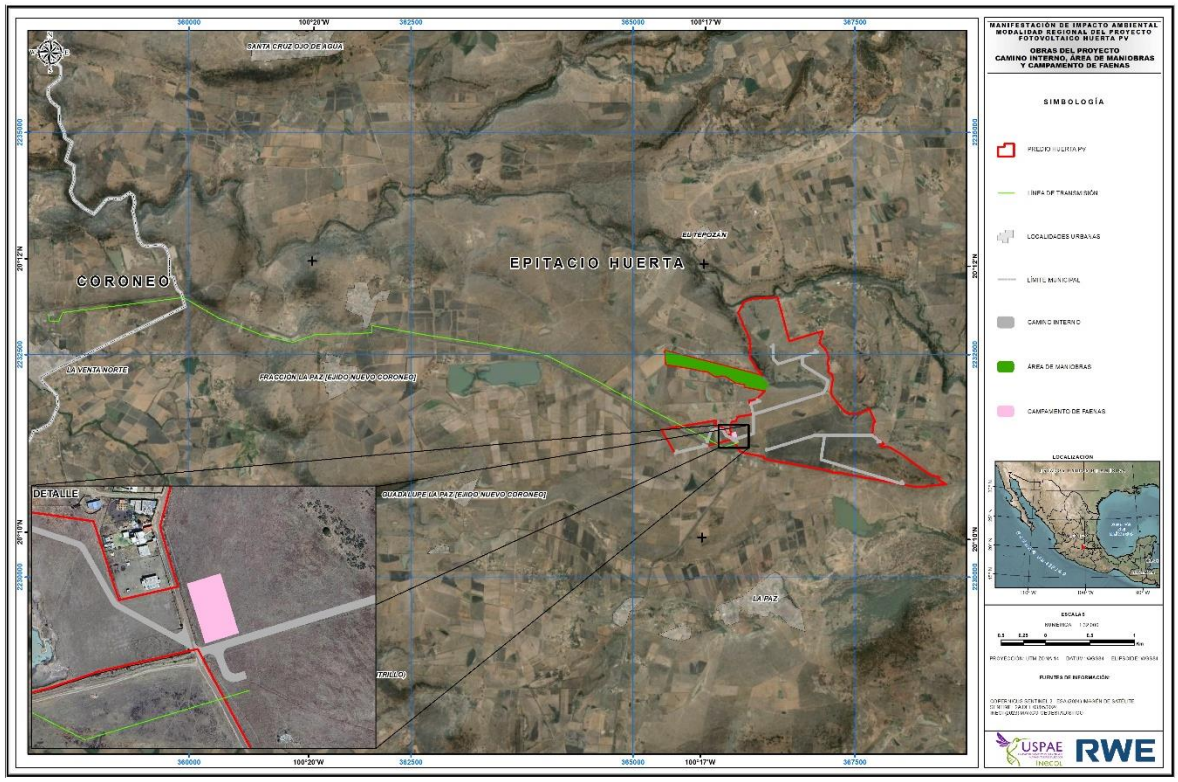


Figura 9. Obras del proyecto: caminos y área de maniobras.

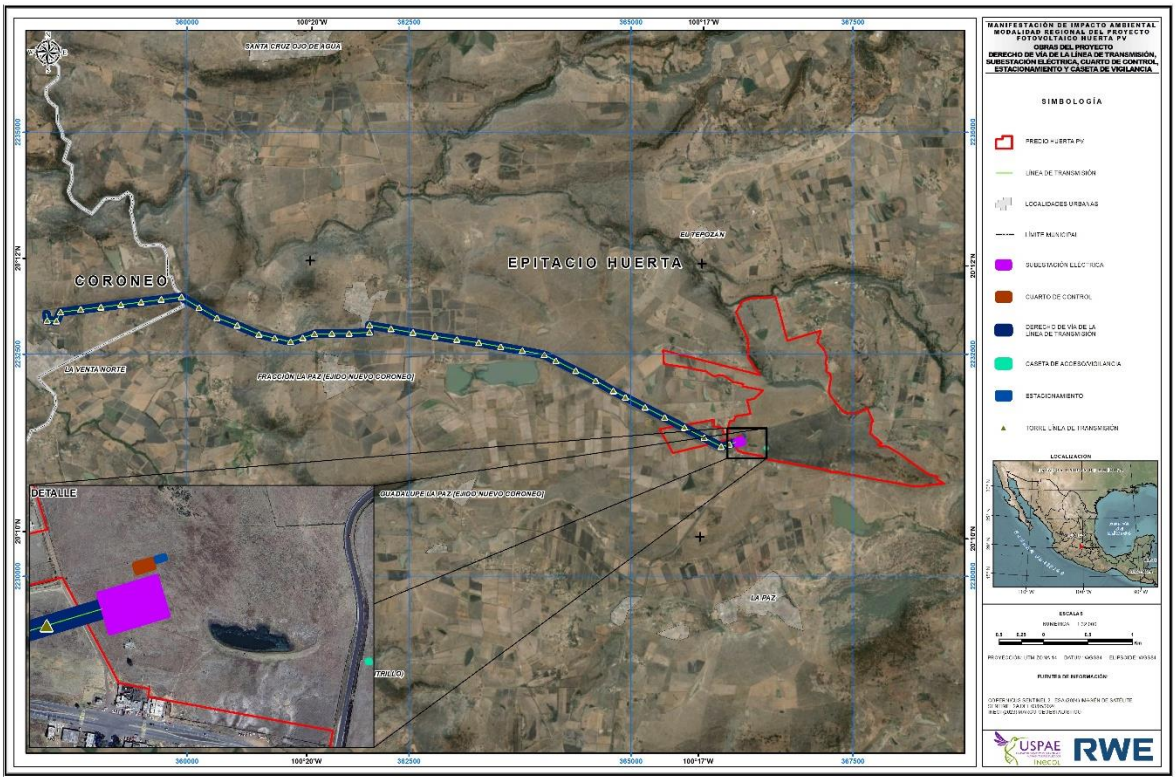


Figura 10. Obras del proyecto: Línea de Transmisión (LT), Subestación Elevadora (SE) y cuarto de control.

II.1.3.1 SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA

El proyecto contiene obras permanentes y temporales, mismas que suman una superficie de 180.588 hectáreas, de las cuales 165.403 ha se consideran como permanentes y 15.185 ha como temporales. Del total de la superficie de las obras permanentes una porción presenta coincidencia espacial de las obras entre sí mismas (37.473 ha), tal es el caso de los módulos fotovoltaicos, centros de transformación, caminos internos, zanjas de media tensión y derecho de vía de la línea de transmisión. **Finalmente, la superficie del proyecto que es considerada como de área de afectación corresponde a 143.115 hectáreas, dentro de las cuales se encuentran áreas permanentes y temporales.** El

Cuadro 6 y

Cuadro 7 recogen las superficies de cada una las obras que se construirán para el proyecto.

Cuadro 6. Superficies ocupadas por obras permanentes.

OBRA	LONGITUD		SUPERFICIE TOTAL DE LA OBRA		SUPERFICIE DE LA OBRA QUE COINCIDE CON ALGUNA OTRA OBRA		SUPERFICIE NETA DE AFECTACIÓN	
	M	KM	M^2	HA	M^2	HA	M^2	HA
Módulos fotovoltaicos	-	-	355,973.402	35.597	355,973.402	35.597	0.000	0.000
Área de módulos fotovoltaicos (incluye zanjas de baja tensión)	-	-	1,088,209.617	108.821	-	-	1,088,209.617	108.821
Subestación eléctrica	-	-	4,399.962	0.440	-	-	4,399.962	0.440
Cuarto de control	-	-	305.639	0.031	-	-	305.639	0.031
Estacionamiento	-	-	68.750	0.007	-	-	68.750	0.007
Caseta de acceso/vigilancia	-	-	9.590	0.001	-	-	9.590	0.001
Centros de transformación	-	-	236.310	0.024	206.772	0.021	29.538	0.003
Camino interno (incluye caminos de acceso)	6,375.733	6.376	26,648.455	2.665	9,810.821	0.981	16,837.634	1.684
Zanja de media tensión	7,134.603	7.135	10,137.557	1.014	5,145.322	0.515	4,992.235	0.499
Derecho de vía de la Línea de transmisión (incluye 40 cimentaciones de 20 x 20m correspondientes a las torres)	8,401.266	8.401	168,025.243	16.803	3588.650	0.359	164,436.593	16.444
Vallado perimetral	13,775.714	13.776	-	-	-	-	-	-
Total	35,687.316	35.688	1,654,014.525	165.403	374,724.967	37.473	1,279,289.558	127.930

Cuadro 7. Superficies a ocupar por obras temporales.

OBRA	SUPERFICIE NETA DE AFECTACIÓN	
	M^2	HA
Campamento de faenas	2,050.379	0.205
Área de maniobras	149,797.583	14.980
Total	151,847.962	15.185

SUPERFICIE A AFECTAR (M²) CON RESPECTO A LA COBERTURA VEGETAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

Para conocer las superficies a afectar de la cobertura vegetal por las obras del proyecto, fue necesario comparar la superficie de las obras con la cobertura de uso de suelo y vegetación, para lo cual se empleó una clasificación de uso de suelo y vegetación obtenida de una imagen de satélite Sentinel 2A y muestreos de campo (el proceso detallado de cómo se obtuvo dicha clasificación se presenta en el apartado de vegetación del capítulo IV). En el **Cuadro 8** y **Cuadro 9** se pueden apreciar las superficies de vegetación respecto a cada una de las obras del proyecto.

Cuadro 8. Superficies de afectación permanente respecto a la cobertura vegetal (m²) en el Proyecto Fotovoltaico Huerta PV.

TIPO DE COBERTURA / OBRAS	BOSQUE DE ENCINO	AGROPECUARIO	TOTAL
Área de módulos fotovoltaicos	-	1,088,209.617	1,088,209.617
Subestación eléctrica	-	4,399.962	4,399.962
Cuarto de control	-	305.639	305.639
Estacionamiento	-	68.750	68.750
Caseta de acceso/vigilancia	-	9.590	9.590
Centros de transformación	-	29.538	29.538
Camino interno	135.842	16,701.792	16,837.634
Zanja de media tensión	90.005	4,902.230	4,992.235
Derecho de vía de la Línea de transmisión	-	164,436.593	164,436.593
Total	225.847	1,279,063.711	1,279,289.558

Cuadro 9. Superficies de afectación temporal respecto a la cobertura vegetal (m²) en el Proyecto Fotovoltaico Huerta PV.

TIPO DE COBERTURA / OBRAS	AGROPECUARIO	TOTAL
Campamento de faenas	2,050.379	2,050.379
Área de maniobras	149,797.583	149,797.583
Total	151,847.962	151,847.962

Como ya fue mencionado anteriormente, la superficie de afectación del proyecto (obras permanentes y temporales) presenta una superficie **de 1,431,137.520 m² (143.115 ha), de los cuales 225.847 m² (0.023 ha) son considerados como terrenos para cambio de uso de suelo (CUSTF) (0.016% respecto del total del proyecto).**

II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

El monto estimado de la inversión total del proyecto, para la preparación del sitio y construcción del proyecto es de $ 1,258,605,426.75 pesos mexicanos. El costo de la operación y mantenimiento anual se estima en $21,546,147.40 pesos mexicanos.

ETAPA	INVERSIÓN USD	INVERSIÓN MXN
Preparación del sitio y construcción	$ 62,930,271.34	$ 1,258,605,426.75
Operación y mantenimiento *	$ 1,077,307.37	$ 21,546,147.40
Desmantelamiento y abandono	$ 23,630,337.00	$ 472,606,740.00
* Costo anual de Operación y Mantenimiento		

El cálculo de los costos para las medidas de prevención, mitigación y recuperación ambiental para un parque fotovoltaico depende de varios factores, sin embargo, una forma común de estimar estos costos es asignar un porcentaje de la inversión total del proyecto, basado en prácticas y experiencia previa en este tipo de proyectos enérgicos (Cuadro 10).

1. Medidas de prevención ambiental

Estas acciones están orientadas a evitar impactos ambientales negativos desde el inicio del proyecto, como estudios previos, delimitación de áreas sensibles y capacitación ambiental.

- Porcentaje estimado: 0.5% a 2% del total de inversión.
- Costo aproximado:
    - Bajo: $6,293,027
    - Alto: $25,172,108

2. Medidas de mitigación ambiental

Acciones para reducir o minimizar los impactos generados durante la construcción y operación del proyecto, como la revegetación de áreas afectadas, el manejo de residuos, y el control de emisiones.

- Porcentaje estimado: 1% a 3% del total de inversión.
- Costo aproximado:
    - Bajo: $12,586,054
    - Alto: $37,758,163

3. Medidas de recuperación ambiental

Estas medidas buscan restaurar el entorno a su estado original o a un estado funcional equivalente después del abandono o desmantelamiento del proyecto, incluyendo la rehabilitación del suelo, revegetación y eliminación de infraestructura.

- Porcentaje estimado: 2% a 5% del total de inversión.
- Costo aproximado:
    - Bajo: $25,172,108
    - Alto: $62,930,271

Cuadro 10. Resumen de costos

CATEGORÍA	PORCENTAJE BAJO	PORCENTAJE ALTO	COSTO BAJO (MXN)	COSTO ALTO (MXN)
Prevención	0.5%	2%	$6,293,027	$25,172,108
Mitigación	1%	3%	$12,586,054	$37,758,163
Recuperación	2%	5%	$25,172,108	$62,930,271
Total estimado	3.5%	10%	$44,051,189	$125,860,542

Algunas consideraciones importantes que hay que tomas en cuenta son las siguientes:

Especificidades del proyecto: Estos valores son estimaciones generales. Se recomienda realizar un desglose más detallado basado los requerimientos legales (como el estudio técnico económico ETE).

Normatividad: Los costos también pueden variar dependiendo de las exigencias de la SEMARNAT y de las obligaciones derivadas de la MIA (Manifestación de Impacto Ambiental).

Monitoreo y seguimiento: Los costos pueden incluir programas de monitoreo continuo y auditorías ambientales, especialmente para asegurar el cumplimiento a largo plazo.

Ajustes: Factores como la inflación pueden modificar estas estimaciones.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

A continuación, se describen los componentes principales que conforman una instalación fotovoltaica.

Los equipos principales son Los siguientes:

- Módulos Fotovoltaicos Longi Solar, modelo LR5-72HGD 590M de 144 células monocristalinas, tecnología bifacial 80±5% (127,680 unidades de 590Wp).
- Estructuras de seguimiento solar en eje horizontal en dirección norte-sur, fabricados por Nextracker, (1,406 unidades en configuración 1V84 y 71 unidades en configuración 1V56).
- 320 cajas combinadoras de tipo centralizadas.
- Centros de Transformación SG4400UD-MV-US de potencia nominal 4400kVA a 40°C para elevar la tensión hasta 34.5kV suministrados por los 4 inversores integrados en cada centro (16 unidades).

Célula fotovoltaica

La conversión de la radiación solar en energía eléctrica tiene lugar en la celda fotovoltaica, que es el elemento base del proceso de transformación de la radiación en energía. La radiación solar contiene partículas denominadas fotones, que son las responsables de transportar la energía generada. Cuando un fotón con suficiente energía golpea la celda, es absorbido por los materiales semiconductores y libera un electrón. El electrón, una vez libre, deja detrás de sí una carga positiva llamada hueco. Por lo tanto, cuanto mayor sea la cantidad de fotones que golpean la celda, tanto más numerosas serán las parejas electrón-hueco producidas por efecto fotovoltaico y por lo tanto más elevada la cantidad de corriente producida.

Las células fotovoltaicas o las células solares que utilizan el efecto fotoeléctrico producen electricidad cuando la luz del sol incide directamente sobre ellas. Las células suelen estar conectadas entre sí para formar módulos fotovoltaicos y los módulos a su vez se combinan y conectan para formar matrices fotovoltaicas en una planta de energía solar típicamente grande. Sobre la base de la construcción de células, hay dos tipos de tecnología que se utilizan actualmente:

1. Tecnología de silicio cristalino (monocristalino, policristalino, y cristalino amorfo)
2. Tecnología de película delgada (donde el material fotovoltaico puede ser impreso o pulverizado sobre un material de sustrato flexible y protegido por una capa transparente flexible. Se muestra a continuación una figura que esquematiza este proceso (**Figura 11**):

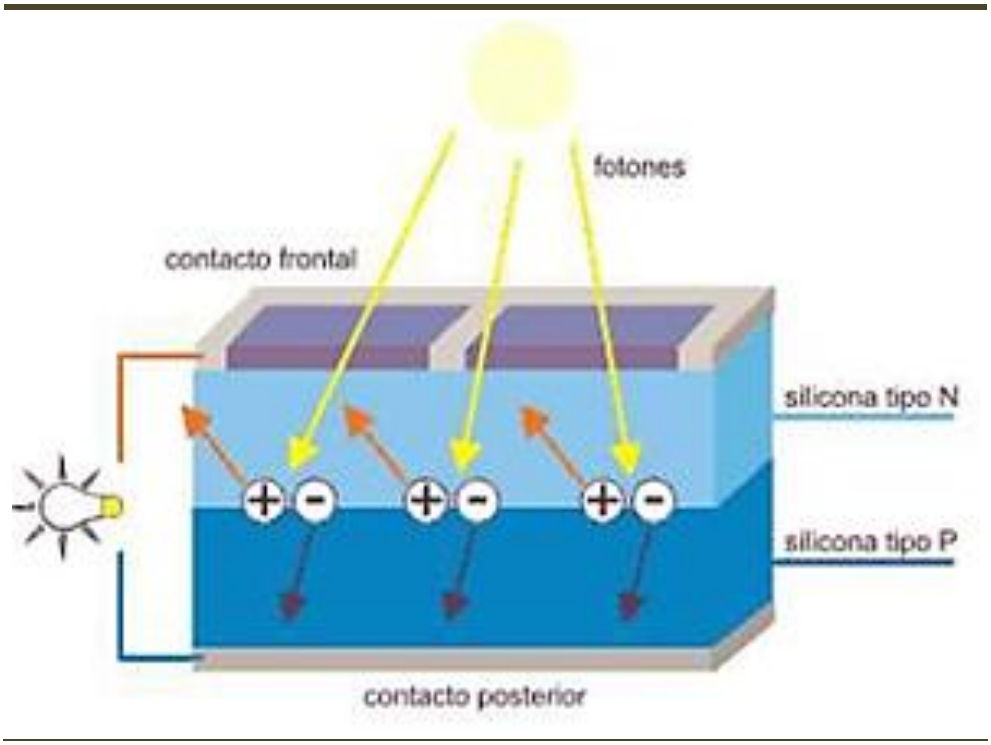


Figura 11. Conversión de radiación solar.

La celda fotovoltaica es un dispositivo formado por una delgada lámina de un material semiconductor, compuesta por telurio de cadmio o más comúnmente por silicio.

Módulo fotovoltaico

Un módulo fotovoltaico es una asociación de celdas a las que protege físicamente de la intemperie y aísla eléctricamente del exterior, dando rigidez mecánica al conjunto. La estructura de los módulos se muestra en la siguiente *Figura 12*:

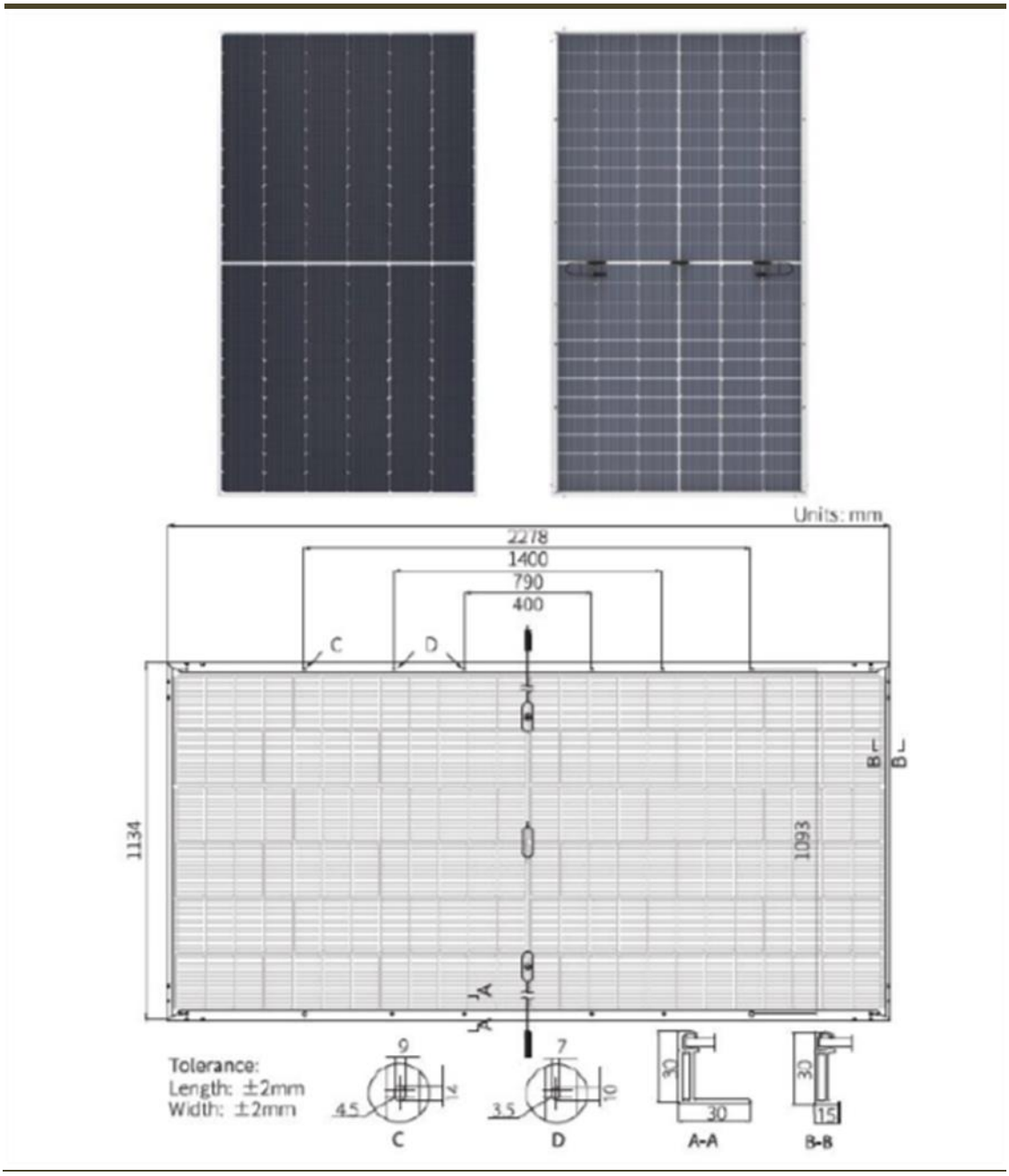


Figura 12. Módulo fotovoltaico.

En el proyecto Huerta PV (60MW) se instalarán módulos fotovoltaicos del fabricante Longi Solar, modelo LR5-72HGD 590M. En concreto módulos monocristalinos bifaciales de 144 células con una potencia nominal de 590 Wp (**Cuadro 11**).

Cuadro 11. Especificaciones de los módulos fotovoltaicos.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
Tipo de Módulo	LR5-72HGD-590M	
Condiciones de prueba	STC: AM1.5 1000W/m² 25°C	NOC: AM1.5 800W/m² 20°C 1m/S
Potencia Máxima (Pmax/W	590	437.7
Voltaje de circuito Abierto (Voc/V)	52.12	48.75
Corriente de corto circuito (Isc/A)	14.37	11.35
Voltaje a Potencia máxima (Vmp/A)	43.68	40.97
Corriente a Potencia máxima (Imp/A)	13.51	10.68
Eficiencia del módulo (%)	21.8	

Conectores

Los conectores son elementos esenciales para la interconexión de módulos fotovoltaicos, permitiendo la formación de series. Su correcto funcionamiento es crucial para la eficiencia de la planta, ya que cualquier fallo puede afectar su rendimiento. Es fundamental que los conectores sean de material clase II (doble aislamiento) y estén completamente sellados, evitando así la entrada de polvo y humedad. Esto es vital para prevenir la degradación, la formación de arcos eléctricos y posibles quemaduras en el conector, lo que podría resultar en cortocircuitos.

Estructura del tracker (seguidores)

El sistema de seguimiento permite captar más radiación solar, por lo que se incrementa la producción de energía de los módulos fotovoltaicos. La estructura es un seguidor horizontal con seguimiento E-O a un eje con 1 módulo fotovoltaico en posición vertical del fabricante Longi Solar.

Los trackers disponen de un controlador de seguimiento que está ubicado en el motor, en el centro de cada fila. Los controladores son autoalimentados con respaldo de batería. El seguidor usa una conexión cableada hasta el Centro de Transformación para la transmisión de estado y recepción de consignas.

El montaje de los módulos fotovoltaicos en los seguidores se realiza mediante elementos de unión atornillados.

En el caso del proyecto Huerta PV, el seguidor será del fabricante Nextracker, modelo NX Horizon-XTR el número total de estructuras a instalar es de 1,577 seguidores, los cuales portarán 84 módulos (3 strings) y 56 módulos (2 strings) respectivamente.

Los módulos se instalarán en posición vertical. El seguidor permite que los módulos giren sobre un eje horizontal en un rango de ±60° y un acimut de 0° dirección norte. Esta orientación y acimut garantizaran la máxima producción a lo largo del año (*Figura 13*).

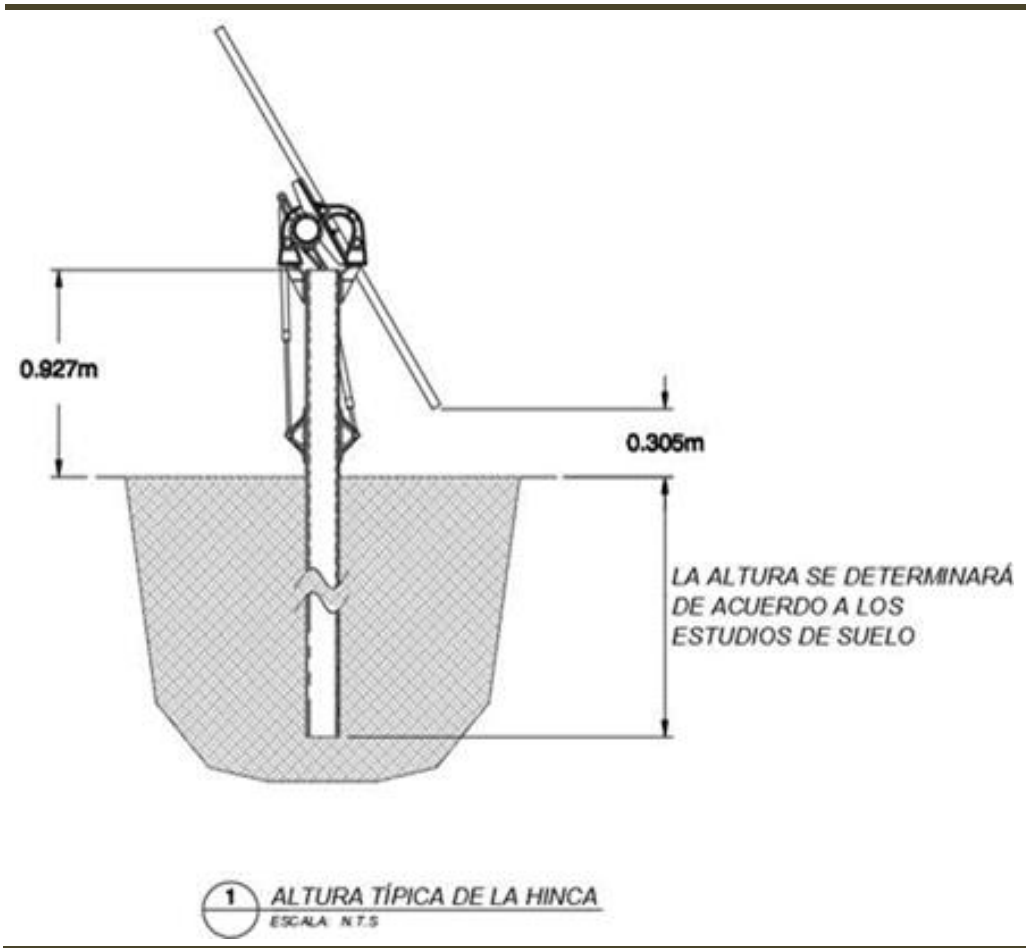


Figura 13. Detalle del Tracker (seguidor).

Inversor

El inversor es un dispositivo eléctrico que convierte corriente continua en corriente alterna a una determinada frecuencia. El control del inversor es capaz de ajustar y configurar el patrón de respuesta de la inyección de potencia reactiva y activa cuando se producen fallas de red, frecuencia o variaciones de tensión. El accesorio de interfaz de control de potencia permite al inversor seguir rápidamente las instrucciones del operador de la red.

La planta fotovoltaica Huerta PV cuenta con 64 inversores, distribuidos en 4 unidades por cada Centro de Transformación.

Centros de transformación

La tecnología de inversor centralizado seleccionada permite que estos estén acoplados de fábrica con el transformador MT/BT, por lo tanto aunque a la salida del inversor el nivel de tensión es de 645 V, a la salida del Centro de Transformación, el nivel de tensión es de 34.5kV, en este punto, la potencia a la salida de cada centro de transformación se colecta en circuitos de MT y se establece una red colectora

de Media Tensión, que será direccionada hacia la Subestación eléctrica elevadora del Proyecto (SE particular) donde nuevamente será elevado su nivel de tensión por medio de un transformador de potencia de 34.5/115kV (*Figura 14*).



Figura 14. Centro de transformación.

Los centros de transformación albergan tanto los inversores como los equipos encargados de transformar y elevar la tensión de los subcampos fotovoltaicos. En el proyecto se instalarán 16 centros de transformación. El centro de transformación posee las siguientes características (**Cuadro 12**):

Cuadro 12. Especificaciones del centro de transformación.

TIPO DE DESIGNACIÓN	SG4400UD-MV-U
Entrada (CC)	
Máx. Tensión de entrada FV	1500V
Mín. Tensión de entrada FV/ Tensión de entrada de arranque	915V / 955V
Tamaño de fusibles de CC disponibles	250 – 630 A
Rango de tensión MPP para potencia nominal	915 – 1500 V
N° de entradas MPP independientes	4
N° de entradas CC	24(opcional: 28 entradas conexión a tierra negativa)
Máx. Corriente de entrada FV	4*1400 A
Máx. Corriente de cortocircuito CC	4*5000 A
Configuración de la matriz fotovoltaica	Conexión a tierra negativa o flotante
Salida (CA)	

TIPO DE DESIGNACIÓN	SG4400UD-MV-U
Potencia de salida CA	4400 kVA @ 40 °C (104 °F)
Corriente máxima de salida CA	73.64 A @ 34.5 KV
Frecuencia nominal de red/Rango de frecuencia de red	60 Hz / 55-65 Hz
THD (armónicos)	< 3% (a potencia nominal)
Factor de potencia a potencia nominal/Factor de potencia ajustable	> 0.99 / 0.8 anterior – 0.8 posterior

Sistema de media tensión y conexión a la red

El punto de conexión con la red eléctrica de una planta fotovoltaica tiene una gran importancia en su viabilidad técnica y económica.

En el proyecto los circuitos de media tensión serán a 34,5kV. Estos circuitos se conectarán a la Subestación Elevadora donde se elevará la tensión a 115kV. Se dispondrá de una línea aérea desde la Subestación Elevadora hasta conectar con la SE Coroneo.

Zanjas eléctricas

Todas las zanjas necesarias para la instalación de cableado de corriente continua y alterna, así como la seguridad y los sistemas de puesta a tierra están instaladas de acuerdo con las regulaciones apropiadas.

El fondo de la zanja deberá estar nivelado y libre de piedras o cualquier objeto extraño o residuo de construcción. La excavación deberá hacerse a través de medios adecuados, ya sean manuales o mecánicos. El material procedente de la excavación se apilará al lado de la zanja de manera que no pueda caer de nuevo a la misma.

El material de relleno para la capa que incluye los cables estará compuesto de arena natural, arena manufacturada, material nativo existente, o combinaciones de estos.

Zanjas de baja tensión

El cableado de bajo voltaje que conecta la caja de cadenas con el inversor y el cableado de alimentación y los motores incluido el cableado de comunicaciones, se lleva a cabo mediante del siguiente tipo de canalizaciones subterráneas en tubos separados de diferentes tamaños según el cableado.

Las Zanjas de Baja Tensión (BT) tienen 0.55m (N1) y 0.80 m (N2) de profundidad por mínimo y ancho variable. La primera capa es de 10 cm de arena sobre la que se apoyan los cables directamente enterrados o en conductos, dependiendo del voltaje (*Figura 15*).

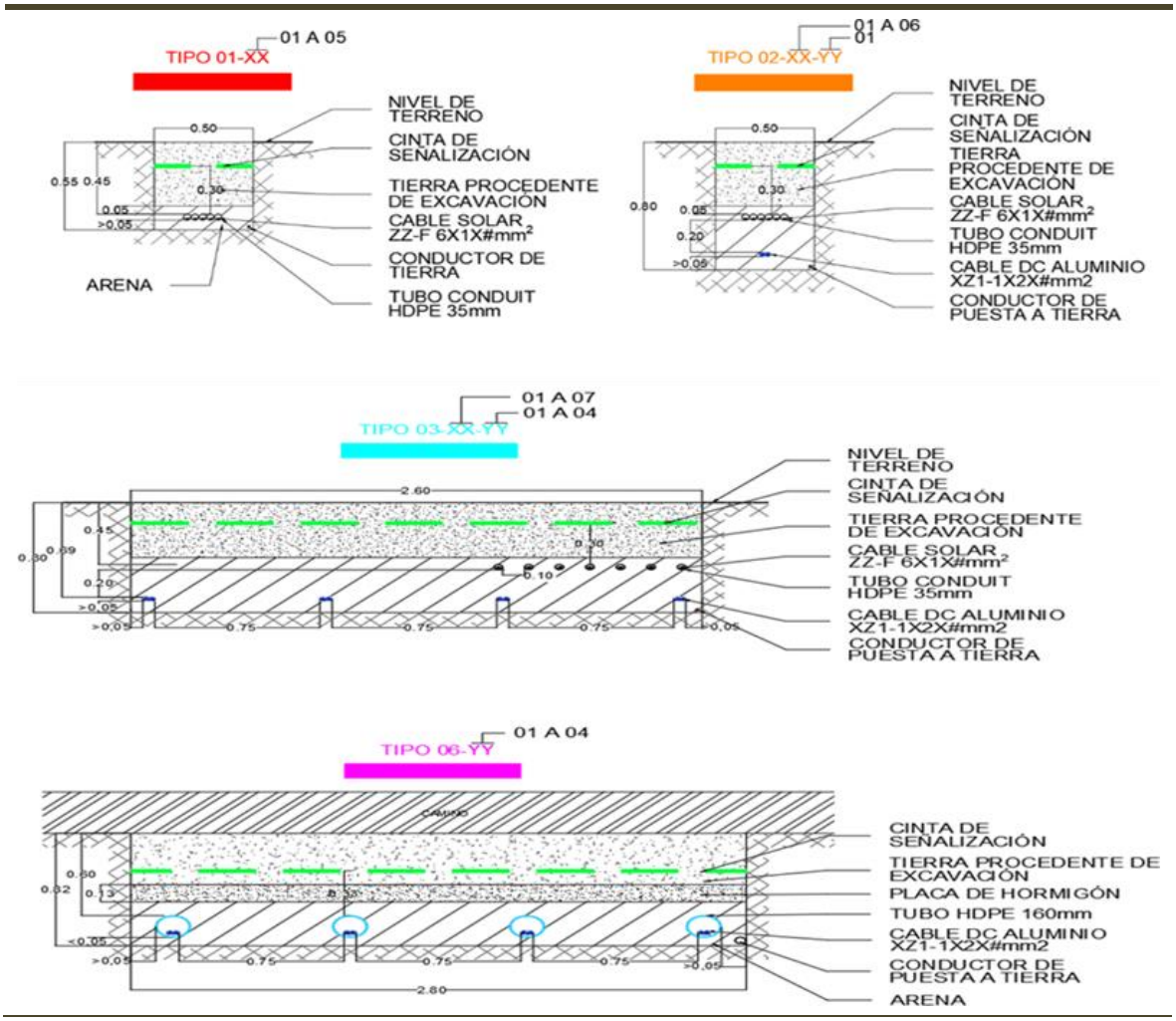


Figura 15. Detalle de zanja de baja tensión.

Zanjas de media tensión

El cableado de media tensión que interconectará los transformadores entre sí, y estos con la subestación del proyecto, incluyendo el tendido de la fibra óptica adecuada, se realizará mediante el siguiente tipo de canalizaciones subterráneas en tubos separados de diferentes tamaños según el uso de secciones de cableado:

Las Zanjas de Media Tensión (MT) son de 1.20 m de profundidad y ancho variable. La primera capa se cubrirá con 10 cm de arena sobre la que se apoyarán los cables directamente enterrados o en ducto dependiendo del voltaje. Luego se cubre con arena sobre la cual se colocarán láminas de plástico sin halógenos (PE) como protección mecánica. La última capa de 622 mm puede estar con la misma superficie terrestre. El voltaje del cable es de 35kV (*Figura 16*).

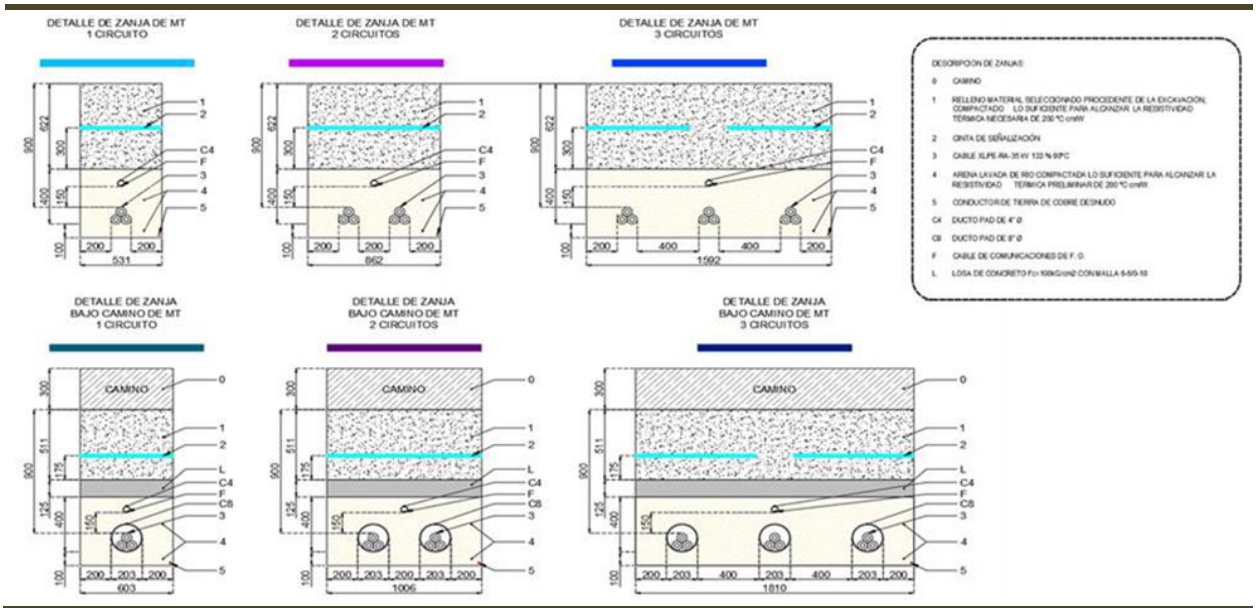


Figura 16. Detalle de zanja de media tensión.

Vallado perimetral

Se deberá ejecutar un vallado de mínimo 2.0 metros de alto que cierre completamente el perímetro de la planta según los requisitos especificados en los planos: MXS-013-HUE-CW- PV-DW-25-Vallado Perimetral y MXS-013-HUE-CW-PV-DW-26- Vallado Sección Tipo.

Este cercado constituye una barrera de seguridad, además, el vallado contará con pasos para el libre acceso de fauna pequeña, estos se encontrarán a una distancia de 100 m el uno del otro a lo largo del vallado (*Figura 17*).

Las características de la valla o delimitación se resumen a continuación:

- Valla: Malla ciclónica de acero galvanizado calibre 12.5.
- Altura: 2.0 metros (mínimo).
- Luz de malla de 55mm.
- Postes verticales de tubo galvanizado cal. 18 cada 3.0 metros.
- Accesos: Se ha previsto una puerta de acceso principal para personal y paso de vehículos de 6.00 metros.

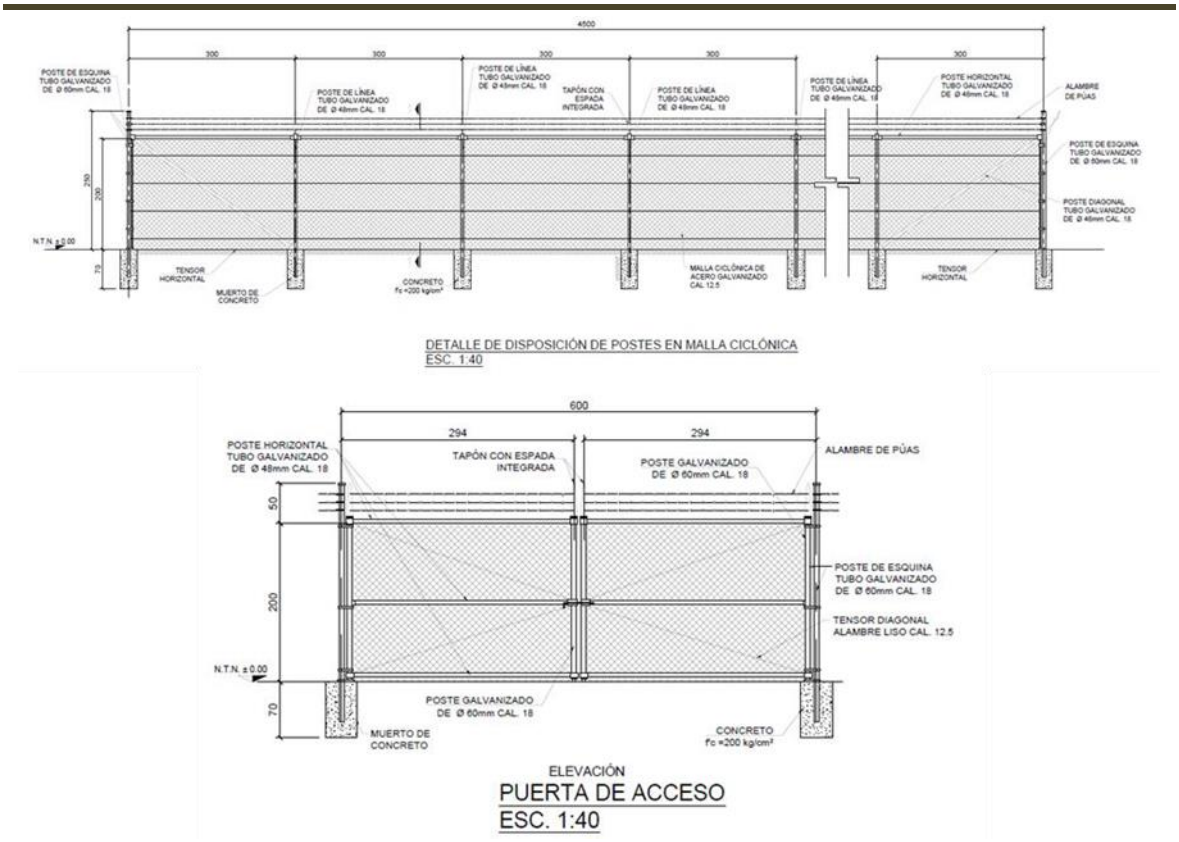


Figura 17. Detalle de malla ciclónica y puerta de acceso.

Instalaciones permanentes y campamento de faenas

Para la ejecución de las obras del presente proyecto será necesaria la implantación de una zona para albergar las instalaciones de faena. En estas instalaciones se centralizarán las actividades generales de control del proyecto, administración, planificación y manejo de materiales incorporados, además de toda la infraestructura logística para la gestión de recursos materiales y humanos.

Se ha considerado utilizar instalaciones modulares para las oficinas, almacenes, etc. Estas deben contar con la posibilidad de reutilización, para lo cual los edificios deben ser desarmables, transportables y fáciles de montar.

Asimismo, para la operación de la planta se necesitarán unas instalaciones permanentes en las que se centralizarán las actividades generales de operación y mantenimiento, además de toda la infraestructura logística para la gestión de recursos materiales y humanos.

Drenajes

El sistema de drenajes interior del proyecto se diseña con el objetivo de evacuar y dirigir el agua desde el interior de la parcela hacia los exteriores de esta o los arroyos circundantes, actuando como salvaguarda y evitando la erosión de la superficie y los daños sobre los equipos y obra civil ejecutada.

Cunetas y obras de drenaje transversal (ODT)

Se estiman la utilización de 32 cunetas para la protección de los viales y 13 obras de drenaje transversal (ODT) para conducir el flujo a través de estos.

Las cunetas podrán ser revestidas de concreto o sin revestir, el dimensionamiento de estas estructuras se realizará en una etapa posterior del estudio de drenajes, y se determinará su geometría y revestimiento de acuerdo con el comportamiento hidráulico e hidrológico de cada obra proyectada. A continuación, se muestran las secciones tipos más usuales para la construcción de cunetas (*Figura 18*).

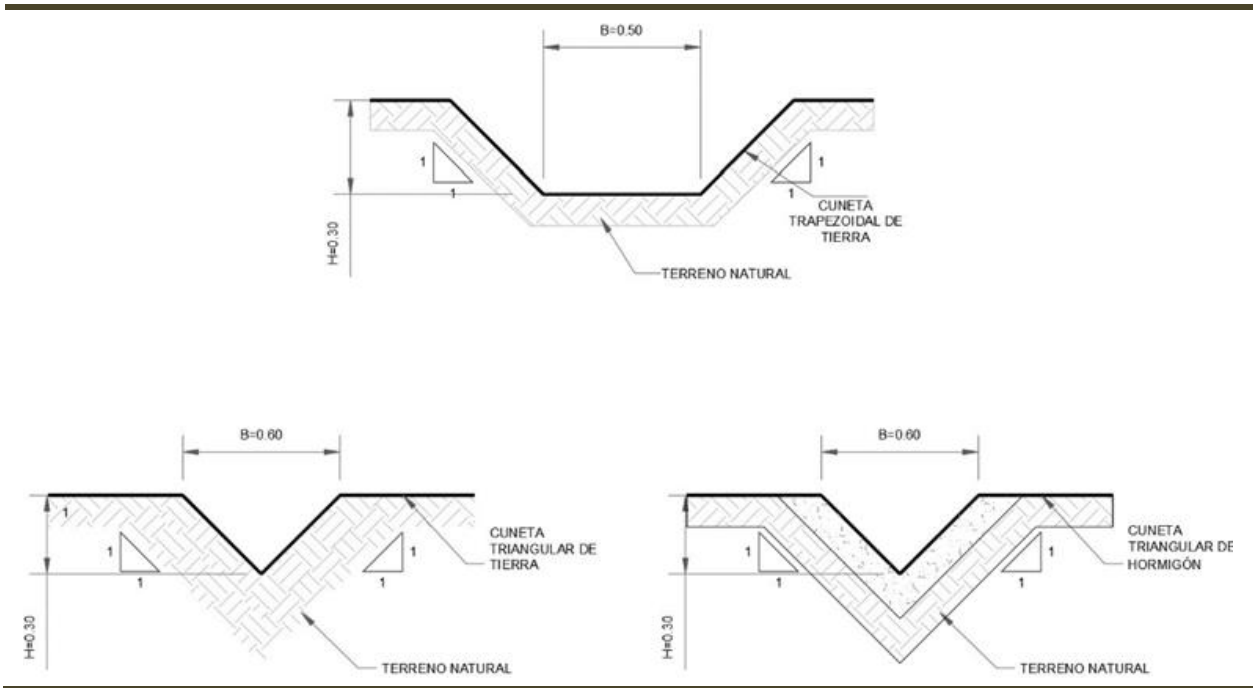


Figura 18. Secciones tipo de cunetas.

Cada cuneta contará con una obra de reducción y dispersión de velocidades en su descarga, debido a que estas descargarán sobre el terreno natural de la planta y así reducir y prevenir los efectos de la erosión en estas zonas.

Las obras de drenaje transversal (ODT) son estructuras que permiten conducir los flujos de agua a través de los viales sin poner en riesgo estos mismos, se considera la posible utilización de tres tipos de ODT's en la zona de proyecto:

Vados: Son obras de drenaje que conducen los flujos sobre el vial con tirantes no mayores a 3 cm, estos pueden ser de tierra o concreto, este tipo de estructuras son las más comunes a utilizar en plantas de energía solar, deben instalarse donde los viales tengan una elevación no mayor al terreno natural (*Figura 19*).

Tuberías: Son obras de drenaje que conducen los flujos por debajo de los viales, a través de una tubería de polietileno de alta densidad o de concreto simple o armado, estas estructuras pueden conducir un gasto mayor en comparación con los vados y se proponen en lugares donde la utilización de vados no es posible debido al alto caudal presentado o donde los viales se encuentren sobre el terreno natural y no permitan la colocación de vados (*Figura 20*).

Cajones de Concreto: Son obras de drenaje que conducen los flujos por debajo de los viales a través de cajones de concreto armado prefabricados o construidos *in situ*, este tipo de obras se propone en zonas de caudales mayores por su alta eficiencia hidráulica o en zonas donde las tuberías no puedan contar con colchones mínimos sobre estas recibiendo el peso de los vehículos que transitan los viales, estos cajones se diseñan estructuralmente tomando en cuenta las cargas estáticas y dinámicas sobre estos (*Figura 21*).

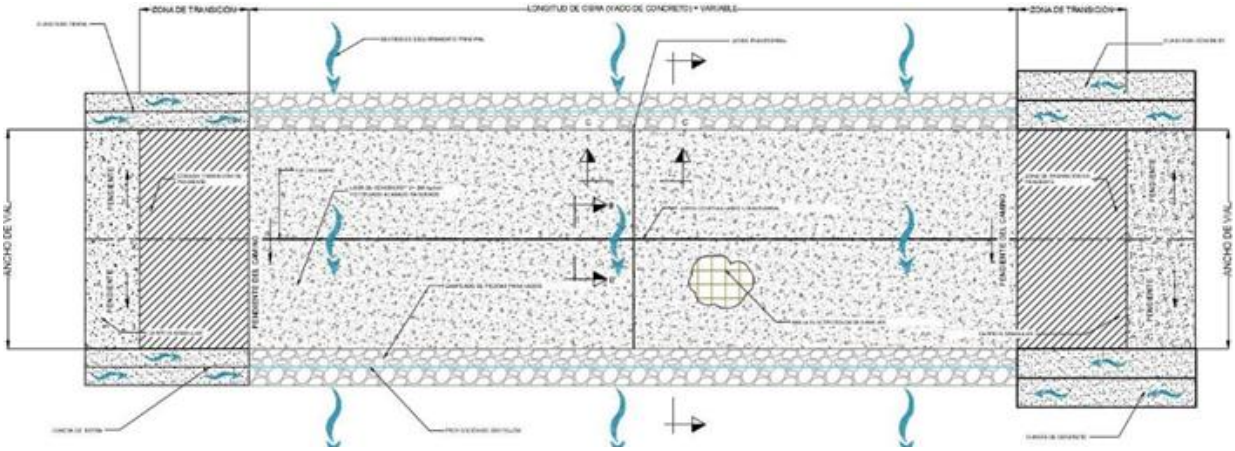


Figura 19. ODT tipo vado.

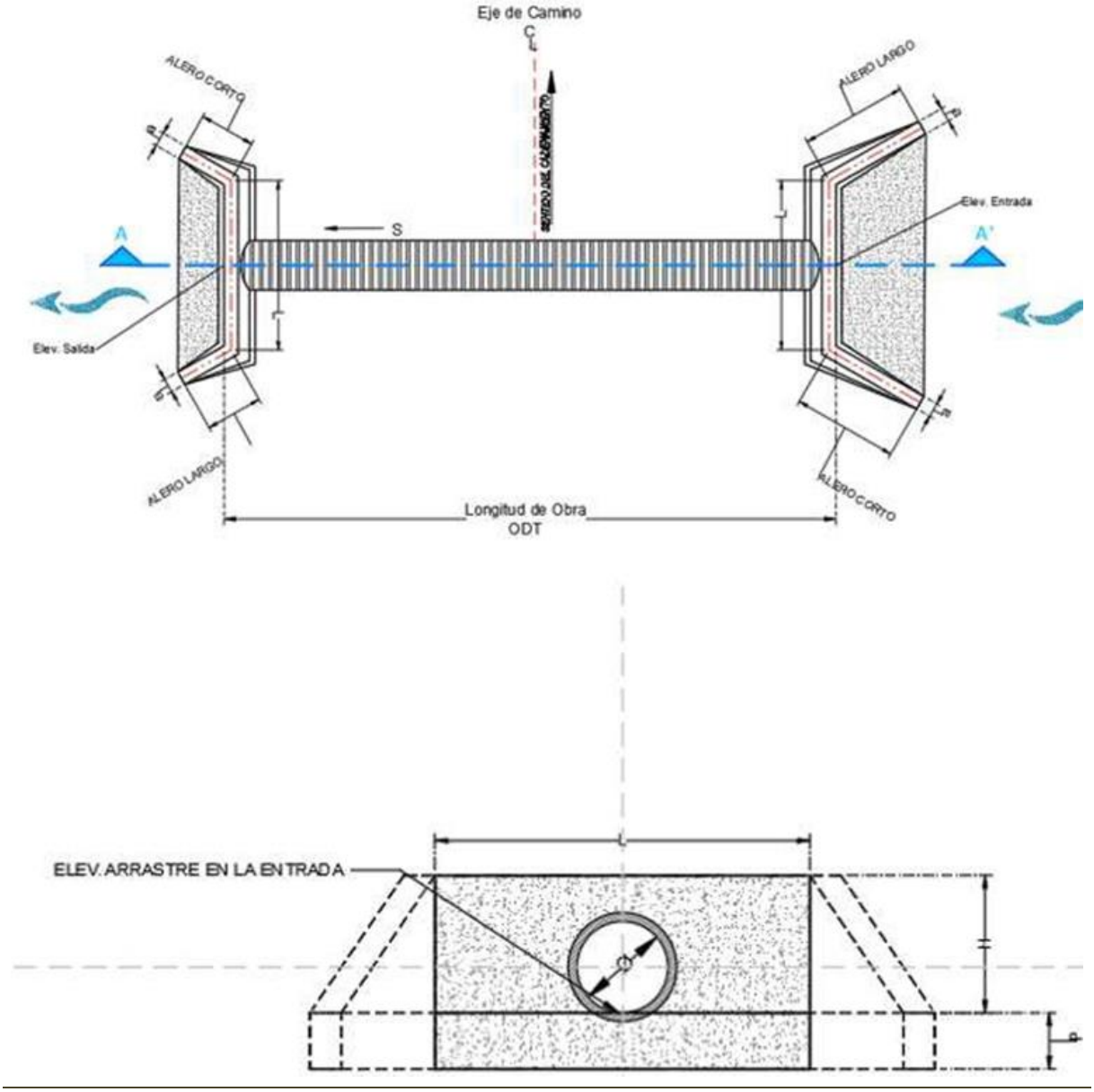


Figura 20. ODT tipo tubería.

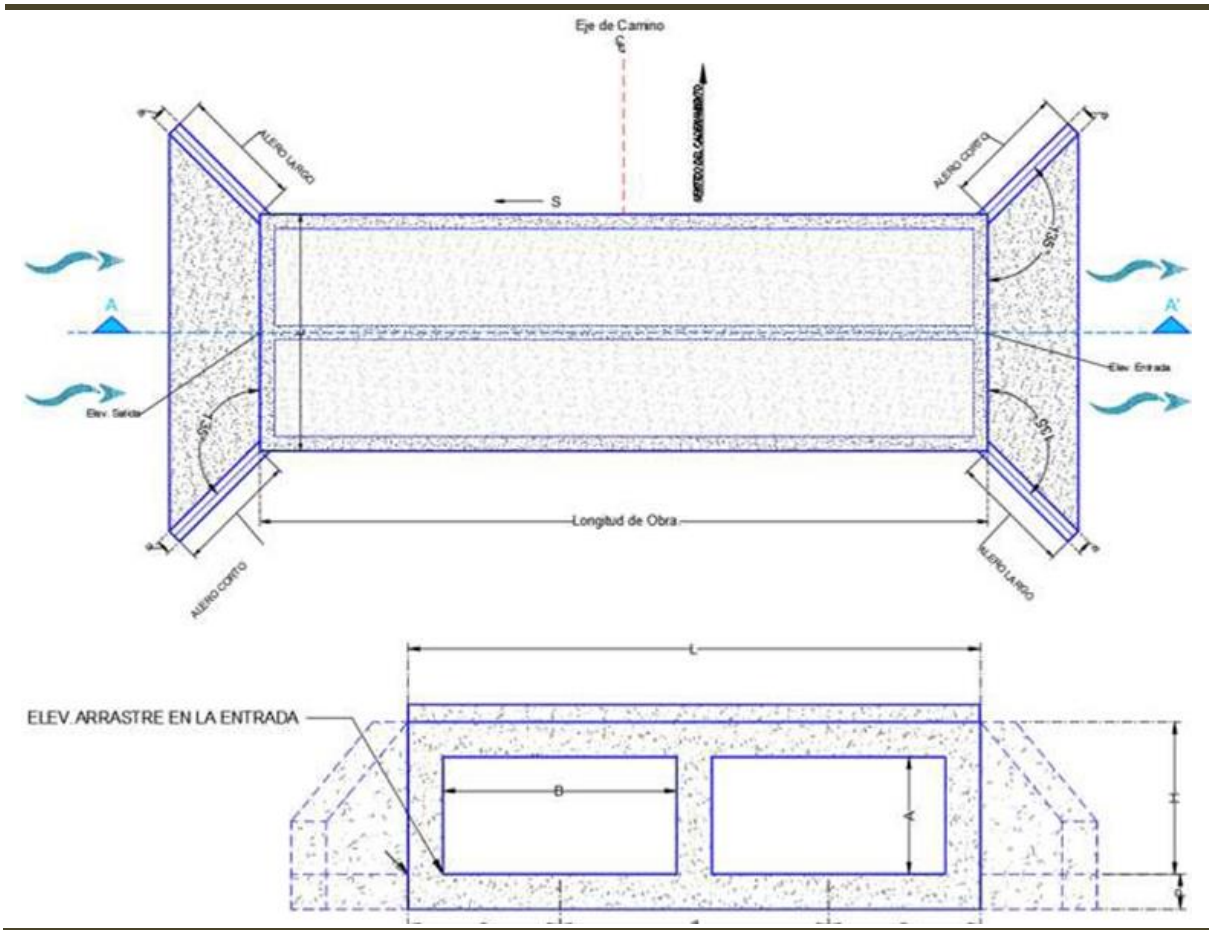


Figura 21. ODT tipo cajón de concreto.

Las obras de drenaje transversal se dimensionarán y diseñarán en una etapa posterior de proyecto, tomando en consideración su funcionamiento hidráulico e hidrológico presentado en la zona de estudio.

Viales

Los caminos de acceso deben garantizar fluidez y seguridad de tránsito durante la construcción del Proyecto, así como durante su Operación y mantenimiento, además de garantizar el menor impacto al medio ambiente, por lo que un diseño adecuado es necesario considerando que sobre el mismo transitarán múltiples vehículos, tales como:

- Camiones, que llevarán los equipos y materiales;
- Maquinaria;
- Vehículos de suministros, y todo lo necesario para ser utilizado durante la etapa de construcción;
- Vehículos de transporte de personal;
- Vehículos varios.

Para poder llegar hasta el predio principal del Proyecto, se contempla el acceso sobre la Carretera, San Juan del Río-Coroneo.

Los caminos de acceso serán construidos y adecuados con carpeta asfáltica, de características para tránsito ligero, se utilizará una capa de subrasante aprovechando el material del sitio y las capas de sub-base con material granular, combinación de arena - grava de alta compactación con capacidad de carga media y una base de material granular combinación de arena - grava de alta compactación y capacidad de carga media compactado, finalmente una capa de asfalto para mantener el camino útil durante la obra, en caso de necesitar obras de drenaje (cunetas o drenaje transversal) también serán incorporadas. El 100% de la red viaria interna, correspondiente a caminos internos y de acceso se instalará al interior de los predios definidos.

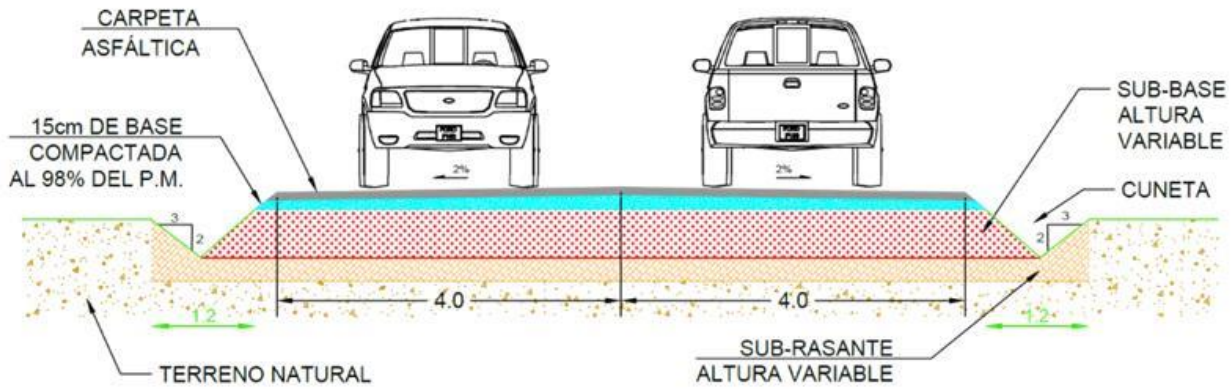


Figura 22. Caminos de acceso: Sección de camino típica (2 carriles). Fuente: Proporcionado por el promovente.

Caminos Internos

Los caminos internos deben garantizar el adecuado y seguro tránsito dentro del Proyecto, por lo cual se construirá una red viaria de caminos internos adecuada para tal fin.

Los caminos internos serán de un carril de 4m de ancho, con una estructura similar a los caminos de acceso, sin embargo, para los caminos internos no se considera una capa asfáltica, a nivel de estructura y composición de estos caminos solo se considera una estructura de terracería (subrasante con material del sitio, sub-base con material tipo B y base con material tipo A), asimismo, se incorporarán obras de drenaje donde sea necesario, o si lo requiere, la incorporación de una zanja para alojar el cableado proveniente del Sistema Eléctrico de MT.

Para la red viaria se requiere se acciones de:

- Nivelación, con base en la topografía y el nivel definido por la ingeniería de detalle, se realizará una nivelación que puede implicar cortes o rellenos.
- Construcción de subrasante compactada tratando de aprovechar el material del sitio.
- Construcción de cunetas, en los posibles viales donde sean necesarias cunetas, se realizarán con maquinaria adecuada antes del acabado final (base) de la terracería.
- Barrido: previo a la realización de la capa de rodadura se realizará un barrido del camino.
- Capa de rodadura (base), en caso de ser necesario por temas hidráulicos, control de polvo u otros, se evaluará la posibilidad de integrar un acabado superficial con material granular (grava).
- Distancia a estructuras rígidas: se guardará una distancia de 1 metro mínimo desde el borde de la cuneta hasta cualquier plantación de cultivos existentes o cualquier otra posible afectación.

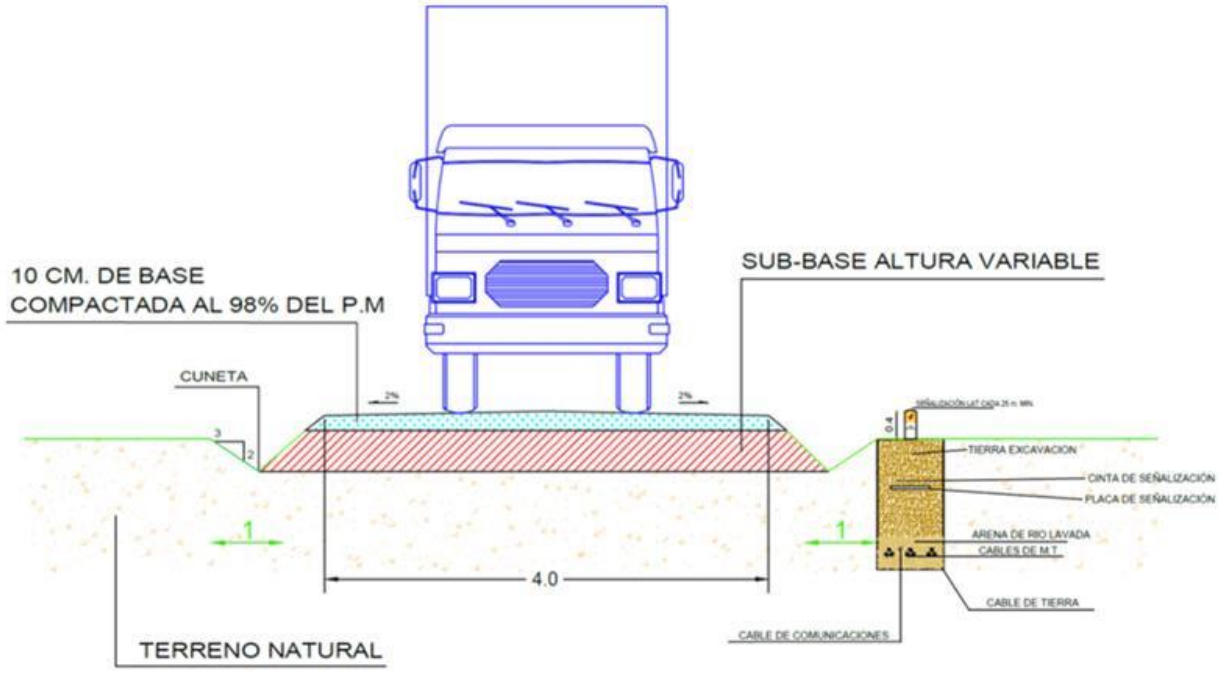


Figura 23. Sección de camino típica (1 carril). Con Trinchera de MT. Fuente: Proporcionado por el promovente.

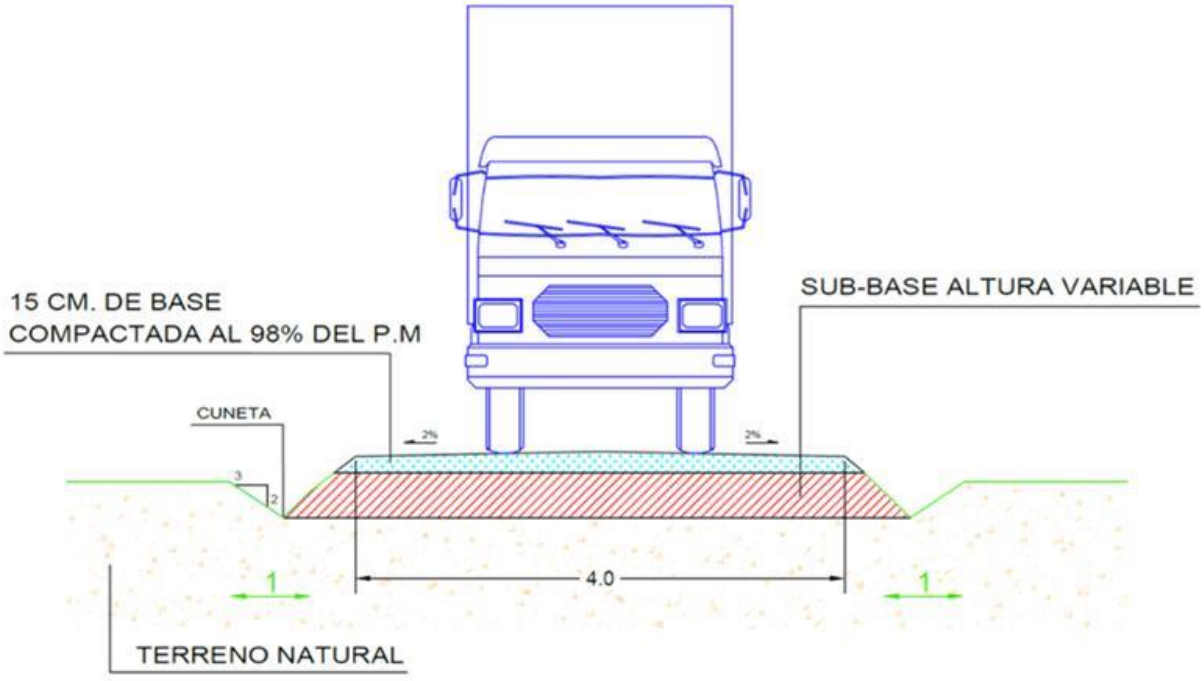


Figura 24. Sección de camino típica (1 carril). Sin Trinchera de MT. Fuente: Proporcionado por el promovente.

Subestación

La energía generada por los paneles FV y a su vez convertida a corriente AC por los inversores, es dirigida mediante la Red de MT hacia la subestación elevadora ("SE") interna del Proyecto solar, esta SE es donde se eleva el nivel de tensión de 34.5kV de la red de MT al nivel de 115kV en Alta Tensión para el acoplamiento de la energía con la Red del Sistema Eléctrico Nacional. Se estima una superficie de 4400 m^2.

Línea de transmisión

La energía producida del Proyecto será evacuada mediante una LT aérea, que correrá desde la SE Elevadora del parque hasta la SE de interconexión (SE Coroneo), está área comprende una longitud de 8, 334 metros aproximadamente.

Está LT tiene como propósito transmitir la energía generada por el Proyecto desde la SE Elevadora hasta la SE (punto de interconexión SE Coroneo) para su conexión al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Para el soporte de los conductores que componen esta LT, se instalarán estructuras de celosía autosoportadas (torres de transmisión), se tienen consideradas torres de acero galvanizado.

La LT aérea utilizará estructuras tipo E71W11 de celosía autosoportadas (torres de transmisión) de acero galvanizado, para una tensión de 115 kV. Estas estructuras soportarán la instalación de los conductores de energía, así como dos cables de guarda (1 conductor de guarda de acero galvanizado y un cable de guarda

con fibras ópticas) por encima de los circuitos energizados para protección de estos ante descargas atmosféricas y en el caso del cable de guarda con fibras ópticas (OPGW) también servirá para llevar las comunicaciones necesarias.

Durante toda la trayectoria se deben cumplir los libramientos mínimos para una línea de transmisión en 115 kV, por lo cual el conductor inferior del arreglo debe encontrarse con una elevación mínima de 20 metros respecto a suelo, asimismo el ancho de derecho de vía de la LT será de 20 metros. Requerimientos de personal e insumos

Se procurará que la mayoría del personal contratado provenga de poblaciones y municipios aledaños al área del Proyecto a quienes se le transportará diariamente al sitio. No se contempla la instalación de campamentos provisionales para la pernocta de trabajadores, se dispondrán sanitarios portátiles contemplando uno (1) por cada 20 trabajadores, para el área de alimentos se construirán zonas provisionales sombreadas en el área del patio de maniobras con la intención de facilitar a los trabajadores la toma de una buena dieta en un ambiente sano. Durante la etapa de preparación y construcción del sitio se tiene contemplado que habrán alrededor de 400 personas laborando.

Durante la operación y el mantenimiento el flujo de personas será menor debido a la automatización de los sistemas, contemplando 6 personas por turno (12 personas en total al día). En el siguiente cuadro se disponen los requerimientos aproximados de personal por cada etapa del proyecto (*Cuadro 13*):

Cuadro 13. Requerimientos de personal por etapa del proyecto.

ESPECIALIDAD / ACTIVIDAD	EMPLEADOS/ BLOQUES	MÁXIMO NÚMERO DE EMPLEOS	TIPO DE EMPLEO	ORIGEN
PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL SITIO				
Dirección de obra	2	5	Temporal	Nacional
Electricistas	27	60		Nacional / local
Mecánicos	18	90		Nacional / local
Encargados de obra	1	2		Nacional / local
Albañiles	4	22		Local
Ayudantes de construcción	2	26		Local
Conductores	3	18		Nacional / local
Operadores de equipos portátiles livianos y pesados	11	24		Nacional / local
Subtotal de empleos		247		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
Personal de vigilancia	2	2	Fijo	Local
Supervisores de Operación	2	2	Fijo	Nacional / local
Gestor social	1	1	Fijo	Nacional / local

ESPECIALIDAD / ACTIVIDAD	EMPLEADOS/ BLOQUES	MÁXIMO NÚMERO DE EMPLEOS	TIPO DE EMPLEO	ORIGEN
Mantenimiento preventivo	3	3	Fijo	Nacional / local
Empleos diversos	10	10	Temporal	Nacional / local
Subtotal de empleos		18		
DESMANTELAMIENTO				
Electricistas	22	22	Temporal	Nacional / local
Mecánicos	75	75		Nacional / local
Maestro de obra	8	8		Nacional / local
Albañiles	4	4		Local
Ayudantes de construcción	6	6		Local
Conductores	10	10		Nacional / local
Subtotal de empleos		125		

Requerimientos de agua

El uso del agua es de vital importancia durante toda la vida del Proyecto, ya que se requiere para el desarrollo de varias actividades durante la preparación y construcción, ya sea por el uso del personal (no para beber) o para la generación de mezclas con materiales de construcción, para riego (control de polvo), y en la etapa de operación y mantenimiento.

Asimismo, aunque en menores cantidades, para la hidratación diaria del personal e incluso agua libre de impurezas para la limpieza de los módulos fotovoltaicos. En todo momento se respetarán las medidas de aprovechamiento y fuentes autorizadas haciendo un uso responsable de este recurso.

En el *Cuadro 14*, se presenta la estimación del uso que se dará:

Cuadro 14. Requerimientos de agua por etapas del proyecto.

CONCEPTO	ORIGEN	CANTIDAD
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN		
Labores de Preparación del sitio y construcción	Agua cruda (también puede ser agua tratada), por contratación del servicio de provisión y transportación a empresas que cuenten con la concesión o bien de lugares que la autoridad municipal indique.	180 m^3 por mes (considerando una pipa promedio de 10 m^3, un control de polvo alto y suministro para mezclas de concreto).
Preparación de alimentos y aseo del personal	Agua potable para uso de los trabajadores, suministrada por pipas y almacenada en tanques de 2000 litros. Se considera un total de 400 empleados.	160 m^3 al mes (considerando una tasa media de gasto de agua considerando sanitarios tipo seco y que no se establecen regaderas en sitio).
Consumo personal (agua para beber)	Agua purificada de garrafón adquirida en establecimientos comerciales. Se estiman 4 litros diarios por trabajador; se considera un total de 400 empleados.	23 m^3 por mes (considerando un mes de 24 días laborables efectivos y que se le suministra al personal 48 garrafones diarios, cada garrafón contiene 20 L).
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

CONCEPTO	ORIGEN	CANTIDAD
CONCEPTO	ORIGEN	CANTIDAD
Consumo personal (agua para beber)	Agua purificada de garrafón adquirida en establecimientos comerciales. Se estiman 3 litros diarios por trabajador; se considera un total de 20 empleados.	60 litros por día (3 garrafones de 20L cada uno)
Uso sanitario	Agua para uso de las instalaciones sanitarias en sitio (lavabos). El almacenamiento será en contenedores de 1000 litros.	125 litros por día (considerando un consumo medio, considerando el uso de sanitarios tipo seco y considerando que no existen regaderas en sitio)
Limpieza de módulos fotovoltaicos	Agua tratada, suministrada por medio de pipas por empresas autorizadas o bien, de lugares que las autoridades municipales indiquen. Se almacenará en tanques de 1000 litros.	1 litro por panel con mantenimiento semestral.

Maquinaria y combustibles

Durante las actividades de construcción se ocupará maquinaria, equipos y por tanto combustible. A continuación, se muestra en los cuadros, el detalle de los requerimientos que se han estimado para el Proyecto (*Cuadro 15*) (*Cuadro 16*) (*Cuadro 17*):

Cuadro 15. Maquinaria por utilizar durante la preparación del sitio y la construcción.

CONCEPTO	TOTAL	CONCEPTO	TOTAL
Hincadoras hidráulicas	6	Vibradores	5
Grúas	2	Tractores sobre llantas / orugas	2
Retroexcavadoras	4	Manipuladores telescópicos	4
Traccionadoras	2	Tractores con remolque	4
Plantas soldadoras	2	Cargadoras de cuatro ruedas directrices	6
Cortadores manuales	4	Moto conformadoras	2
Compresores de aire 250 psi	4	Desbrozadora industrial	4

Cuadro 16. Camiones para utilizar durante la preparación del sitio y construcción.

CONCEPTO	TOTAL	NÚMERO DE SEMANAS QUE SE VAN A UTILIZAR	NÚMERO DE CAMIONES POR MES
Camiones de transporte de maquinaria	14	2	7
Camiones de carga pesada	134	8	160
Camiones de transporte desbroce	320	8	160
Camiones de carga ligera	350	28	75
Camiones de transporte de módulos	135	20	27
Camiones de transporte de inversores	12	12	3
Camiones de transporte de estructura	402	12	134
Camiones de transporte de cableado y varios	80	16	20
Camiones pipa de agua (potable, cruda y/o tratada)	72	48	6

CONCEPTO	TOTAL	NÚMERO DE SEMANAS QUE SE VAN A UTILIZAR	NÚMERO DE CAMIONES POR MES
Camiones de transporte de concreto	140	28	20
Camiones de transporte de maquinaria	53	6	21
SE ELÉCTRICA			
Camiones de carga pesada	14	8	7
Camiones de transporte de estructura	6	6	4
Camiones de transporte de cableado y varios	24	12	8
Camiones de transporte de equipos generales	30	12	10
Camiones de transporte de equipos principales	12	12	4
Camiones de transporte de concreto	24	16	6
CAMINO DE ACCESO Y CAMINOS INTERIORES			
Camiones de carga pesada	14	8	7
Camiones de carga ligera	14	8	7
Camiones de material subrasante	14	8	7
Camiones de material subbase	30	10	12
Camiones de material base	48	12	12

Cuadro 17. Requerimientos de combustible y energía por etapas del proyecto.

CONSUMO	ORIGEN	CANTIDAD
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN		
Electricidad para maquinaria y equipo	La energía eléctrica requerida se contratará a proveedor local.	Un generador de 50 kW de potencia de 45 horas semanalmente; y cinco generadores de 20 kW de potencia de 45 horas semanalmente.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
Gasolina y diésel para vehículos y maquinaria	Se adquirirá de las gasolineras más cercanas a las áreas de trabajo, realizando la carga directa a los vehículos para evitar el almacenamiento.	Indefinida
Electricidad para maquinaria y equipo	Autoabastecimiento	Indefinida

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

A continuación, se presenta el programa de trabajo correspondiente a las obras y/o actividades, de forma calendarizada y para toda la vida útil del proyecto (

Cuadro **18**).

- **Preparación del sitio: 2 años**
- **Construcción: 18 meses**
- **Operación del proyecto: 30 años**
- **Desmantelamiento y abandono: 1 año**, previa evaluación al vencimiento de la vigencia de la autorización para determinar esta etapa

Cuadro 18. Cronograma del proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD	AÑO		MES																		AÑO	AÑO
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1 A 30	1
Planeación	Gestión de trámites y permisos	*	*																				
Preparación del sitio	Desmonte			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*								
	Despalme			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*								
Construcción	Nivelación del terreno			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
	Adecuación de caminos existentes					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
	Excavación de cepas (LAT)							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
	Cimentación de estructuras (LAT)							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
	Relleno, compactación y nivelación (LAT)							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
	Armado, nivelado y montaje de estructura (LAT)														*	*	*	*	*				
	Apertura de caminos nuevos										*	*	*	*	*	*	*	*					

ETAPA	ACTIVIDAD	AÑO		MES																		AÑO	AÑO
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1 A 30	1
	Apertura de zanjas										*	*	*	*	*	*	*	*					
	Instalación de pilotes												*	*	*	*	*	*	*				
	Instalación del sistema fotovoltaico															*	*	*	*	*			
	Montaje de paneles solares															*	*	*	*	*			
	Vestido de estructuras (LAT)																	*	*	*			
	Obra civil subestación										*	*	*	*	*	*	*	*	*				
	Tendido y tensionado de cable conductor y guarda (LAT)																		*	*			
	Pruebas operativas (LAT)																				*		
	Retiro de maquinaria y materiales																				*		
Operación y mantenimiento	Generación de energía																					*	
	Conducción eléctrica (subterránea)																					*	
	Transformación																					*	
	Mantenimiento al derecho de vía (LAT)																					*	
	Mantenimiento a la infraestructura electromecánica (LAT)																					*	
	Mantenimiento a la infraestructura civil (LAT)																					*	
	Mantenimiento de paneles solares																					*	
Desmantelamiento y abandono	Desconexión de paneles																						*
	Desmontaje de paneles																						*
	Desmantelamiento instalaciones eléctricas																						*
	Retiro de cimentaciones																						*

II.2.2 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Trazo y marcaje

Los trabajos de replanteo inicial del terreno y marcado mediante estacas son el paso inicial de la construcción de la planta, para establecer los límites de los polígonos de operación, los caminos de acceso y ubicación de las cimentaciones.

Desmonte y despalme

Se hará un recorte lateral de la vegetación y una nivelación del terreno. Los movimientos de tierras tienen la función de crear una superficie firme y homogénea, con la compactación y resistencia mecánica adecuada, que permita la ejecución de fundaciones y canalizaciones.

Limpieza

Respecto a la contratación de servicios, tales como el suministro y mantenimiento de baños provisionales, la seguridad (guardia), el transporte, las telecomunicaciones y el retiro y disposición de residuos industriales y domésticos serán contratados a empresas especializadas y que cuenten con las autorizaciones respectivas.

Durante la etapa de construcción los residuos se almacenarán temporalmente en zonas específicas delimitadas, sectorizadas y debidamente señalizadas.

Para los residuos sólidos domésticos se recogerán en bolsas de basura o recipientes cerrados para luego disponerse en tambores rotulados, los que se mantendrán tapados para evitar la generación de malos olores y atracción y proliferación de vectores, además se habilitará un sector o patio de residuos para la acumulación transitoria generada durante la construcción, donde se retirarán semanalmente.

Los residuos industriales no peligrosos que se generarán de manera relativa durante toda la etapa constructiva serán acopiados en un área especial de las instalaciones provisionales donde serán clasificados por tipo y calidad para posteriormente procurar primeramente su reciclaje antes de ser llevados a un vertedero autorizado para su eliminación.

Los residuos peligrosos serán almacenados al interior de un área especialmente habilitada, la que contará con un cierre perimetral y demarcación interior para las áreas donde se acumularán los distintos tipos de residuos.

Durante toda la etapa de construcción, se llevará un registro escrito de control para verificar que los residuos sean dispuestos en lugares autorizados.

Se deberá identificar y cumplir con los requisitos técnicos, jurídicos y/o administrativos relacionados con los aspectos ambientales de la planta fotovoltaica, para cumplir las disposiciones de la normativa ambiental que resulte aplicable para la protección de la flora y fauna silvestre, y para prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Colocación del vallado

La planta fotovoltaica contará con un cierre o mallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta.

Dicho vallado será de una altura mínima de 2,0 m, formado por de malla, con postes metálicos de acero galvanizado montados sobre base de concreto y fijaciones, provista de nervadura de refuerzo en forma transversal y galvanizada.

Las características de la valla o delimitación se resumen a continuación:

- Valla: Malla ciclónica metálica y galvanizada.
- Altura: 2 metros (mínimo).
- Luz de malla de 50 mm.
- Acceso: El ancho de la carretera (para paso de vehículos) es de 6 m.

Caminos internos y de acceso

Esta fase contempla los caminos de acceso a la planta para permitir la llegada del transporte vehicular hacia diferentes zonas. Los viales interiores se destinarán a la conexión de los centros de transformación entre sí y el acceso a todas las estructuras solares y edificios que conforman la planta. La trayectoria del camino interno tendrá un ancho de 4 m. Las secciones de pavimentos estarán diseñadas con base en los requerimientos geotécnicos de la instalación y la normativa aplicable.

El acceso está condicionado por los caminos existentes del lugar, mientras que la disposición de los caminos internos en la planta fotovoltaica está en función de los inversores y trackers, así como la topografía del terreno. El ancho del vial de acceso a planta es de 6 m.

Corte

En aquellos sectores en que la subrasante (capa de suelo natural) del camino va en corte, se excavará el material necesario para dar espacio al perfil tipo correspondiente.

Relleno de viales

Estos rellenos se forman con el mejor material proveniente de la excavación. Todos los materiales que integran el relleno no pueden contener materias orgánicas, pasto, hojas, raíces u otro material. El espesor del material de relleno colocado en capas corresponde al tipo de suelo y al equipo de compactación a emplear.

Estabilizado

El suelo estabilizado es transportado y se deposita en volúmenes uniformes a lo largo del camino para poder obtener el espesor de diseño. El material es acordonado por medio de motoniveladora, y se mezcla hasta obtener completa uniformidad. Finalmente es esparcido en una capa uniforme.

Estructura de soporte de los paneles solares

El sistema de seguimiento está compuesto de hincas, un tubo de torque, un eje de transmisión, un sistema motorizado para la rotación y un sistema de comunicación, así como soportes para montaje de los módulos y todas las preparaciones para los sistemas eléctricos y de fijación. Después del acondicionamiento del terreno, los perfiles que soportan la estructura se entierran en la superficie del terreno con una máquina hincadora. La profundidad de hincado y la sección expuesta están en función de las características del terreno y puede o no incluir una cimentación auxiliar (*Figura 25*) (*Figura 26*).



Figura 25. Hincadora para estructura de seguidor.



Figura 26. Montaje de tubo de torque.

Montaje de Paneles solares

El montaje de los módulos fotovoltaicos está determinado por sus características mecánicas, y procedimientos para asegurarse que la compresión de los elementos de sujeción no dañe los soportes y las propias celdas (*Figura 27*).

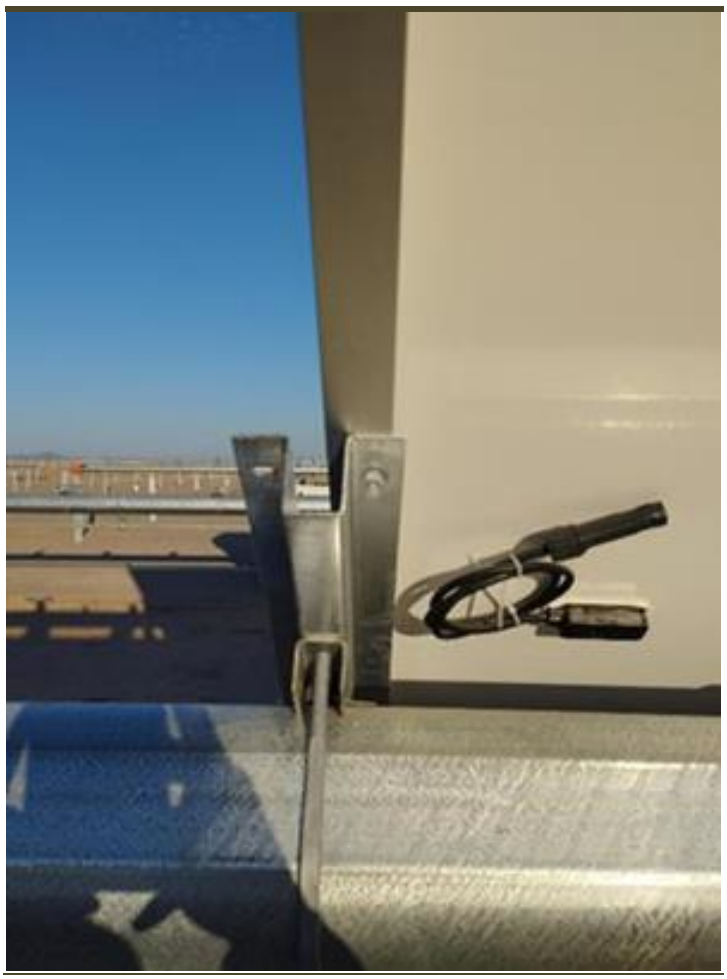


Figura 27. Fijación del panel.

Red de Media Tensión

La trayectoria de la Red de Madia Tensión sería paralela a los caminos internos y principales, por lo que deben de considerar el cruce con estos, así como el nivel de su rasante como referencia para determinar la profundidad.

La construcción de la red de media tensión va acompañada del tendido del sistema de comunicación y la red de tierras (Figura 28).



Figura 28. Zanjado de media tensión.

Punto de interconexión

La planta solar se conectará con una tensión de 34.5 KV a la subestación elevadora para elevarla hasta 115kV mediante un transformador y desde ahí se inyectará por una Línea de Transmisión hasta la SE Coroneo.

La cantidad de potencia a garantizar en el punto de interconexión (POI) es de 60 MW, es decir, se transmitirá por una línea de transmisión eléctrica que conectará hasta la subestación elevadora (SE) de interconexión.

Obras de drenaje

El sistema de drenajes interior de la planta solar fotovoltaica se diseña con el objetivo de evacuar y dirigir el agua desde el interior de la parcela hacia los exteriores de esta o los arroyos circundantes, actuando como salvaguarda y evitando la erosión de la superficie y los daños sobre los equipos y obra civil ejecutada.

Se proyecta un sistema de drenajes mediante vados sobre los caminos y cunetas en las que el agua circula por acción de la gravedad, sin ninguna presión, estando la superficie libre del agua en contacto con la atmósfera.

Drenaje Longitudinal

Para los drenajes longitudinales o cuneta, se deberá tener un área mínima de 0.3 m2. En cuanto al trazado de las cunetas se diseñarán con base en el Tr y se utilizará una sección de tipo trapecial, triangular y de tipo talud (pendiente mínima).

El dimensionamiento de estas estructuras se realizará en una etapa posterior del estudio de drenajes, y se determinará su geometría (triangular o trapezoidal) y revestimiento (tierra o concreto) de acuerdo con el comportamiento hidráulico e hidrológico de cada obra proyectada.

Drenaje Transversal

La función de estas obras es en conducir al flujo de fluidos a través de los viales sin poner en riesgo estos mismos. En este proyecto, se consideraron 3 tipos:

Vados: Conducen el agua sobre el vial con tirantes menores a 3 cm (más utilizadas en las plantas fotovoltaicas)

Tuberías: Conducen a los fluidos por debajo de los viales, a través de una tubería de polietileno (alta densidad), o concreto.

Cajones de concreto: Tiene la misma función de la tubería, sin embargo, la diferencia se encuentra en que es un cajón de concreto. Este tipo de drenaje se suele proponer donde se producen mayores cantidades de caudales debido a su alta eficiencia hidráulica.

La altura de calado máximo en los puntos de cruce no debe ser mayor al 0.25 m. Para este caso, se contabilizó un total de 32 cunetas para la protección de los viales y 13 obras de drenaje transversal para la reducción del flujo en los viales.

Las obras de drenaje transversal se dimensionarán y diseñarán en una etapa posterior del Proyecto, tomando en consideración su funcionamiento hidráulico e hidrológico a las condiciones que se presentan en la zona. El diseño final de las obras se someterá a aprobación por parte de la CONAGUA, mediante el trámite CONAGUA-02-002 Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica en cauces y zonas federales.

II.2.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

ETAPA DE OPERACIÓN

La operación de la central fotovoltaica será monitoreada desde el Cuarto de Control Central, a partir de los dispositivos de monitoreo y medición, y con base en los procedimientos establecidos por los documentos y normas aplicables.

Engloba la producción y transporte de la energía eléctrica, así como las tareas de mantenimiento (tanto preventivas como correctivas) necesarias para garantizar un buen funcionamiento de la central eléctrica en su conjunto. Se iniciarán una vez que termine la etapa de construcción e interconexión a la red.

En la etapa de operación se tendrán lugar las siguientes actividades:

- Funcionamiento de la planta solar.
- Funcionamiento de la línea de transmisión y subestaciones.
- Operación y supervisión de equipos.
- Supervisión de contratistas para actividades de mantenimiento.
- Labores de mantenimiento (correctivo y preventivo).

ETAPA DE MANTENIMIENTO

Antes de las operaciones de mantenimiento, el interruptor entre los equipos y todas las fuentes de alimentación deben desconectarse para evitar accidentes. Deben ser realizadas por profesionales, utilizando herramientas de inspección para garantizar que no haya voltaje y corriente.

Mantenimiento preventivo

Se encarga de la conservación de los equipos en condiciones óptimas mediante revisiones regulares de la maquinaria y tareas de mantenimiento. También permite reducir el tiempo de inactividad no planificado al proporcionar un sistema para identificar y solucionar cualquier reparación necesaria. Este proceso pasa por 4 fases: inspección, detección, corrección y prevención.

El mantenimiento preventivo puede realizarse atendiendo a diferentes criterios:

Programado: se realizan revisiones en función de determinadas horas de funcionamiento, tiempo, etc.

De oportunidad: se realiza durante la inutilización del equipo, de esta manera, se evita el tener que parar toda la producción.

Predictivo: a través de un seguimiento, se determina cuándo se utiliza más un sistema, y así poder llevar a cabo el mantenimiento en el momento en que menos se utilice.

Actividades y periodicidad de Mantenimiento preventivo

Aparte de que la tarea se aplique a los equipos de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes, procedimientos seguros de trabajo y los estándares de un buen mantenimiento, es muy importante que se haga con una frecuencia adecuada, atendiendo a la criticidad de los equipos dentro de la instalación y a las condiciones climáticas y ambientales.

Actividades semestrales

Se refiere a los trabajos que requieren mayor periodicidad en su supervisión debido a las características y ubicaciones de los equipos y sus componentes.

La periodicidad de las labores puede variar dependiendo de las características de la instalación, a continuación, se enlistan algunas actividades importantes:

- Funciones de seguridad.
- Mantenimiento de software.
- Inspección de componentes internos.
- Entrada y salida de ventilación de dispositivos y cuartos de operación.
- Comprobar el alumbrado normal y de emergencia.
- Controlar las señales de seguridad, rutas de evacuación, puertas, escaleras, etc.
- Control de plagas.
- Verificar componentes internos, ruidos anormales durante la operación.
- Verifique si el equipo de protección contra rayos y los fusibles, etc. están bien sujetos.
- Compruebe si hay oxidación u óxido dentro de los dispositivos.
- Verifique si los puntos de soldadura son firmes y si hay óxido.
- Verifique si la presión del gas de los gabinetes sellados es la establecida por el fabricante.
- Revisión celdas de MT y cables de Alta Tensión, inspección visual de cuchillas seccionadoras de línea / tierra en SE.
- Ensayos de transformador de Potencia en SE.
- Inspección de Línea Alta Tensión.
- Actividades anuales.
- Verificar componentes internos, ruidos anormales durante la operación.
- Verificar que las señales y etiquetas de advertencia sean claramente visibles y estén libres de daños. Reemplace si es necesario.
- Verifique si la conexión entre cable y terminal al interior de los dispositivos es correcta.
- Verifique si el equipo de protección contra rayos y los fusibles, etc. están bien sujetos.
- Compruebe si hay oxidación u óxido dentro de los dispositivos.

- Verifique si los puntos de soldadura son firmes y si hay óxido.
- Verifique si las carcasas de los dispositivos expuestos a intemperie están dañadas, pintura pelada, oxidada, etc.
- Verifique si las cerraduras de las ventanas y las puertas de los gabinetes se pueden abrir de forma flexible.
- Verifique si las tiras de sellado, etc. está bien fijadas.
- Verifique si la presión del gas de los gabinetes sellados es la establecida por el fabricante.
- Revisar mediante termografía las instalaciones y equipos.
- Revisión celdas de MT y cables de Alta Tensión, inspección visual de cuchillas seccionadoras de línea / tierra en SE.
- Ensayos de transformador de Potencia en SE.
- Inspección de Línea Alta Tensión.

Mantenimiento predictivo

Permite conocer el funcionamiento de máquinas y equipos a través de mediciones no destructivas, con el fin de adelantarse a posibles fallos y optimizar su rendimiento. Dependiendo del tipo de sensor que se utilice para obtener la información, el mantenimiento predictivo ejerce su función mediante la monitorización de diferentes parámetros.

Las ventajas del mantenimiento predictivo son: el aumento de la vida útil del equipo gracias a la previa detección de fallos e implementación de soluciones, la disminución de costes al evitar tener que sustituir un equipo por completo, y el óptimo rendimiento de la producción al evitar las alteraciones en el rendimiento.

Los dos más frecuentes son:

Análisis de temperatura: mide la radiación infrarroja emitida por los elementos de la instalación eléctrica y permite elaborar mapas de calor. Mediante los puntos de calor se pueden detectar diferentes sucesos como deterioros mecánicos o sobrecargas en puntos específicos.

Análisis de parámetros eléctricos: mide los cambios en el comportamiento eléctrico de una máquina o instalación mediante sensores de alta precisión. Este método es capaz de detectar desviaciones del comportamiento estándar en fases muy rudimentarias, facilitando las acciones de mantenimiento.

Mantenimiento correctivo

Engloba a todas las actividades llevadas a cabo en una industria para corregir las averías o fallos que se puedan ocasionar en alguna de las etapas del proceso de producción. Este tipo de mantenimiento se lleva a cabo una vez se ha producido la avería en el sistema. Puede ser un mantenimiento programado o no programado:

- **Programado:** al presentarse la avería, se planifica su reparación con el fin de no alterar el proceso de producción. Se contempla la información de la avería y si su corrección afecta a la producción.
- **No programado:** la avería afecta directamente a la producción. En estos casos, el fallo se atiende de inmediato, sin previa contemplación.

Además, dependiendo de en qué zona de nuestra industria se produzca la avería, el mantenimiento correctivo puede ser de tres tipos:

- **Mecanizado:** destinado a reparaciones de deterioros exclusivamente mecánicos.
- **Automatizado:** corresponde a la corrección de fallos en sistemas que integran procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos.
- **Digital:** aborda las averías que ocurren en sistemas digitales. Está ligada a la ingeniería de sistemas.

Entre las principales ventajas de este mantenimiento, encontramos: la sencillez de los procesos para la resolución de los problemas, la efectividad de las soluciones que se ofrecen, y la posibilidad de evitar procesos futuros con fallos.

Mantenimiento extraordinario

El mantenimiento extraordinario incluye todo tipo de intervenciones de mantenimiento más invasivas y relevantes, que no son recurrentes y se realizan para mejorar el funcionamiento de un activo, aumentar el ciclo de vida, su valor o cuando muestre un deterioro que excede lo programado de acuerdo a su vida útil. El mantenimiento extraordinario recoge:

- Intervenciones invasivas en equipos e instalaciones;
- Intervenciones en la estructura;
- Intervenciones en el sistema tecnológico;

El principal tipo de mantenimiento extraordinario es el mantenimiento de mejora, el cual no se debe a fallos de funcionamiento, y tiene el objetivo de aumentar el valor del sistema y mantener el rendimiento del equipo mediante la realización de mejoras técnicas en toda la instalación o en unidades individuales.

De esta manera, puede aumentar el valor de los activos y asegurarse de que alcancen los límites máximos de disponibilidad programados durante la fase de proyecto, independientemente de los efectos del tiempo.

II.2.4 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES

Aunque la vida útil de las instalaciones es de aproximadamente 30 años, se considera indefinida si se implementan programas de repotenciación o modernización de la central a futuro, aprovechando el avance tecnológico que posiblemente se cuente al momento de la finalización de la vida útil de los primeros módulos solares, por tanto, se puede seguir haciendo uso de la infraestructura para nuevas tecnologías fotovoltaicas.

El objetivo que se pretende cumplir con el plan de desmantelamiento y abandono es que los terrenos donde estuvo la instalación muestren un estado similar al que tenían antes de la construcción.

El Plan incorporará las medidas orientadas a prevenir impactos ambientales y riesgos durante la etapa de cierre y abandono definitivo del proyecto. La disposición de los componentes y materiales será conforme a la normativa nacional aplicable vigente. Las instalaciones serán desmanteladas en su totalidad implementando un plan a gran escala en cuanto a componentes para reciclaje y componentes no aprovechables. El desmantelamiento será mecánico, iniciando con los módulos, que serán transportados a zonas de desechos industriales o bien, en caso de que la tecnología lo permita, se enviarán a centros de reciclaje. El resto de los componentes metálicos se desensamblarán y serán dispuestos con base en el plan de residuos. Los componentes electrónicos se enviarán a tiraderos autorizados y destinados para este tipo de desechos o bien, serán reciclados si la tecnología lo permite.

En la etapa de Desmantelamiento, se deben ejecutar las actividades necesarias para realizar la remoción total de las Instalaciones y estructuras que conformaron el Proyecto, incluyendo la demolición, el desarmado y desmontaje, y la reutilización o disposición de equipos y accesorios, así como, el completo retiro de materiales y residuos que se generen durante esta etapa.

La etapa de Abandono debe incluir las acciones de restauración, compensación ambiental y/o remediaciones apropiadas para mitigar el daño o afectación al ambiente.

II.2.5 RESIDUOS

Durante las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto se generarán residuos sólidos (no peligrosos, de manejo especial y posiblemente peligrosos) y aguas sanitarias, su manejo se realizará de acuerdo con las resoluciones ambientales que se emitan y conforme a la legislación correspondiente, siguiendo siempre las buenas prácticas en protección del medio ambiente.

TIPOS DE GESTIÓN DE RESIDUOS

La clasificación de la gestión de residuos se basa, principalmente, en el origen de estos. Así, dependiendo del origen de los residuos, de manera general su gestión se puede clasificar en:

Residuos típicos generados

Etapa de construcción

- **Residuos inertes:** No presentan ningún riesgo de polución de las aguas y de los suelos y que, en general, podríamos asimilar a los materiales pétreos. Por ejemplo: Escombro limpio, como ladrillos, hormigón endurecido, restos de hormigón, vidrio, cualquier tipo de tierra o canto, escombros de demolición, etc.

- **Residuos no peligrosos:** Son los que por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos.

Por ejemplo: Metales, como armaduras de acero y restos de estructuras metálicas, perfiles para montar el cartón – yeso. Madera, como restos de corte, restos de encofrado, pallets, papel y cartón, como sacos de cemento, de yeso, de arena y de cal, cajas de cartón, etc. Plástico, como lonas o cintas de protección no reutilizables, conductos y canalizaciones.

- **Residuos peligrosos:** Los formados por materiales que tienen determinadas características perjudiciales para la salud o el medioambiente.

Por ejemplo: Envases y restos de: aceites, lubricantes, líquidos de freno, combustibles, desencofrantes, anticongelantes y líquidos para curado de hormigón, adhesivos, aerosoles y agentes espumantes, disolventes y detergentes, pinturas y barnices, silicona y otros productos de sellado, tubos fluorescentes, trapos, brochas y otros útiles de obra contaminados con productos peligrosos, restos de desmantelamiento de bajantes, cubiertas y tabiques pluviales, amianto y sus derivados, incluyendo envases, etc.

Etapa de operación y mantenimiento

- **Residuos inertes:** Por ejemplo: Desbroce de terreno, tierra vegetal, arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente.

- Residuos no peligrosos de disposición especial: para estos se realiza un acopio en sitio posteriormente son retirados a sitios específicos para este tipo de desechos.

Por ejemplo: Placas solares (aquellas que estén deterioradas y necesitan ser reemplazadas), cableado DC o AC que necesite ser reemplazado, cajas de control de string que necesiten ser sustituidas, así como también inversores.

Etapa de retiro y abandono

Aplican los mismos tipos de residuos y disposición que para la etapa de construcción.

II.2.6 GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO

II.2.6.1 IDENTIFICAR POR ETAPAS DEL PROYECTO, EN SU CASO LAS FUENTES GENERADORAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

En un proyecto fotovoltaico, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son considerablemente más bajas en comparación con las fuentes tradicionales de energía, como las plantas de carbón o gas natural. Sin embargo, a lo largo del ciclo de vida del proyecto, desde la fabricación hasta el desmantelamiento, se generan ciertos GEI. A continuación, se describen los principales:

1. Dióxido de carbono (CO_2):

Fabricación de paneles solares: El proceso de producción de los paneles fotovoltaicos, especialmente en la extracción y purificación del silicio, genera CO_2 debido al consumo de energía, que en muchos casos proviene de fuentes no renovables.

Transporte: El traslado de los componentes del Proyecto, como paneles solares, inversores y estructuras, desde las fábricas hasta el sitio de instalación, también genera emisiones de CO_2, principalmente a través del uso de combustibles fósiles en los vehículos de transporte.

Construcción: Las actividades de construcción y montaje del Proyecto, que incluyen el uso de maquinaria pesada, consumo de electricidad y combustible, emiten CO_2.

2. Hexafluoruro de azufre (SF_6):

Equipos de conmutación y aislamiento: El SF_6 es un gas utilizado en equipos eléctricos como interruptores y transformadores por sus excelentes propiedades aislantes y de corte de corriente. Sin embargo, es un potente gas de efecto invernadero, con un potencial de calentamiento global mucho mayor que el CO_2. Aunque se libera en pequeñas cantidades durante las operaciones normales o si hay fugas, su impacto ambiental es significativo.

3. Óxidos de nitrógeno (NOx):

Transporte y construcción: Las emisiones de óxidos de nitrógeno provienen principalmente de los vehículos y maquinaria que funcionan con combustibles fósiles durante la fase de construcción, transporte e instalación del Proyecto fotovoltaico.

4. Metano (CH_4):

Extracción y transporte de materiales: Aunque en cantidades mucho menores, el metano puede emitirse durante la producción y el transporte de materiales requeridos para la fabricación de los componentes del Proyecto fotovoltaico. Este gas se libera durante la extracción de combustibles fósiles necesarios para producir los materiales de los paneles y equipos.

En resumen, aunque el desarrollo de un Proyecto fotovoltaico genera emisiones de GEI a lo largo de su ciclo de vida (especialmente en las fases de fabricación, transporte, construcción y mantenimiento), estas emisiones son significativamente inferiores a las que producen las plantas de energía que funcionan con combustibles fósiles. La energía solar es considerada una fuente de energía limpia y sostenible, ya que, durante su operación, prácticamente no genera emisiones de gases de efecto invernadero.

II.2.6.2 DETERMINACIÓN DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO QUE SE GENERARAN DURANTE LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO, COMO SEA EL CASO DE VAPOR DE AGUA, $C0_2$, CH_4, N_20, CFC, O_3, ENTRE OTROS

Según la calculadora de equivalencias de emisiones de gases de efecto invernadero de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos (https://espanol.epa.gov), un proyecto con capacidad anual de 181,991.468 MWh es capaz de **evitar la emisión de 134,781 toneladas anuales de bióxido de carbono equivalente (CO_2e).** Expresado en otras magnitudes se evitaría quemar 283,083 barrilles de petróleo o 12,010,913 galones de diésel, o bien supliría las necesidades energéticas de 25,482 hogares durante un año, o lo requerido por 28,520 vehículos de pasajeros a gasolina conducidos durante un año.

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO HUERTA PV



USPAE
UNIDAD DE SERVICIOS PROFESIONALES ALTAMENTE ESPECIALIZADOS
INECOL

CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

RWE



Coordinador General
Dr. Rafael Villegas Patraca

Coordinador Técnico de Proyecto
M. en C. Alexandro Medina Chena

Participantes
Dr. Daniel Aguirre Fey
Geógr. César Augusto Gallo Gómez
I.I. Laura Alejandra Barradas Sánchez
Biól. Luis Lagunes Galindo
I.Q. Marga Lorena Sagrero Uscanga
M. en C. Samuel Macías Sánchez
Biól. Rodolfo López Polanco
Geógr. Oswaldo Trinidad Hernández
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

Cartografía
Geóg. César Augusto Gallo Gómez

Coordinación en administración y seguimiento contractual
L.N.I. Mariana Morales Alarcón

Diseño y edición grafico
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 1

III.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO 1

III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT) 1

Unidad Ambiental Biofísica 52. Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo 1

Unidad Ambiental Biofísica 55. Sierras Mil Cumbres 6

Vinculación 10

III.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO ESTATAL DE MICHOACÁN DE OCAMPO (POEEMO) 11

III.1.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN MARIPOSA MONARCA (POERMM) 15

III.1.4 PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE GUANAJUATO - 2040 (PEDUOET) 21

UGAT 710 23

UGAT 722 24

Vinculación 27

III.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 27

III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 27

III.2.1.1 Área Natural Protegida Estatal 30

III.2.2 REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA 32

III.2.3 REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA 36

III.2.4 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES 39

III.3 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES (PDU) 41

III.3.1 PLAN DE DESARROLLO INTEGRAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN 41

III.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO GUANAJUATO 2040 42

III.3.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE EPITACIO HUERTA 2021-2024 43

III.3.4 PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE CORONEO, GUANAJUATO 44

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 44

III.4.1 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 44

III.5. OTROS INSTRUMENTOS 49

III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 49

III.5.2 CONVENIOS INTERNACIONALES 50

III.5.3 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 51

III.5.3.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental 55

III.5.3.2 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 56

III.5.4 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS 57

III.5.4.1 Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 60

III.5.5 LEY DE AGUAS NACIONALES 62

III.5.6 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO 63

III.5.7 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE 64

III.5.7.1 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 65
III.5.8 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE 65
III.5.9 LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA 66
III.5.10 LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA 67
III.5.12 LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SU REGLAMENTO 68
III.5.13 LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES 69
III.5.13.1 Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Michoacán de Ocampo 69
III.5.13.2 Ley Ambiental para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo 71
III.5.13.3 Ley de Cambio Climático del Estado de Michoacán de Ocampo 72
III.5.13.4 Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato 72
III.5.13.5 Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios 73
III.5.13.6 Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato 74
III.5.14 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN MATERIA AMBIENTAL 75
III.5.14.1 Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte 75
III.5.14.2 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 76
III.5.14.3 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 78
III.5.14.4 Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020-2024 80
III.5.14.5 Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030 81
III.5.14.6 Estrategia Nacional de Cambio Climático 83
III.5.14.7 Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2017-2028 87
III.5.14.8 Programa Sectorial de Energía 2020-2024 88
III.5.14.9 Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) 2017-2031 89
III.5.14.10 Prospectiva del Sector Eléctrico 2013-2027 91
CONCLUSIONES 92
BIBLIOGRAFÍA 95

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. *Características y estrategias de la UAB 52.* 2
Cuadro 2. *Características y estrategias de la UAB 55.* 7
Cuadro 3. *Características generales de la UGA For78 del POEEMO en la que se sitúa el proyecto.* 13
Cuadro 4. *Lineamientos ecológicos de la UGA For78 del POEEMO.* 13
Cuadro 5. *Objetivos específicos de la UGA For78 del POEEMO.* 14
Cuadro 6. *Características generales de las UGA's del POERMM en las que se sitúa el proyecto.* 17
Cuadro 7. *Lineamientos ecológicos aplicables a las UGA's del POERMM.* 17
Cuadro 8. *Objetivos específicos del POERMM incidentes con el Proyecto.* 18
Cuadro 9. *Acciones generales del POERMM incidentes con el Proyecto.* 19
Cuadro 10. *Características principales de la UGAT 710 del PEDUOET en la que se encuentra el proyecto.* 23
Cuadro 11. *Criterios aplicables de la UGAT 710 del PEDUOET.* 23
Cuadro 12. *Características principales de la UGAT 722 del PEDUOET en la que se encuentra el proyecto.* 24
Cuadro 13. *Criterios aplicables de la UGAT 722 del PEDUOET.* 25
Cuadro 14. *Vinculación del proyecto con el decreto del ANP Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca.* 30
Cuadro 15. *Valoración para la conservación de los aspectos bióticos de la RTP-110.* 34
Cuadro 16. *Valoración para la conservación de los aspectos antropogénicos de la RTP-110.* 35
Cuadro 17. *Valoración para la conservación de las políticas de conservación de la RTP-110.* 35
Cuadro 18. *Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en su desarrollo.* 44
Cuadro 19. *Vinculación del Proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.* 49
Cuadro 20. *Convenios Internacionales vinculantes con el Proyecto.* 50
Cuadro 21. *Disposiciones reglamentarias contenidas en la LGEEPA vinculantes al Proyecto.* 52
Cuadro 22. *Vinculación entre el proyecto y el reglamento de la LGEEPA.* 56
Cuadro 23. *Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.* 56
Cuadro 24. *Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto.* 57
Cuadro 25. *Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.* 61
Cuadro 26. *Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.* 62
Cuadro 27. *Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático.* 63
Cuadro 28. *Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.* 64
Cuadro 29. *Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.* 65
Cuadro 30. *Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.* 65
Cuadro 31. *Vinculación del Proyecto con la Ley de Transición Energética.* 66
Cuadro 32. *Disposiciones reglamentarias de la Ley de la Industria Eléctrica y su vinculación con el Proyecto.* 67

Cuadro 33. *Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto.* 68
Cuadro 34. *Vinculación del Proyecto con la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Michoacán de Ocampo.* 69
Cuadro 35. *Vinculación del Proyecto con la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo.* 71
Cuadro 36. *Vinculación del Proyecto con la Ley de Cambio Climático del Estado de Michoacán de Ocampo.* 72
Cuadro 37. *Vinculación del Proyecto con los ejes, objetivos y estrategias del PND 2019-2024.* 77
Cuadro 38. *Objetivos, Estrategias y Acciones puntuales del PROMARNAT 2020-2024 que se vinculan con el Proyecto.* 79
Cuadro 39. *Meta ENOT que se vincula con el proyecto.* 80
Cuadro 40. *Vinculación del Proyecto con la ENBioMex y Plan de Acción 2016-2030.* 81
Cuadro 41. *Vinculación del Proyecto con la ENCC.* 85
Cuadro 42. *Ejes Estratégicos y Líneas de Acción de la ENCC que se vinculan con el Proyecto.* 86
Cuadro 43. *Políticas, estrategias y líneas de acción que se vinculan al Proyecto.* 88
Cuadro 44. *Objetivo, Estrategia y Acción puntual del PSE que se vincula con el Proyecto.* 89

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. *Localización del área que comprende el POEGT.* 2
Figura 2. *Unidades Ambientales Biofísicas del POEGT en las que se sitúa el proyecto.* 3
Figura 3. *Ubicación del proyecto con respecto a la UGA en la que se sitúa del POEEMO.* 12
Figura 4. *Ubicación del proyecto con respecto a las UGAs en las que se sitúa del POERMM.* 16
Figura 5. *Ubicación del proyecto dentro de las UGAT 710 y 722 del PEDUOET.* 22
Figura 6. *Ubicación del Proyecto respecto a la ANP.* 28
Figura 7. *Ubicación del Proyecto respecto a las ANPEST.* 31
Figura 8. *Ubicación del proyecto respecto a la RTP-110.* 33
Figura 9. *Ubicación del proyecto respecto a la RHP-61.* 37
Figura 10. *Ubicación del proyecto respecto a la AICA-36 y AICA-02.* 40

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

La revisión de los instrumentos legales y de planeación relacionados con el Proyecto se abordan en el presente capítulo. El identificar y analizar los distintos instrumentos de planeación que ordenan a la zona en que se ubicará el Proyecto, tiene la finalidad de sujetarse a los instrumentos con validez y establecer la relación pertinente con los mismos. Dada la importancia del Proyecto, resulta indispensable adecuar su desarrollo ante los instrumentos legales que rigen en el territorio nacional. El promovente tiene especial interés en cumplir con cada una de las disposiciones y con ello realizar el Proyecto atendiendo a las diversas disposiciones que regulan su adecuado desarrollo.

III.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

Este instrumento de política pública fue publicado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el día 07 de septiembre del 2012, en el Diario Oficial de la Federación (DOF), es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal (APF) y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales y se encuentra sustentado por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento.

El POEGT está conformado por 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB's) y comprende a todo el territorio nacional. La extensión y las UAB's del POEGT se muestra en la *Figura 1*.

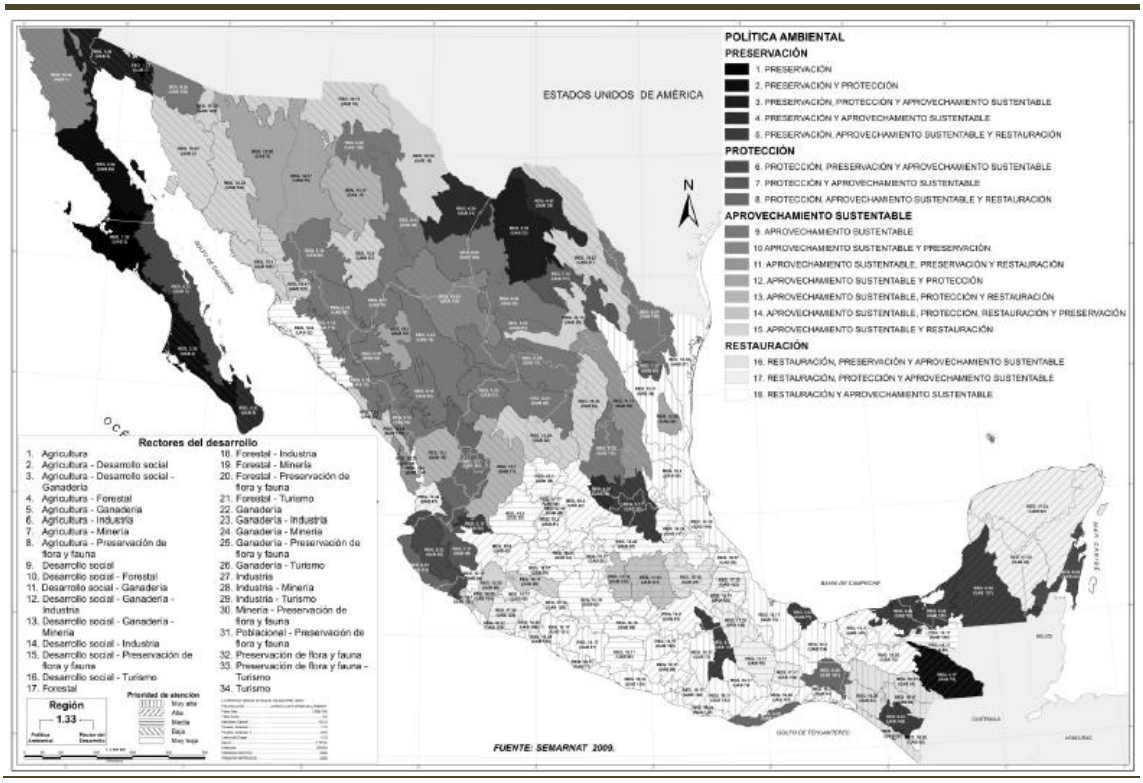


Figura 1. Localización del área que comprende el POEGT.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, su propósito es facilitar la toma de decisiones a la Administración Pública Federal al orientar la planeación y ejecución de las políticas públicas estableciendo una relación entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad buscando un desarrollo sustentable.

El Área de Influencia del Proyecto, la cual incluye al Predio del Proyecto y su Línea de Transmisión (LT), se ubica en la UAB 52 y UAB 55, que tienen por nombre Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, y Sierras Mil Cumbres, respectivamente. En la *Figura 2* se muestra la sobreposición del SAR y Área de Influencia del proyecto con el POEGT.

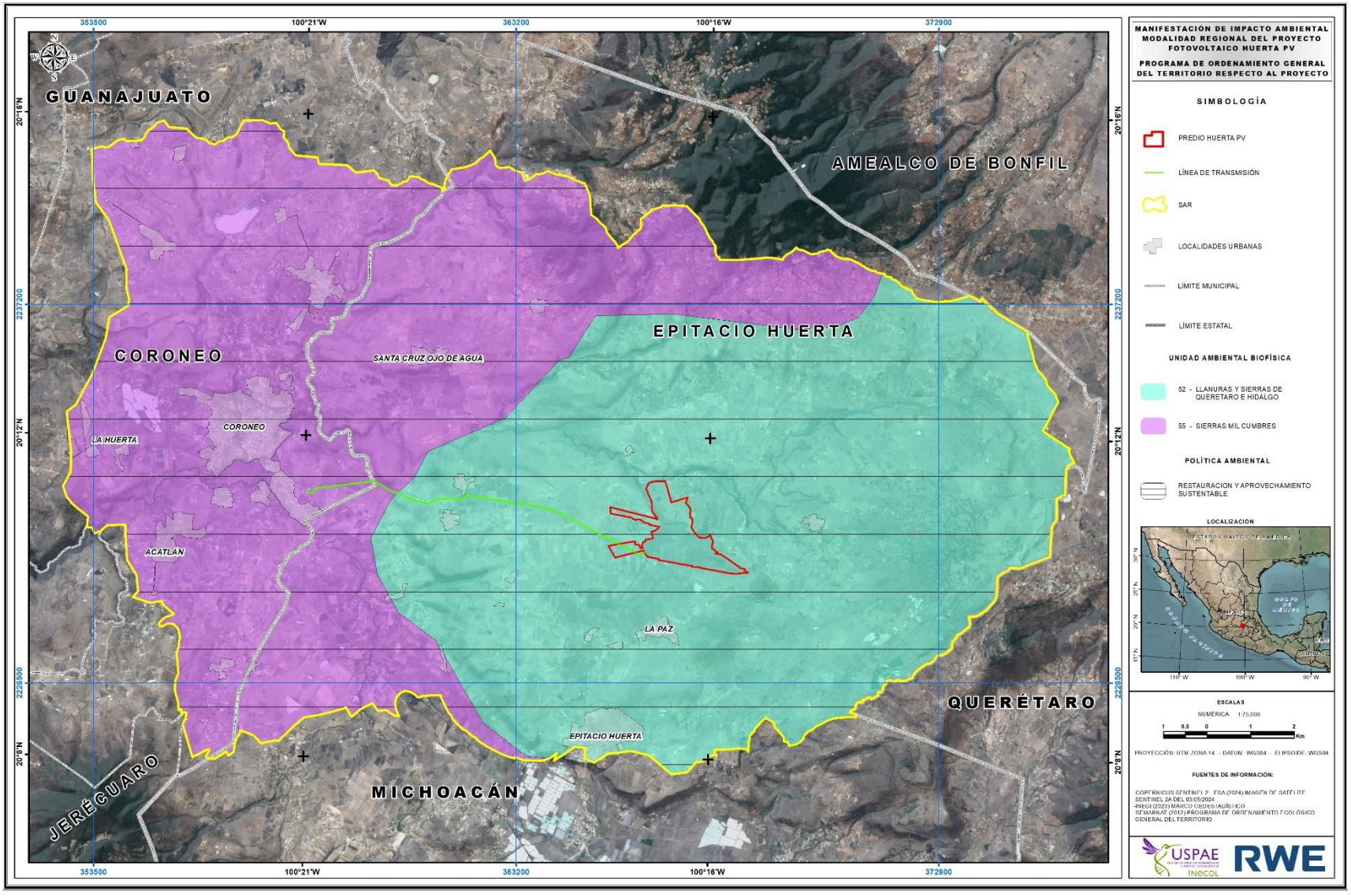


Figura 2. Unidades Ambientales Biofísicas del POEGT en las que se sitúa el proyecto.

UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA 52. LLANURAS Y SIERRAS DE QUERÉTARO E HIDALGO

Prioridad de Atención: Media.

Política Ambiental: Restauración y Aprovechamiento Sustentable.

Estado del Medio Ambiente: Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Bajo. Se encuentra caracterizado por los siguientes elementos:

- No presenta superficie de ANP's.
- Alta degradación de los Suelos.
- Muy alta degradación de la Vegetación.
- Baja degradación por Desertificación.
- La modificación antropogénica es de muy alta a alta.
- Longitud de Carreteras (km): Muy Alta.
- Porcentaje de Zonas Urbanas: Media.
- Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja.
- Densidad de población (hab/km^2): Alta.
- El uso de suelo es Agrícola, Otro tipo de vegetación y Pecuario.
- Déficit de agua superficial.
- Déficit de agua subterránea.
- Porcentaje de Zona Funcional Alta: 88.5.
- Media marginación social.
- Medio índice medio de educación.
- Bajo índice medio de salud.
- Medio hacinamiento en la vivienda.
- Alto indicador de consolidación de la vivienda.
- Alto indicador de capitalización industrial.
- Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal.
- Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.
- Actividad agrícola: Sin información.
- Alta importancia de la actividad minera.

- Alta importancia de la actividad ganadera.

Cuadro 1. Características y estrategias de la UAB 52.

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
52	Forestal Preservación de Flora y Fauna	Agricultura Desarrollo Social Ganadería Minería	-	PEMEX	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44



REGIÓN ECOLÓGICA: 18.20 **UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA QUE LA COMPONE:** **LLANURAS Y SIERRAS DE QUERÉTARO E HIDALGO**		
LOCALIZACIÓN: **SUR DE HIDALGO Y QUERÉTARO**		
SUPERFICIE EN KM²: **14,532.32 KM²**	**POBLACIÓN POR UAB:** **3,054,540 HAB**	**POBLACIÓN INDÍGENA:** **MAZAHUA-OTOMÍ**

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de muy alta a alta. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km2): Alta. El uso de suelo es Agrícola, Otro tipo de vegetación y Pecuario. Déficit de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 88.5. Media marginación social. Medio índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Alto indicador de consolidación de la vivienda. Alto indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	**Inestable a Crítico**
Política Ambiental:	**Restauración y Aprovechamiento Sustentable**
Prioridad de Atención:	**Media**
ESTRATEGIAS UAB 52	**VINCULACIÓN**
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO	

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.		Durante la ejecución del Proyecto se establecerán medidas como las actividades de reubicación de flora y fauna para preservar los ecosistemas forestales y su biodiversidad y con ello fomentar su conservación y desarrollo en línea con lo dispuesto en la estrategia.		
	2. Recuperación de especies en riesgo.		Los individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se encuentren dentro del Proyecto serán protegidas mediante acciones específicas, tales como reubicación y ahuyentamiento, y con ello se asegurará la continuidad ecológica de dichas especies.		
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.		Para la presente MIA se ha realizado un análisis del medio y su biodiversidad (flora y fauna), con la finalidad de reconocer su estado actual (véase el Capítulo IV del presente estudio), e implementar las medidas adecuadas para su protección y conservación (Véase el Capítulo VI del presente estudio).		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.		El Proyecto no contempla el aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, ni genes. Las actividades del Proyecto se realizarán velando en todo momento por la protección del medio biótico y abiótico con el que interactuará.		
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.		En la ejecución del Proyecto no se realizará el aprovechamiento de suelos agrícolas ni suelos pecuarios, por lo que esta estrategia no es aplicable al Proyecto.		
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.		No es aplicable al Proyecto la modernización de la infraestructura hidroagrícola ni la tecnificación de superficies agrícolas.		
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.		El Proyecto no implica el aprovechamiento sustentable de recursos forestales.		
	8. Valoración de servicios ambientales.		En este estudio se incluye un análisis de los servicios ambientales que ofrece el sitio en donde se efectuarán las actividades del Proyecto, para que con ellos se pueda prevenir, minimizar o compensar los efectos del posible desmonte que se lleve a cabo sobre la vegetación existente en el área del proyecto.		
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.		Mediante una serie de medidas de manejo ambiental, se procurará la protección de diferentes factores como el agua, aire, suelo, la fauna y la flora del área del Proyecto (las cuales se describen en el Capítulo VI de este estudio).		
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.		No se hará uso de agroquímicos como parte de las actividades del Proyecto, por lo que esta estrategia no es aplicable.		
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.		El Proyecto implementará actividades de reforestación como parte de las medidas de manejo ambiental incluidas en el Capítulo VI de este estudio.		
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.		Para el desarrollo del Proyecto se tomaron en cuenta datos geográficos y topográficos como planos de curvas de nivel para su diseño, así como bases de datos para determinar el tipo de suelo, la ubicación de zonas de importancia ecológica y zonas urbanas para evitar afectaciones futuras.		
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.		El Promovente no llevará a cabo actividades mineras, por tanto, esta estrategia no aplica al Proyecto.		

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos		El Promovente no llevará a cabo actividades de este tipo, por tanto, estas estrategias no aplican al Proyecto.		
GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA					
A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.		La estrategia señalada es responsabilidad de la Administración Pública, y no compete al Proyecto su ejecución, además el Proyecto, por su naturaleza, no contempla el mejoramiento de condiciones de vivienda y entorno.		
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.		El Promovente del Proyecto, establecerá la creación y ejecución de un Plan Interno de Protección Civil, a fin de atender riesgos naturales, tener identificadas las zonas seguras y, al mismo tiempo, promover una cultura de prevención para reducir la vulnerabilidad física a través de esta.		
	26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.				
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.		La estrategia señalada es responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: el Proyecto, según sea necesario, se ajustará en calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.		
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.		La estrategia señalada es responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: el Proyecto no generará afectaciones sobre el recurso hídrico en ninguna de las etapas del Proyecto, pues no se realizarán descargas de aguas residuales ni se producirá contaminación en cuerpos o corrientes de agua.		
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.		La estrategia señalada es responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: el Promovente implementará medidas que estén alineadas al uso sustentable del recurso hídrico.		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas		Las estrategias señaladas son responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, además el Proyecto, por su naturaleza, no contempla el mejoramiento de ciudades.		
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.				
E) Desarrollo Social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.		Las estrategias señaladas son responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: el Proyecto buscará (si es técnicamente viable) la contratación de personal de la región en las etapas de construcción, promoviendo la inclusión de grupos vulnerables.		
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el				

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
		aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.			
		37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.			
		38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.			
		39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza			
		40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de Marginación.			
		41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.			
GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL					
A) Marco Jurídico		42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	La estrategia señalada es responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: la Promovente es arrendataria del terreno donde se llevará a cabo el Proyecto.		
B) Planeación del ordenamiento territorial		43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Las estrategias señaladas son responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: el Proyecto respetará y se alineará con el ordenamiento territorial nacional, estatal y municipal aplicable. En todas las etapas de desarrollo se cumplirá con la normativa federal y estatal.		
		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.			

UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA 55. SIERRAS MIL CUMBRES

Prioridad de Atención: Media.

Política Ambiental: Restauración y Aprovechamiento Sustentable.

Estado del Medio Ambiente: Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. Se encuentra caracterizado por los siguientes elementos:

- Baja superficie de ANP's.
- Alta degradación de los Suelos.
- Alta degradación de la Vegetación.
- Sin degradación por Desertificación.
- La modificación antropogénica es baja.
- Longitud de Carreteras (km): Media.
- Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja.
- Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja.
- Densidad de población (hab/km^2): Baja.
- El uso de suelo es Forestal y Agrícola.
- Con disponibilidad de agua superficial.
- Déficit de agua subterránea.
- Porcentaje de Zona Funcional Alta: 85.
- Media marginación social.
- Bajo índice medio de educación.
- Bajo índice medio de salud.
- Medio hacinamiento en la vivienda.
- Medio indicador de consolidación de la vivienda.
- Muy bajo indicador de capitalización industrial.
- Alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal.
- Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.
- Actividad agrícola de transición.
- Alta importancia de la actividad minera.
- Alta importancia de la actividad ganadera.

Cuadro 2. Características y estrategias de la UAB 55.

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
55	Forestal	Desarrollo Social Minería	Agricultura Ganadería	PEMEX SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44



REGIÓN ECOLÓGICA: 18.17
UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA QUE LA COMPONE: SIERRAS MIL CUMBRES
LOCALIZACIÓN: NORESTE DE MICHOACÁN, SURESTE DE GUANAJUATO Y OESTE DEL ESTADO DE MÉXICO

SUPERFICIE EN KM²:	POBLACIÓN POR UAB:	POBLACIÓN INDÍGENA:
8,226.41 KM²	767,591 HAB	MAZAHUA-OTOMÍ

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. Baja superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 85. Media marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de transición. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	**Inestable**
Política Ambiental:	**Restauración y Aprovechamiento Sustentable**
Prioridad de Atención:	**Media**

ESTRATEGIAS UAB 55		VINCULACIÓN
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, ni genes. Las actividades del Proyecto se realizarán velando en todo momento por la

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
			protección del medio biótico y abiótico con el que interactuará.		
		5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	En la ejecución del Proyecto no se realizará el aprovechamiento de suelos agrícolas ni suelos pecuarios, por lo que esta estrategia no es aplicable al Proyecto.		
		6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No es aplicable al Proyecto la modernización de la infraestructura hidroagrícola ni la tecnificación de superficies agrícolas.		
		7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El Proyecto no implica el aprovechamiento sustentable de recursos forestales.		
		8. Valoración de servicios ambientales.	En este estudio se incluye un análisis de los servicios ambientales que ofrece el sitio en donde se efectuarán las actividades del Proyecto, para que con ellos se pueda prevenir, minimizar o compensar los efectos del posible desmonte que se lleve a cabo sobre la vegetación existente en el área del proyecto.		
C) Protección de los recursos naturales		12. Protección de los ecosistemas.	Mediante una serie de medidas de manejo ambiental, se procurará la protección de diferentes factores como el agua, aire, suelo, la fauna y la flora del área del Proyecto (las cuales se describen en el Capítulo VI de este estudio).		
		13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No se hará uso de agroquímicos como parte de las actividades del Proyecto, por lo que esta estrategia no es aplicable.		
D) Restauración		14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto implementará actividades de reforestación como parte de las medidas de manejo ambiental incluidas en el Capítulo VI de este estudio.		
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios		15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Para el desarrollo del Proyecto se tomaron en cuenta datos geográficos y topográficos como planos de curvas de nivel para su diseño, así como bases de datos para determinar el tipo de suelo, la ubicación de zonas de importancia ecológica y zonas urbanas para evitar afectaciones futuras.		
		15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El Promovente no llevará a cabo actividades mineras, por tanto, esta estrategia no aplica al Proyecto.		
		18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos	El Promovente no llevará a cabo actividades de este tipo, por tanto, estas estrategias no aplican al Proyecto.		
GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA					
A) Suelo urbano y vivienda		24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	La estrategia señalada es responsabilidad de la Administración Pública, y no compete al Proyecto su ejecución, además el Proyecto, por su naturaleza, no contempla el mejoramiento de condiciones de vivienda y entorno.		
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias		25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	El Promovente del Proyecto, establecerá la creación y ejecución de un Plan Interno de Protección Civil, a fin de atender riesgos naturales, tener identificadas las zonas seguras y, al mismo tiempo, promover una cultura de prevención para reducir la vulnerabilidad física a través de esta.		
		26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.			

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
C) Agua y saneamiento		27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	La estrategia señalada es responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: el Proyecto, según sea necesario, se ajustará en calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional		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.	Las estrategias señaladas son responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, además el Proyecto, por su naturaleza, no contempla el mejoramiento de ciudades y redes carreteras.		
		31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas			
		32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.			
E) Desarrollo Social		35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Las estrategias señaladas son responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: el Proyecto buscará (si es técnicamente viable) la contratación de personal de la región en las etapas de construcción, promoviendo la inclusión de grupos vulnerables.		
		36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.			
		37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.			
		38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.			
		39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza			
		40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a			

UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
		los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de Marginación.			
		41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.			
GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL					
A) Marco Jurídico		42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	La estrategia señalada es responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: la Promovente es arrendataria del terreno donde se llevará a cabo el Proyecto.		
B) Planeación del ordenamiento territorial		43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Las estrategias señaladas son responsabilidad de la Administración Pública y no compete al Proyecto su ejecución, sin embargo: el Proyecto respetará y se alineará con el ordenamiento territorial nacional, estatal y municipal aplicable. En todas las etapas de desarrollo se cumplirá con la normativa federal y estatal.		
		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.			

VINCULACIÓN

De manera general, el proyecto es altamente compatible con las estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Esta aseveración se basa en que dichas estrategias, de acuerdo con el programa, están dirigidas a:

- Lograr la sustentabilidad ambiental del territorio;
- Al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana;
- Al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

De lo anterior, puede concluirse que parte de los objetivos esenciales del proyecto, es el establecimiento de infraestructura para la generación de energía limpia que sienta las bases para el desarrollo social a nivel regional, el cual incorpora el principio de sustentabilidad dada su naturaleza y las actividades ambientales que forman parte él. Asimismo, mediante la vinculación arriba señalada, se demuestra que el Proyecto es compatible con cada una de las estrategias contenidas en el Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

La UAB 52 Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, y la UAB 55 Sierras Mil Cumbres, de acuerdo con sus fichas técnicas, no presentan o tienen baja superficie de Áreas Naturales Protegidas dentro de su jurisdicción, sin embargo, su política ambiental está enfocada a la restauración y al aprovechamiento sustentable, en este sentido, el proyecto no realizará actividades relacionadas con el aprovechamiento de los recursos naturales de la zona. Los rectores de desarrollo para la UAB 52 son Forestal y Preservación de Flora y Fauna; en tanto que para la UAB 55 es Forestal, no obstante, el proyecto se desarrollará en terrenos arrendados por la promovente; por lo que se pretende ejecutar una serie de medidas de mitigación para compensar los impactos ambientales asociados al proyecto, esta información puede ser consultada en el Capítulo VI.

III.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO ESTATAL DE MICHOACÁN DE OCAMPO (POEEMO)

Este Programa, es el instrumento de política ambiental para el Desarrollo Sustentable de la totalidad del territorio del Estado de Michoacán y tiene por objetivo planear e inducir el uso del suelo y las actividades productivas en el Estado, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, mediante la ejecución y evaluación de un Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal.

De los 113 municipios que forman el Estado, el Proyecto incide con el municipio de Epitacio Huerta, motivo por el que se debe contemplar este instrumento puesto que es requerido el seguimiento a los lineamientos ecológicos y usos del suelo de las políticas ambientales aplicables. El Predio del Proyecto y su Línea de Transmisión (LT) inciden con una de las 2,553 Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) contempladas por el ordenamiento. En la *Figura 3* se presenta la ubicación exacta del Proyecto respecto a las UGA's del POEEMO.

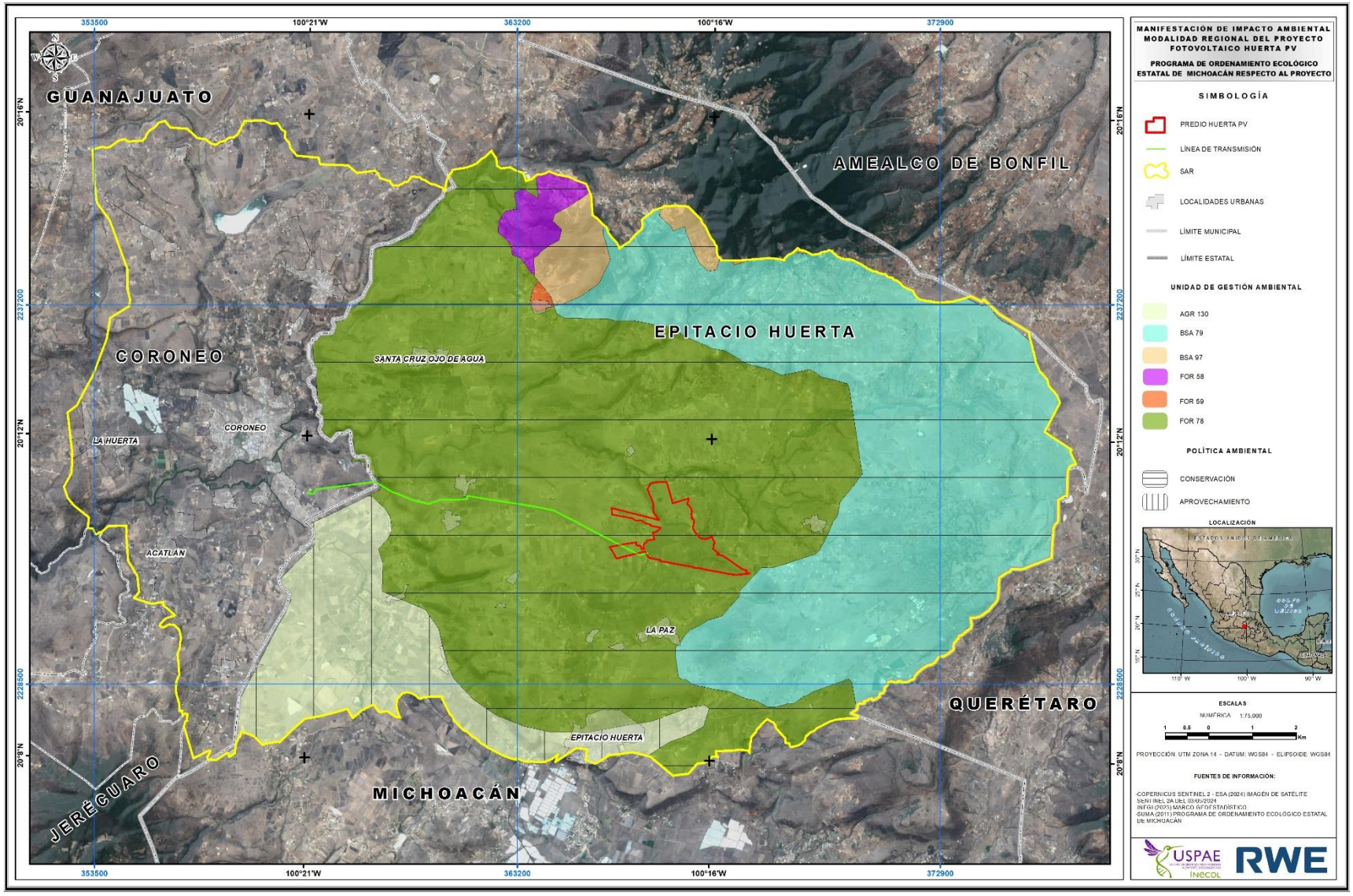


Figura 3. Ubicación del proyecto con respecto a la UGA en la que se sitúa del POEEMO.

El Proyecto se sitúa dentro de la UGA For78, mientras que el resto de las UGA´s señaladas en la anterior figura se encuentran dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR). A continuación, en el *Cuadro 3*, se muestran las características generales de la Unidad.

Cuadro 3. Características generales de la UGA For78 del POEEMO en la que se sitúa el proyecto.

UGA	APTITUD	USO ACTUAL	CONFLICTO	USO PROPUESTO	POLÍTICA	LINEAMIENTOS
For78	Forestal	Agricultura de riego	Alto	Forestal	Conservación	L2, L5, L6

Para este Programa en particular, la Política Ambiental de Conservación promueve la permanencia de ecosistemas nativos y su utilización, sin que esto último implique cambios masivos en el suelo de la UGA. En el *Cuadro 4*, se presentan los lineamientos ecológicos que son aplicables al Proyecto debido a que éste se sitúa al interior de la UGA previamente mencionada.

Cuadro 4. Lineamientos ecológicos de la UGA For78 del POEEMO.

UGA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
For78	L2	**Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales**. La utilización de los recursos naturales, manteniendo la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.	El Proyecto, empleará como único recurso natural la energía provista por la radiación solar, manteniendo así la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas, seleccionando un sitio adecuado que evite áreas de alto valor ecológico y priorice terrenos degradados, así también, serán implementadas medidas de mitigación para minimizar impactos durante la preparación, construcción y operación del Proyecto. El Proyecto aportará beneficios socioeconómicos a la comunidad, generando empleo y promoviendo el acceso a energía limpia, y asumirá compromisos de sostenibilidad a largo plazo, contribuyendo así a la conservación y al uso responsable de los recursos naturales
	L5	**Mejoramiento del ambiente y control de su deterioro**. La modificación planeada de los elementos de la naturaleza, a fin de incrementar las condiciones ambientales a través de la reconversión y diversificación progresiva y secuencial de actividades productivas acordes con la aptitud de la unidad de gestión ambiental.	Si bien el Proyecto no desarrollará actividades forestales, éste promueve la reconversión de actividades productivas tradicionales (agropecuarias) hacia una fuente de energía limpia y sostenible.
	L6	**Restauración ambiental**. Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.	El Proyecto tiene propuesto incorporar un enfoque integral que busca no solo generar energía limpia, sino también llevar a cabo actividades específicas para la recuperación y restablecimiento de las condiciones del ecosistema local. Al seleccionar terrenos degradados para su instalación, se facilitará la rehabilitación de la fauna y flora autóctona, promoviendo la restauración de hábitats y la continuidad de los procesos naturales; además, se implementarán prácticas de manejo sostenible durante la operación del proyecto, como la reforestación y la protección de especies nativas,

UGA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
			así como un plan de monitoreo que evaluará el impacto del proyecto en la biodiversidad y los procesos ecológicos, garantizando que las actividades productivas se alineen con la evolución natural del entorno.

A su vez, los lineamientos mencionados contemplan objetivos específicos de acuerdo con las condiciones de la UGA; los objetivos aplicables dada la incidencia del Proyecto con la UGA For78 se presentan en el *Cuadro 5* incluyendo su vinculación con cada uno.

Cuadro 5. Objetivos específicos de la UGA For78 del POEEMO.

UGA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO	VINCULACIÓN
For78	Objetivo 6	Mantener el aprovechamiento forestal sustentable de manera tal que no se agoten los recursos y se garantice la provisión de bienes y servicios ambientales.	El Proyecto no realizará actividades asociadas al aprovechamiento forestal debido a su naturaleza, sin embargo, se evalúan las características del suelo, la disponibilidad de recursos hídricos y la infraestructura existente, asegurando que el cambio fomente la sostenibilidad y la provisión de servicios ambientales, al tiempo que se minimizan los impactos negativos en el entorno.
	Objetivo 7	Fomentar el uso pecuario sin afectar los sitios de provisión de bienes y servicios ambientales.	El Proyecto no realizará actividades asociadas al uso pecuario de los suelos, motivo por el que este objetivo no es vinculante.
	Objetivo 8	Mantener las áreas de producción agrícola sin ampliar la frontera hacia las áreas con otras aptitudes, especialmente hacia zonas forestales o de provisión de bienes y servicios ambientales.	El Proyecto no contempla actividades asociadas a la producción agrícola, motivo por el que este objetivo no es vinculante.
	Objetivo 14	Evitar el establecimiento de asentamientos humanos en las áreas que presentan riesgos para la población.	El Proyecto no establecerá asentamientos humanos, por lo que este objetivo no es aplicable.
	Objetivo 15	Disminuir el grado de rezago social en los municipios con niveles de marginación Alto y Muy Alto.	Este objetivo compete al gobierno estatal, motivo por el que no es aplicable al Proyecto.
	Objetivo 16	Aumentar la fertilidad y contenido de materia orgánica en áreas con aptitud agrícola.	El Proyecto no contempla actividades asociadas a la producción agrícola, motivo por el que este objetivo no es vinculante.
	Objetivo 17	Disminuir la erosión hídrica que ha generado la pérdida de suelo.	La instalación de paneles solares protege el suelo al actuar como una cubierta que reduce el impacto directo de escurrimientos y el cese de actividades pecuarias; además, el Proyecto establece una revegetación del estrato herbáceo con el propósito de que los escurrimientos existentes no continúen erosionando de la misma manera, contribuyendo así a la conservación del suelo.
	Objetivo 18	Recuperar las áreas donde se han deteriorado las condiciones de la vegetación natural.	El Proyecto promueve el uso sostenible del terreno, favoreciendo la regeneración de ecosistemas locales y protegiendo áreas adyacentes de la degradación.

Si bien la UGA refiere a conservación con un uso de suelo forestal, se resalta que los terrenos en que se planea implementar el Proyecto presentan una alta degradación ocasionada principalmente por el uso pecuario de estos. De manera directa, el proyecto no contraviene con lo establecido en los objetivos de la UGA For 78, por el contrario, se ajusta a ellos y promueve el uso sostenible de las áreas contempladas y su entorno.

A partir de las consideraciones presentadas en esta sección, se puede concluir que el Proyecto es compatible con el POEEMO.

III.1.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN MARIPOSA MONARCA (POERMM)

Este Ordenamiento Ecológico tiene como finalidad establecer el programa de uso del suelo y el manejo de los recursos naturales procurando proteger el ambiente y la biodiversidad, tomando en cuenta las características y aptitudes de cada área. La Región de la Mariposa Monarca se localiza al Este del Estado de Michoacán de Ocampo, enmarcando a la Sierra Chincua, y cuenta con una superficie aproximada de 663,257.6 (has), lo que representa el 11.08% del territorio estatal. El Área de Ordenamiento Ecológico Regional involucra 16 municipios, entre los cuales se encuentra el de Epitacio Huerta, donde se desarrollará el Proyecto. Al POERMM lo integran 1,406 Unidades de Gestión Ambiental (UGA's), cinco de estas inciden con el predio del Proyecto y su línea de transmisión. En la *Figura 4* se presenta la ubicación exacta del Proyecto respecto a las UGA's del POERMM.

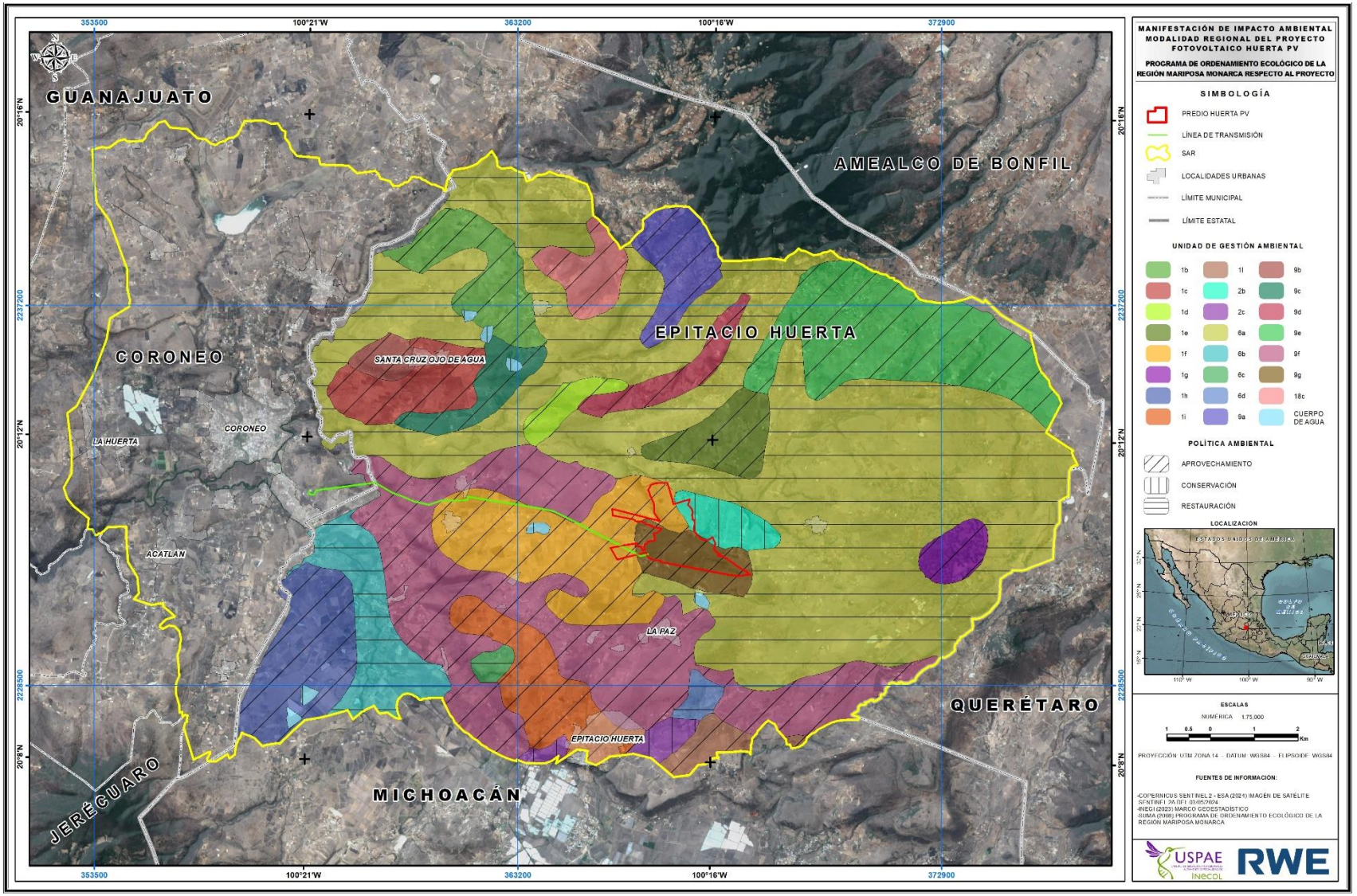


Figura 4. Ubicación del proyecto con respecto a las UGAs en las que se sitúa del POERMM.

El Proyecto se sitúa dentro de las UGA's 1f, 9g, 2b, 6a y 9f, mientras que el resto de las UGA´s señaladas en la anterior figura se encuentran dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR). A continuación, en el *Cuadro 6*, se muestran las características generales de la Unidad.

Cuadro 6. Características generales de las UGA's del POERMM en las que se sitúa el proyecto.

UGA	APTITUD	USO	CONFLICTO	POLÍTICA
1f	Agrícola	Agricultura de temporal	Sin Conflicto	Aprovechamiento
9g	PBSA*/Agrícola	Agricultura de temporal	Conflicto Bajo	Aprovechamiento
2b	Limitado para su uso forestal, agropecuario y PBSA	Agricultura de temporal	Conflicto Muy Bajo	Conservación
6a	PBSA	Pecuario	Conflicto Muy Alto	Restauración
9f	PBSA/Agrícola	Agricultura de temporal	Conflicto Bajo	Aprovechamiento
*Provisión de Bienes y Servicios Ambientales.				

Para este Programa, la Política Ambiental de Aprovechamiento Sustentable promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite su cambio en la totalidad de la UGA donde se aplica; por su parte, la de Conservación busca el manejo integrado de los recursos naturales manteniendo la forma y función de los ecosistemas; finalmente, la política de Restauración establece que en las áreas bajo esta política se restablecerán las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales en la UGA para posteriormente asignarla a otra política ambiental. En el *Cuadro 7*, se presentan los lineamientos ecológicos que son aplicables al Proyecto debido a que éste se sitúa al interior de las UGA's previamente mencionadas.

Cuadro 7. Lineamientos ecológicos aplicables a las UGA's del POERMM.

UGAS A LAS QUE APLICA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
1f	L1	Fortalecer y consolidar los usos del suelo actuales en las áreas que no presentan conflictos ambientales.	El Proyecto no desempeñará actividades del tipo agrícola, sin embargo, el uso del suelo de la región empleada no se verá comprometido a un mal manejo.
9g, 2b, 9f	L2	Implementar medidas correctivas que permitan mantener y/o transitar hacia los usos de mayor aptitud en las áreas que presentan conflictos muy bajos y bajos.	Por su naturaleza, el Proyecto proveerá de un bien y servicio ambiental (energía eléctrica obtenida a través de la radiación solar), de manera que implementará medidas correctivas y de mitigación de impactos según corresponda.
6a	L4	Promover activamente el cambio de uso del suelo hacia los usos de mayor aptitud en las áreas que presentan conflictos altos y muy altos.	
1f, 2b, 6a	L5	Incrementar la calidad ambiental de las áreas que fueron deforestadas o alteradas en la estructura y composición de la vegetación.	El Proyecto contemplará la ejecución de un programa de manejo de flora y uno de reforestación según sea necesario; principalmente, el estrato herbáceo del área del Proyecto será el que tendrá mayor atención debido al daño que actualmente tiene a causa de las actividades pecuarias ejecutadas actualmente.

UGAS A LAS QUE APLICA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
1f, 9g, 2b, 6a, 9f	L6	Incrementar la calidad ambiental de las áreas que han sufrido procesos moderados, fuertes y extremos de declinación de fertilidad y materia orgánica, erosión, o pérdida de función productiva.	El Proyecto para su instalación requiere estabilidad de los terrenos actualmente alterados por su uso pecuario, motivo por el que en mayor medida será restaurado el estrato herbáceo de las áreas a ocupar, de manera tal que se reduzca la erosión existente en los suelos y se aumente la fertilidad o función productiva de estos.
1f, 2b, 6a	L7	Mantener los asentamientos humanos en sus zonas urbanas y urbanizables, así como fuera de las áreas con amenaza de deslizamientos.	El Proyecto no contempla la ampliación o establecimiento de asentamientos humanos, motivo por el que este lineamiento no es aplicable.
1f, 2b, 6a	L8	Mantener la calidad de las áreas prioritarias para la provisión de bienes y servicios ambientales.	El Proyecto y la Promovente de este mantendrán un fuerte compromiso en cada una de sus etapas empleando medidas de mitigación de impacto ambiental acordes a los requerimientos del ecosistema en que el Proyecto se instalará.

A su vez, los lineamientos mencionados contemplan objetivos específicos de acuerdo con las condiciones de las UGA's; los objetivos y acciones aplicables dada la incidencia del Proyecto con el POERMM se presentan en el *Cuadro 8* y *Cuadro 9*, respectivamente, incluyendo su vinculación con cada uno.

Cuadro 8. Objetivos específicos del POERMM incidentes con el Proyecto.

OBJETIVO	VINCULACIÓN
1. Mantener el aprovechamiento forestal productivo.	El Proyecto no está asociado a actividades de aprovechamiento forestal productivo, motivo por el que este objetivo no es aplicable.
2. Mantener el uso agropecuario.	El Proyecto no está asociado a actividades agropecuarias, motivo por el que este objetivo no es aplicable.
3. Mantener el uso para bienes y servicios ambientales.	Por su naturaleza, el Proyecto será proveedor de un bien y servicio (energía eléctrica) obtenido a través de la radiación solar, promoviendo así el uso de recursos renovables.
4. Mantener y/o transitar del uso agrícola al uso agroforestal.	El Proyecto no está asociado a actividades de tipo agroforestal, motivo por el que este objetivo no es aplicable.
5. Mantener y/o transitar del uso forestal al de forestal sustentable con Provisión de Bienes y Servicios Ambientales.	El Proyecto no está asociado a actividades de aprovechamiento forestal sustentable, motivo por el que este objetivo no es aplicable
6. Mantener y/o transitar del uso pecuario al mismo, pero respetando lugares de Provisión de Bienes y Servicios Ambientales.	El Proyecto no está asociado a actividades pecuarias, sin embargo, el Proyecto será proveedor de un bien y servicio (energía eléctrica) obtenido a través de la radiación solar, promoviendo así el uso de recursos renovables.
7. Mantener y/o transitar del uso de Provisión de Bienes y Servicios Ambientales a una agricultura ecológica y planificada.	El Proyecto mantendrá el uso de PBSA en las áreas en que se instalará.
12. Modificar el uso agrícola al de forestal con Provisión de Bienes y Servicios Ambientales.	El Proyecto no está asociado a actividades de tipo agroforestal, sin embargo, el Proyecto será proveedor de un bien y servicio (energía eléctrica) obtenido a través de la radiación solar, promoviendo así el uso de recursos renovables.
13. Modificar el uso agrícola al de agroforestal.	El Proyecto no está asociado a actividades de tipo agroforestal, motivo por el que este objetivo no es aplicable.
14. Modificar el uso pecuario al de agroforestal.	El Proyecto no está asociado a actividades de tipo agroforestal, motivo por el que este objetivo no es aplicable.

OBJETIVO	VINCULACIÓN
15. Modificar el uso pecuario al de forestal con Provisión de Bienes y Servicios Ambientales.	El Proyecto no está asociado a actividades pecuarias, sin embargo, el Proyecto será proveedor de un bien y servicio (energía eléctrica) obtenido a través de la radiación solar, promoviendo así el uso de recursos renovables.
16. Recuperar la vegetación que entre 1976 y 2003 pasó condición natural, primaria o secundaria a cultivos, principalmente, y a pastizales.	De manera directa, estos objetivos competen a las autoridades municipales y estatales competentes; por su parte, la promovente se apegará a lo establecido por dichas dependencias.
17. Recuperar la vegetación que, entre 1976 y 2003, fue alterada en su estructura y composición.	
18. Aumentar la fertilidad y contenido de materia orgánica.	Considerando el tipo de proyecto a desarrollar, se realizará una restauración del suelo, principalmente del estrato herbáceo del área, motivo por el que se establecerá mayor estabilidad de los suelos.
19. Disminuir la erosión hídrica con deformación del terreno que incluye las cárcavas, canales y movimientos de remoción en masa.	Considerando el tipo de proyecto a desarrollar, se realizará una restauración del suelo, principalmente del estrato herbáceo del área, motivo por el que se disminuirá en cierta magnitud la erosión hídrica del terreno.
20. Disminuir la erosión hídrica con pérdida de suelo que incluye el laminar, y el lavado superficial.	
21. Disminuir la pérdida de función productiva y tierras sin uso.	El Proyecto producirá energía eléctrica empleando las superficies mencionadas en el Capítulo II de este documento, a través de tecnología fotovoltaica, por lo que no se verá reflejada pérdida alguna de la función productiva.
22. Mantener el crecimiento de los asentamientos humanos en las superficies previstas en los Planes Municipales de Desarrollo Urbano, ya sean las zonas urbanas o urbanizables.	De manera directa, estos objetivos competen a las autoridades municipales y estatales competentes; por su parte, la promovente se apegará a lo establecido por dichas dependencias.
23. Evitar el establecimiento de asentamientos humanos en las áreas catalogadas con un nivel de amenaza moderado, alto y muy alto.	
24. Disminuir el grado de rezago social en zonas con niveles de marginación “Muy Alto” y “Alto”.	
25. Mantener la calidad de las Áreas Naturales Protegidas decretadas.	
26. Mantener la calidad de las áreas prioritarias para la provisión de bienes y servicios ambientales que no cuentan con decreto (107,180 ha).	

Cuadro 9. Acciones generales del POERMM incidentes con el Proyecto.

ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
1. Fomento de un manejo económicamente eficiente, socialmente equitativo y ambientalmente sostenible del agua.	Esta acción no es directamente vinculante con el Proyecto, sin embargo, en cada una de sus etapas se hará un uso adecuado y responsable del agua.
2. Manejo, conservación y control de erosión del suelo.	Considerando el tipo de proyecto a desarrollar, se realizará una restauración del suelo, principalmente del estrato herbáceo del área, motivo por el que se disminuirá en cierta magnitud la erosión del terreno.
3. Restauración de la cobertura natural (forestal) en áreas de atención prioritaria.	El Proyecto no se ubica en un área de atención prioritaria, sin embargo, se realizará una restauración del suelo, principalmente del estrato

ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
	herbáceo del área, con la finalidad de dar estabilidad al sitio del Proyecto.
4. Promoción de la conservación en áreas prioritarias.	De manera directa, esta acción compete a las autoridades municipales y estatales competentes; por su parte, la promovente se apegará a lo establecido por dichas dependencias.
5. Implementación de sistemas de prevención y control de plagas.	Considerando el estrato herbáceo a restaurar en el área del Proyecto, así como las correspondientes actividades de reforestación que se lleguen a desarrollar, la Promovente implementará acciones de control y prevención de plagas.
6. Monitoreo, prevención y control de incendios forestales.	De manera directa, esta acción compete a las autoridades municipales y estatales competentes; por su parte, la promovente ejecutará medidas de prevención de riesgos asociadas a incendios forestales.
7. Implementación de medidas de prevención de riesgos naturales.	De manera directa, esta acción compete a las autoridades municipales y estatales competentes; por su parte, la promovente ejecutará medidas de prevención ante riesgos naturales.
8. Diseño y ejecución de programas de manejo y disposición adecuada de residuos sólidos.	Durante cada una de las etapas del Proyecto se ejecutará un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual estará diseñado de acuerdo a cada una de las etapas y tipo de residuo manejado.
9. Generación y consolidación de alternativas económicas y productivas.	De manera directa, esta acción compete a las autoridades municipales y estatales competentes.
10. Fortalecimiento del turismo.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con el turismo, por lo que esta acción no es vinculante.
11. Establecimiento seguro de asentamientos humanos.	Esta acción compete a las autoridades municipales y estatales competentes.
12. Promoción del desarrollo técnico y de la investigación.	Esta acción compete a las autoridades municipales y estatales competentes; sin embargo, el Proyecto, al usar tecnologías renovables, fomenta el desarrollo técnico.
13. Capacitación y educación ambiental.	Dentro de las medidas de mitigación del Proyecto, serán contempladas la capacitación y educación ambiental del personal que en él colabore.
14. Fomentar sistemas eficientes de monitoreo, inspección y vigilancia.	Dentro del Área del Proyecto y su SAR se realizará monitoreo del impacto del proyecto, contemplándose tanto factores bióticos como abióticos.
15. Participación y fortalecimiento comunitario.	Esta acción compete a las autoridades municipales y estatales competentes.
16. Incorporación de mecanismo para el fomento y la regulación de la minería en la región.	Esta acción no es vinculante con el Proyecto puesto que este no contempla actividades de minería.

Si bien el Proyecto se ubica en uno de los municipios que se encuentra fuera de la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca, es importante la vinculación de los objetivos y criterios de las UGA's del Programa para cumplir de manera integral y favorable a la zonificación comprendida por el POERMM, ajustándose a ellos y promoviendo el uso sostenible de las áreas contempladas y su entorno.

Teniendo en consideración lo mostrado en este apartado, se puede concluir que el Proyecto es compatible con el POERMM.

III.1.4 PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE GUANAJUATO - 2040 (PEDUOET)

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial (PEDUOET), fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato No. 190 4ta parte, el 28 de noviembre de 2014 y en el No. 192 6ta parte del 2 de diciembre del mismo año la Carta Síntesis, alineado al Plan Estatal de Desarrollo 2035: Guanajuato Siglo XXI, (Plan 2035). Después de casi cuatro años de instrumentación, derivado de la actualización y publicación del Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040 Construyendo el Futuro (PED 2040) el 2 de marzo del 2018 en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato No. 45 3ra parte; el Instituto de Planeación, Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato (IPLANEG), coordina la actualización del Programa Estatal, con la participación de las dependencias y entidades de la administración pública estatal.

En este programa se pretende fortalecer las medidas de protección y conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, así como impulsar el mejor arreglo espacial para fortalecer el desarrollo sustentable de la entidad, conteniendo el crecimiento de las ciudades a través de una densificación cualitativa de los espacios urbanos.

Tomando en cuenta las características ambientales del territorio del Estado de Guanajuato, se identifican en él diferentes unidades de paisaje, es decir, áreas del territorio que presentan un carácter paisajístico diferenciado. En la entidad se tienen un total de 58 unidades de paisaje, las cuales fungieron como la base a partir de la cual se diseñaron las Unidades de Gestión Ambiental Territorial (UGAT).

De las mencionadas UGAT, la LT del Proyecto incide con las número 710 y 722, las cuales se visualizan en la *Figura 5*; seguidamente, se muestra la descripción de las Unidades y su vinculación con el Proyecto.

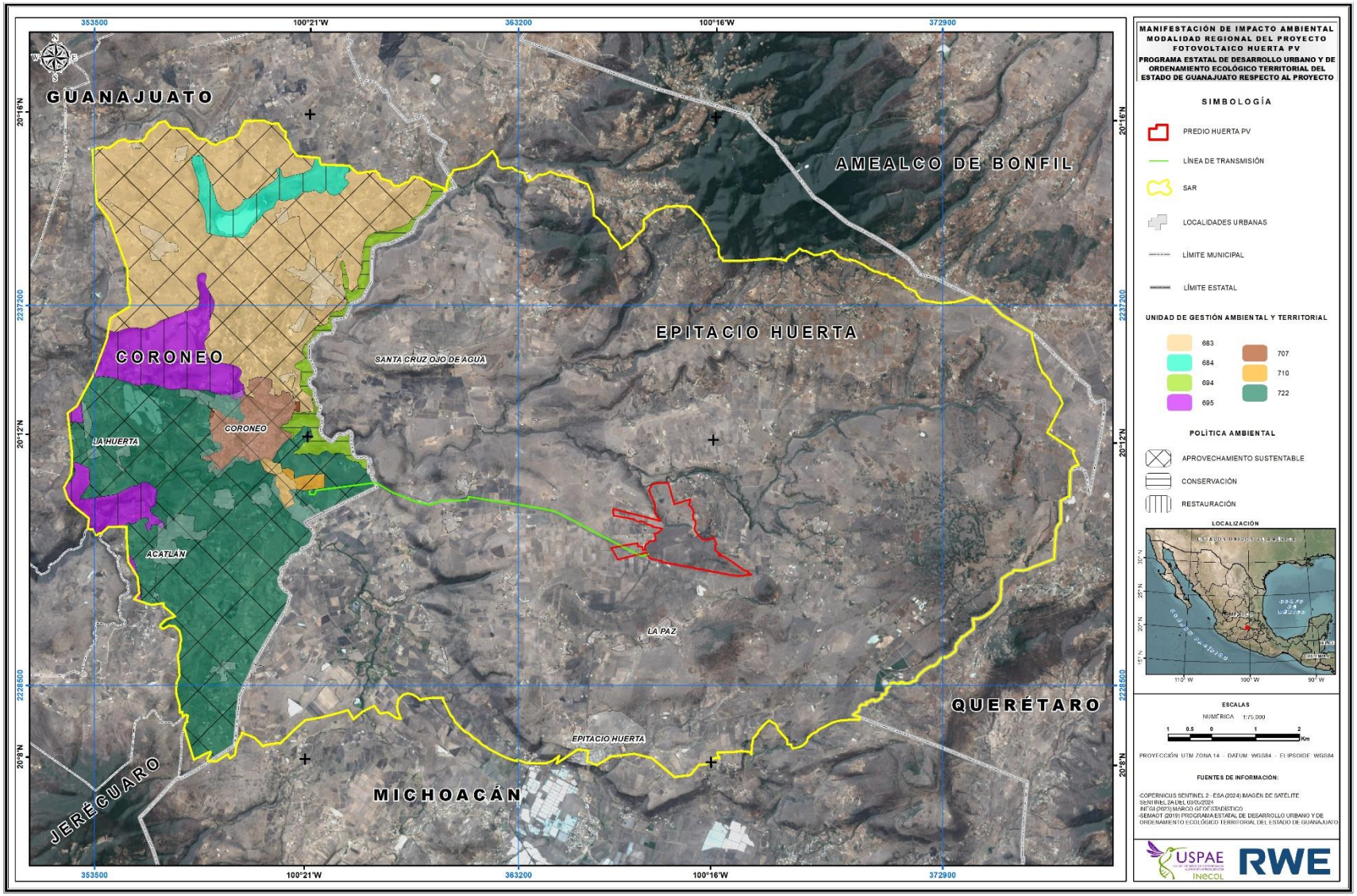


Figura 5. Ubicación del proyecto dentro de las UGAT 710 y 722 del PEDUOET.

UGAT 710

El aprovechamiento de la UGAT 710 se encuentra sujeto unidireccionalmente con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) de Coroneo, el cual es un instrumento de planeación, que se encuentra simultáneamente actualizado en congruencia con los instrumentos del Sistema Estatal de Planeación y la Normatividad Estatal y Federal aplicable.

En el *Cuadro 10* se presenta a manera de resumen la UGAT correspondiente que cruzará las obras relacionadas con el proyecto junto con sus características principales.

Cuadro 10. Características principales de la UGAT 710 del PEDUOET en la que se encuentra el proyecto.

UGAT	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	ACTIVIDADES COMPATIBLES	ACTIVIDADES INCOMPATIBLES	CRITERIOS APLICABLES AL PROYECTO
710	Aprovechamiento Sustentable	Agropecuario	Acuacultura, Agricultura de temporal, Agricultura de riego, Agroindustria, Ganadería extensiva, Ganadería intensiva, Turismo alternativo, Turismo convencional, Asentamientos humanos urbanos, Infraestructura puntual, **Infraestructura lineal**, Infraestructura de área, **Proyectos de energía solar**, Industria ligera	Agricultura de humedad, Forestal maderable, Forestal no maderable, Asentamientos humanos rurales, Proyectos de energía eólica, Industria mediana, Industria pesada, Minería no metálica de baja disponibilidad, Minería no metálica de alta disponibilidad, Minería metálica, Sitio de disposición final	Ifl13, Ifl14, Ifl16, Ifl20, Ifl23, Sol01, Sol02, Sol04

La UGAT que incide con el trazo del proyecto (710) cuenta con política ambiental de aprovechamiento sustentable. Tal como se puede apreciar en sus características, el proyecto no se encuentra dentro de los usos incompatibles definidos por el PEDUOET, por el contrario, forma parte de los compatibles. En el *Cuadro 11* se muestra la vinculación del Proyecto con los criterios aplicables.

Cuadro 11. Criterios aplicables de la UGAT 710 del PEDUOET.

UGAT	CR	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	VINCULACIÓN
710	Ifl13	Los proyectos de infraestructura que requieran agua para su desarrollo u operación deberán contar con u proyecto integral hídrico que evalúe la factibilidad del suministro de agua potable sin que implique una sobre explotación de los acuíferos.	Por su naturaleza, el Proyecto no requiere del uso permanente de agua potable ni de una sobre explotación de los acuíferos, sin embargo, la promovente realizará un adecuado manejo del recurso hídrico en sus etapas de preparación y construcción del sitio.
	Ifl14	Se deberá realizar un estudio para la evaluación de la factibilidad de cada proyecto de infraestructura, que integre factores geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, impacto social y de riesgos, que	En respuesta a este criterio, se realiza el presente de documento de Manifestación de Impacto Ambiental. Los factores mencionados por el criterio se describen y

UGAT	CR	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	VINCULACIÓN
		permitan determinar la infraestructura necesaria para la mitigación de riesgos.	analizan en el Capítulo IV del presente documento.
	Ifl16	Los estudios, medidas, obras y acciones a desarrollar durante la instalación de nuevos proyectos de infraestructura deberán difundirse a las comunidades rurales o localidades involucradas según corresponda.	De manera directa, este criterio compete a las autoridades municipales y estatales competentes; por su parte, la promovente se apegará a lo establecido por dichas dependencias.
	Ifl20	Los derechos de vía generados para infraestructura lineal deberán respetarse para su uso adecuado, cuyas dimensiones y características serán definidas por la autoridad competente.	Los derechos de vía serán respetados en todo momento para su correcto uso, y respetando las dimensiones y características que correspondan.
	Ifl23	Las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de caminos rurales prioritarios para el desarrollo de las comunidades locales, deberá incluir programas de rescate de germoplasma de especies nativas (semillas, esquejes, estacas, hijuelos, etc.) y programas de rescate de fauna, garantizando medidas de compensación y mitigación.	El Proyecto no realizará ninguna construcción de caminos rurales prioritarios, por lo que este criterio no es aplicable. Sin embargo, el Proyecto contempla la elaboración y ejecución de programas de manejo de flora y fauna, además de otras medidas de mitigación y compensación descritas en el Capítulo VI de este documento.
	Sol01	En zonas de recarga de alto potencial la autorización para la instalación de sistemas de generación eléctrica mediante sistemas solares deberá demostrar a través de estudios cuantitativos detallados que la reducción de la infiltración en las áreas a ocupar no reduzca más del 15% el volumen de infiltración promedio anual.	Si bien la zona del Proyecto puede considerarse una zona de recarga de acuíferos, la presente UGAT sólo incide con la línea de transmisión del proyecto, por lo que la construcción de esta no reducirá la infiltración del agua en tal porcentaje.
	Sol02	Los paneles solares dañados deberán retirarse inmediatamente de la zona de producción y deberán ser manejados de manera adecuada como residuos peligrosos.	La presente UGAT sólo incide con la línea de transmisión del Proyecto, por lo que este criterio no es aplicable; sin embargo, el Proyecto considera un programa de manejo integral de residuos para cada una de sus etapas.
	Sol04	Los proyectos de generación de energía a partir de fuentes solares, al final del periodo de funcionamiento, incluirán el desmantelamiento o eliminación de los componentes de infraestructura generados en la vida del proyecto, dejando las zonas afectadas lo más cercano a su estado original.	La presente UGAT sólo incide con la línea de transmisión del Proyecto, por lo que este criterio no es aplicable; sin embargo, el Proyecto hará un restablecimiento del sitio afectado al momento de su desmantelamiento.

UGAT 722

El aprovechamiento de la UGAT 722 se encuentra en una zona de aprovechamiento agropecuario de agricultura de temporal y ganadería extensiva.

En el *Cuadro 12* se presenta a manera de resumen la UGAT correspondiente que cruzará las obras relacionadas con el proyecto junto con sus características principales.

Cuadro 12. Características principales de la UGAT 722 del PEDUOET en la que se encuentra el proyecto.

UGAT	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	ACTIVIDADES COMPATIBLES	ACTIVIDADES INCOMPATIBLES	CRITERIOS APLICABLES AL PROYECTO
722	Aprovechamien to Sustentable	Agropecuario	Acuacultura, Agricultura de temporal, Agricultura	Forestal no maderable, Turismo convencional, Industria ligera,	Ifl04, Ifl05, Ifl06, Ifl08, Ifl10, Ifl12, Ifl13, Ifl14, Ifl16,

UGAT	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	ACTIVIDADES COMPATIBLES	ACTIVIDADES INCOMPATIBLES	CRITERIOS APLICABLES AL PROYECTO
			de riego, Agricultura de humedad, Agroindustria, Ganadería extensiva, Ganadería intensiva, Forestal maderable, Turismo alternativo, Asentamientos humanos rurales, Asentamientos humanos urbanos, Infraestructura puntual, **Infraestructura lineal**, Infraestructura de área, Proyectos de energía eólica, **Proyectos de energía solar**, Minería no metálica de alta disponibilidad	Industria mediana, Industria pesada, Minería no metálica de baja disponibilidad, Minería metálica, Sitio de disposición final	Ifl17, Ifl18, Ifl20, Ifl21, Ifl22, Ifl23, Sol01, Sol02, Sol04

La UGAT que incide con el trazo del proyecto (710) cuenta con política ambiental de aprovechamiento sustentable. Tal como se puede apreciar en sus características, el proyecto no se encuentra dentro de los usos incompatibles definidos por el PEDUOET, por el contrario, forma parte de los compatibles. En el *Cuadro 13* se muestra la vinculación del Proyecto con los criterios aplicables.

Cuadro 13. Criterios aplicables de la UGAT 722 del PEDUOET.

UGAT	CR	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	VINCULACIÓN
722	Ifl04	Las carreteras existentes y las nuevas obras deberán contar con los pasos de fauna subterráneos suficientes para garantizar la continuidad entre las diferentes poblaciones animales, contemplando un diseño adecuado para garantizar su éxito.	Por su naturaleza, el Proyecto no requiere de la construcción de pasos de fauna, por lo que este criterio no es aplicable.
	Ifl05	La construcción de caminos deberá prever al menos el 50% de materiales que permitan la infiltración del agua pluvial al subsuelo, los cuales deberán ser estables, consolidados y con drenes adecuados a la dinámica hidráulica natural	El Proyecto no contempla la construcción de caminos, motivo por el que este criterio no es aplicable.
	Ifl06	Los proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGAT deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como prioritarias para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, de recarga y para la preservación del patrimonio histórico, arqueológico, paleontológico y cultural.	El predio del Proyecto y su línea de transmisión no inciden con algún Área Natural Protegida o de conservación; sin embargo, en el Capítulo VI de este documento se presentan las medidas de mitigación propuestas para los impactos que pueda tener el Proyecto.
	Ifl08	En el caso de que la construcción de infraestructura interrumpa los flujos hidrológicos, la empresa responsable de la construcción deberá presentar un proyecto hidráulico avalado por la autoridad competente, que garantice la continuidad del caudal ecológico del flujo interrumpido.	La construcción de la línea de transmisión (parte que incide con la UGAT) del proyecto no interrumpirá ningún flujo hidrológico en la zona.
	Ifl10	Los proyectos de infraestructura que se promuevan deberán considerar la incorporación de vegetación arbórea en las zonas de derecho de vía, camellones	El Proyecto implementará un programa de manejo de flora en el cual será

UGAT	CR	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	VINCULACIÓN
		y banquetas. Las especies deberán ser nativas y acordes a los diferentes tipos de vialidades, para evitar cualquier tipo de riesgo, desde pérdida de visibilidad, hasta deterioro en las construcciones y banquetas, incluyendo la caída de ramas o derribo de árboles, con raíces superficiales, por efecto del viento.	contemplada la reubicación y plantación de las especies que corresponda.
	Ifl12	Para la vegetación de las áreas verdes o libres de proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGAT se deberá priorizar el uso de especies nativas y se restringirá el uso de especies exóticas invasoras.	Las especies consideradas para la reforestación o reubicación serán nativas.
	Ifl13	Los proyectos de infraestructura que requieran agua para su desarrollo u operación deberán contar con u proyecto integral hídrico que evalúe la factibilidad del suministro de agua potable sin que implique una sobre explotación de los acuíferos.	Por su naturaleza, el Proyecto no requiere del uso permanente de agua potable ni de una sobre explotación de los acuíferos, sin embargo, la promovente realizará un adecuado manejo del recurso hídrico en sus etapas de preparación y construcción del sitio.
	Ifl14	Se deberá realizar un estudio para la evaluación de la factibilidad de cada proyecto de infraestructura, que integre factores geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, impacto social y de riesgos, que permitan determinar la infraestructura necesaria para la mitigación de riesgos.	En respuesta a este criterio, se realiza el presente de documento de Manifestación de Impacto Ambiental. Los factores mencionados por el criterio se describen y analizan en el Capítulo IV del presente documento.
	Ifl16	Los estudios, medidas, obras y acciones a desarrollar durante la instalación de nuevos proyectos de infraestructura deberán difundirse a las comunidades rurales o localidades involucradas según corresponda.	De manera directa, este criterio compete a las autoridades municipales y estatales competentes; por su parte, la promovente se apegará a lo establecido por dichas dependencias.
	Ifl17	La infraestructura de disposición lineal que se desarrolle en zonas de recarga de alto potencial evitará la generación de superficies impermeables que impidan la absorción del agua superficial hacia el subsuelo.	Si bien la zona del Proyecto puede considerarse una zona de recarga de acuíferos, la presente UGAT sólo incide con la línea de transmisión del proyecto, por lo que la construcción de esta no contempla superficies impermeables.
	Ifl18	En zonas de alta capacidad de recarga se evitará el revestimiento de arroyos y canales con materiales tradicionales para permitir el paso hacia horizontes inferiores, de ser necesario habrá que remitirse a la aplicación del criterio de uso de materiales porosos.	Si bien la zona del Proyecto puede considerarse una zona de recarga de acuíferos, la presente UGAT sólo incide con la línea de transmisión del proyecto, por lo que la construcción de esta no contempla el revestimiento de arroyos y canales.
	Ifl20	Los derechos de vía generados para infraestructura lineal deberán respetarse para su uso adecuado, cuyas dimensiones y características serán definidas por la autoridad competente.	Los derechos de vía serán respetados en todo momento para su correcto uso, y respetando las dimensiones y características que correspondan.
	Ifl21	En caso de promoverse el aprovechamiento distinto al uso agrícola de los terrenos contiguos al derecho de vía, éste deberá cumplir con la normatividad vigente aplicable y deberá preverse en el PMDUOET que le corresponda.	No se promoverá algún uso distinto al agrícola, por lo que este criterio no es vinculante al Proyecto.
	Ifl22	La instalación de infraestructura lineal deberá evitar impactos significativos sobre el uso de suelo agrícola.	La presente UGAT sólo incide con la línea de transmisión del Proyecto, por lo que no se impactará significativamente el uso de suelo agrícola.
	Ifl23	Las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de caminos rurales prioritarios para el desarrollo de las	El Proyecto no realizará ninguna construcción de caminos rurales prioritarios, por lo que este criterio no es

UGAT	CR	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	VINCULACIÓN
		comunidades locales, deberá incluir programas de rescate de germoplasma de especies nativas (semillas, esquejes, estacas, hijuelos, etc.) y programas de rescate de fauna, garantizando medidas de compensación y mitigación.	aplicable. Sin embargo, el Proyecto contempla la elaboración y ejecución de programas de manejo de flora y fauna, además de otras medidas de mitigación y compensación descritas en el Capítulo VI de este documento.
	Sol01	En zonas de recarga de alto potencial la autorización para la instalación de sistemas de generación eléctrica mediante sistemas solares deberá demostrar a través de estudios cuantitativos detallados que la reducción de la infiltración en las áreas a ocupar no reduzca más del 15% el volumen de infiltración promedio anual.	Si bien la zona del Proyecto puede considerarse una zona de recarga de acuíferos, la presente UGAT sólo incide con la línea de transmisión del proyecto, por lo que la construcción de esta no reducirá la infiltración del agua en tal porcentaje.
	Sol02	Los paneles solares dañados deberán retirarse inmediatamente de la zona de producción y deberán ser manejados de manera adecuada como residuos peligrosos.	La presente UGAT sólo incide con la línea de transmisión del Proyecto, por lo que este criterio no es aplicable; sin embargo, el Proyecto considera un programa de manejo integral de residuos para cada una de sus etapas.
	Sol04	Los proyectos de generación de energía a partir de fuentes solares, al final del periodo de funcionamiento, incluirán el desmantelamiento o eliminación de los componentes de infraestructura generados en la vida del proyecto, dejando las zonas afectadas lo más cercano a su estado original.	La presente UGAT sólo incide con la línea de transmisión del Proyecto, por lo que este criterio no es aplicable; sin embargo, el Proyecto hará un restablecimiento del sitio afectado al momento de su desmantelamiento.

VINCULACIÓN

De las UGAT incidentes y los criterios del PEDUOET aplicables al Proyecto, se concluye que el Proyecto no contraviene con alguno de ellos, por el contrario, se encuentra dentro de las actividades compatibles y cumple objetivamente con cada uno de los criterios aplicables. En virtud de lo previamente expuesto, se puede afirmar que el Proyecto es compatible con el PEDUOET.

III.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El sitio en donde se planea establecer el proyecto, no se encuentra dentro de ningún área núcleo, prohibitiva o restrictiva para el desarrollo de proyectos en alguna Área Natural Protegida (ANP). En la *Figura 6*, no obstante, se presenta el área del Proyecto respecto a la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca, ubicada a aproximadamente 23 km al sureste del Proyecto; seguidamente, si bien éste no incide con el ANP, se presenta un resumen de las principales características físicas y biológicas de la Reserva de la Biósfera (RB) conforme a su programa de manejo y su relación con el Proyecto.

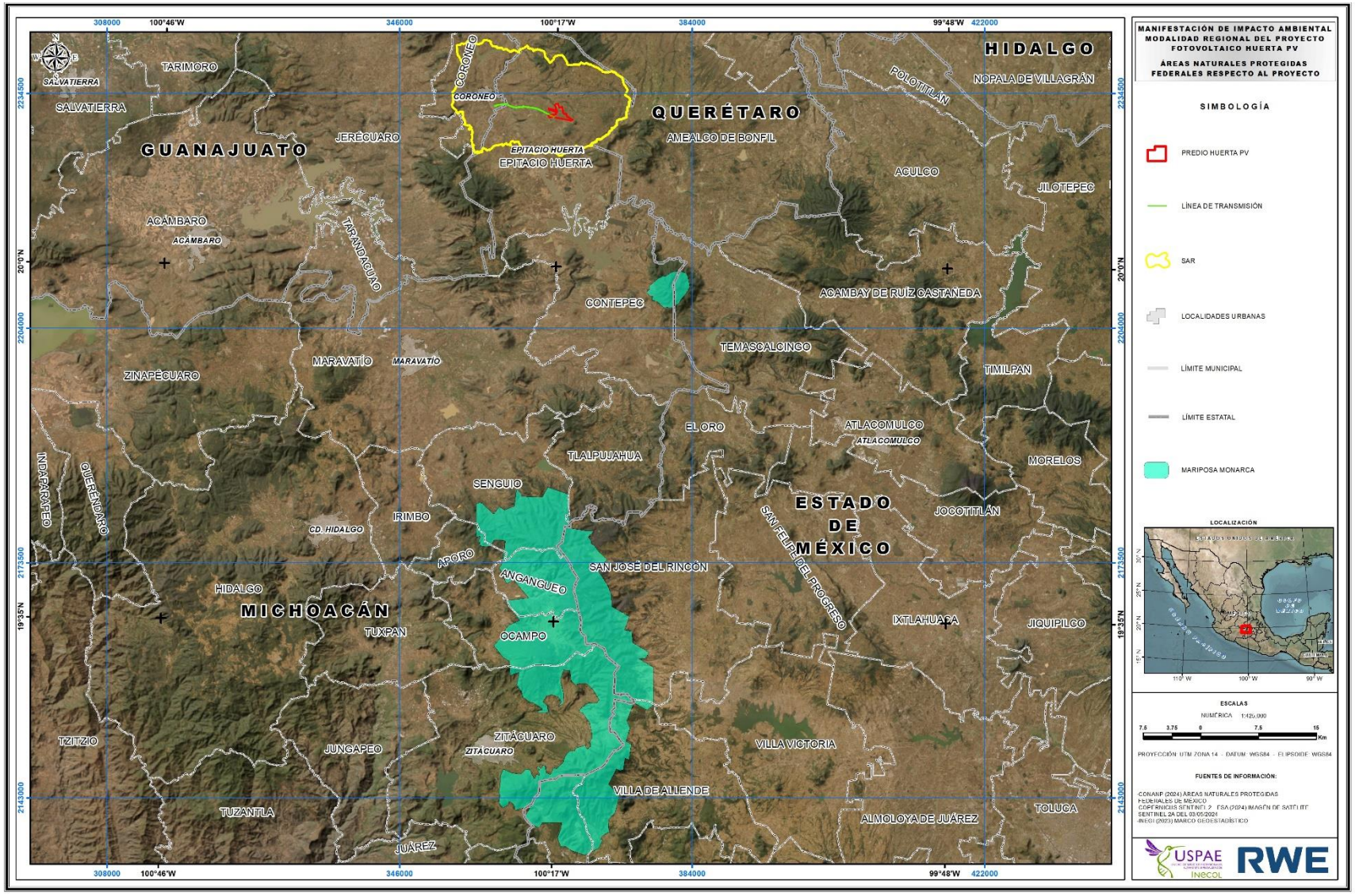


Figura 6. Ubicación del Proyecto respecto a la ANP.

Tipos de suelo

La formación de los suelos responde tanto a los intensos y acelerados procesos de descomposición de la abundante materia orgánica, como a la composición litológica de la zona que incluye andesitas, basaltos, riolitas, granitos, esquistos y tobas, lo que determina la presencia predominante de andosoles, húmico y órtico y en menor extensión acrisoles y planosoles, feozem, litosoles, luvisoles y en menor proporción cambisol, regosol y vertisol, todos ellos derivados de cenizas volcánicas, muy ligeros y con alta capacidad de retención de agua y en especial los andosoles cuando se encuentran en pendientes mayores de 10 grados son más apropiados para el cultivo silvícola que para la agricultura y el pastoreo.

Hidrología

La división de las subcuencas en esta unidad ambiental tiene una dirección norestesuroeste, las corrientes permanentes se ubican en Cerro Piloncillo y las intermitentes en Cerro El Cacique, la parte norte pertenece a la región hidrológica Balsas, cuenca Cutzamala, subcuenca Zitácuaro, donde las corrientes contribuyen a la alimentación de una pequeña presa llamada La Cortina, en tanto que la porción sureste está dentro de la misma región hidrológica y cuenca, pero la subcuenca a la que pertenecen es Tilostoc, donde el Río Salitre alimenta a la presa Valle de Bravo. Existen dos manantiales de importancia, uno cerca de Varechiquichuca, que de acuerdo con algunos estudios puede tener uso doméstico y el otro cercano a San Juan Xoconusco con posibilidades de uso doméstico, pecuario y de riego. Cabe destacar que uno de los aspectos fundamentales de la dinámica e intercambio energético de las unidades ambientales en donde la mariposa Monarca hiberna y se reproduce, es la recarga de los mantos acuíferos, la cantidad de manantiales que se origina es muy grande, en la región Lerma se observan ocho de gran magnitud y en la Balsas 15, la riqueza hídrica que generan estas sierras alimenta un total de 23 manantiales, ocho presas en los dos estados y numerosos cuerpos de agua más pequeños que abastecen a los centros urbanos y localidades de la región, así como a las ciudades de México y Toluca entre otras, factor que refuerza la necesidad de profundizar las acciones de restauración ambiental dirigidas a la recuperación y extensión de la masa forestal.

Actividades económicas

Entre las actividades productivas que se destacan se encuentran la agricultura, aprovechamientos pecuarios, actividad forestal, viveros, producción de planta y reforestación, uso tradicional de la flora y fauna silvestre, y minería.

Zona de influencia

De acuerdo con el decreto presidencial de creación de la Reserva de la Biósfera del 10 de noviembre de 2000, existe una zonificación base considerando 3 zonas núcleo que comprenden una extensión de 13,551-55-20.445 ha. y las zonas de amortiguamiento con 42,707-49-86.830 ha. La superficie total de la Reserva es de 56,259-05-07.275 ha.

Vinculación

Si bien el proyecto no se encuentra dentro de la zona de influencia de la RB y no tendrá una interacción directa con esta ANP, en el *Cuadro 14*, se presenta la vinculación entre el proyecto y el decreto de la ANP Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca.

Cuadro 14. Vinculación del proyecto con el decreto del ANP Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca.

NO.	ARTÍCULO	VINCULACIÓN
11°	En la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca sólo podrá autorizar la realización de actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación científica y de educación ambiental.	El proyecto no incide en ninguna zona de la Reserva, sin embargo, ninguna de las actividades del proyecto se contrapone o afecta los objetivos del programa de manejo que pudiesen ser aplicables y relacionables.
18°	Cualquier obra pública o privada que se pretenda realizar dentro de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, deberá sujetarse a los lineamientos establecidos en este Decreto, el programa de manejo del área y las disposiciones legales aplicables. Asimismo, quienes pretendan realizar dichas obras o actividades deberán contar, en su caso, con la autorización de impacto ambiental correspondiente, previamente a su ejecución, conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento de Impacto Ambiental.	

En conclusión, el proyecto no se encuentra dentro de ninguna de las áreas delimitadas y asociadas al ANP, por lo que es factible la ejecución del proyecto, considerando que el mismo cumple con todos y cada uno de los instrumentos de política ambiental aplicables.

III.2.1.1 ÁREA NATURAL PROTEGIDA ESTATAL

El Proyecto no incide con ningún Área Natural Protegida Estatal (ANPEST), no obstante, en la *Figura 7* se muestra el área del Proyecto respecto a cuatro ANPEST: la Zona de Reserva Ecológica "El Batán", ubicada a aproximadamente 30 km al noroeste del predio del Proyecto; el Área de Uso Sustentable "Sierra de los Agustinos", localizada a 32 km al oeste del predio del Proyecto; el Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango, ubicado a 34 km al sureste del predio del Proyecto; y el Parque Estatal "El Oso Bueno" localizado a 32 km al sureste del predio del Proyecto. Debido a la lejanía de estas ANPEST respecto al proyecto, no se entrará en mayor descripción de las mismas.

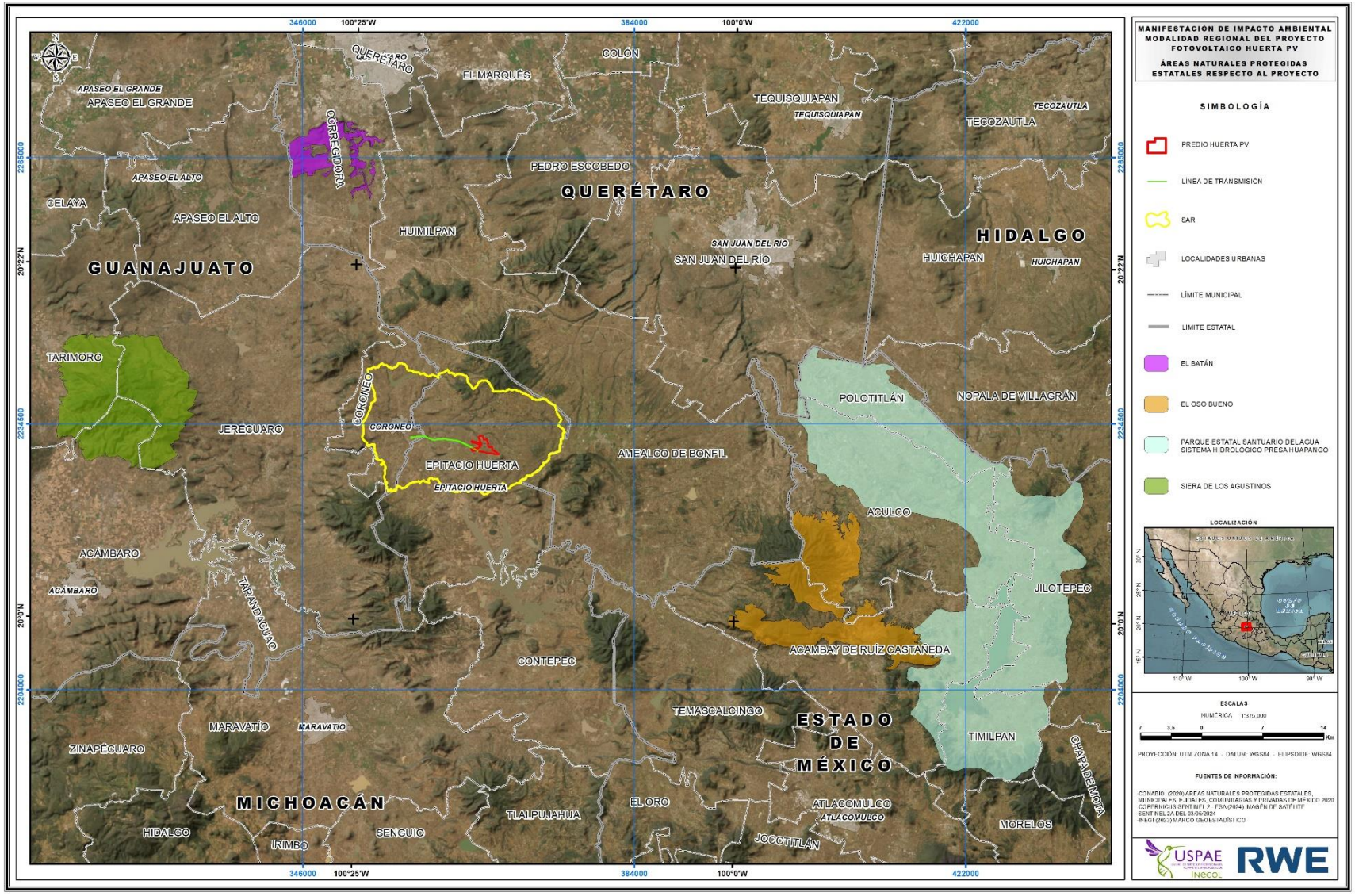


Figura 7. Ubicación del Proyecto respecto a las ANPEST.

III.2.2 REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA

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

En la *Figura 8* se muestra el área del Proyecto respecto a la RTP-110: Sierra de Chincua, ubicada a aproximadamente 16 km al sureste del Proyecto; seguidamente, se presenta un resumen de las principales características y su relación con el Proyecto.

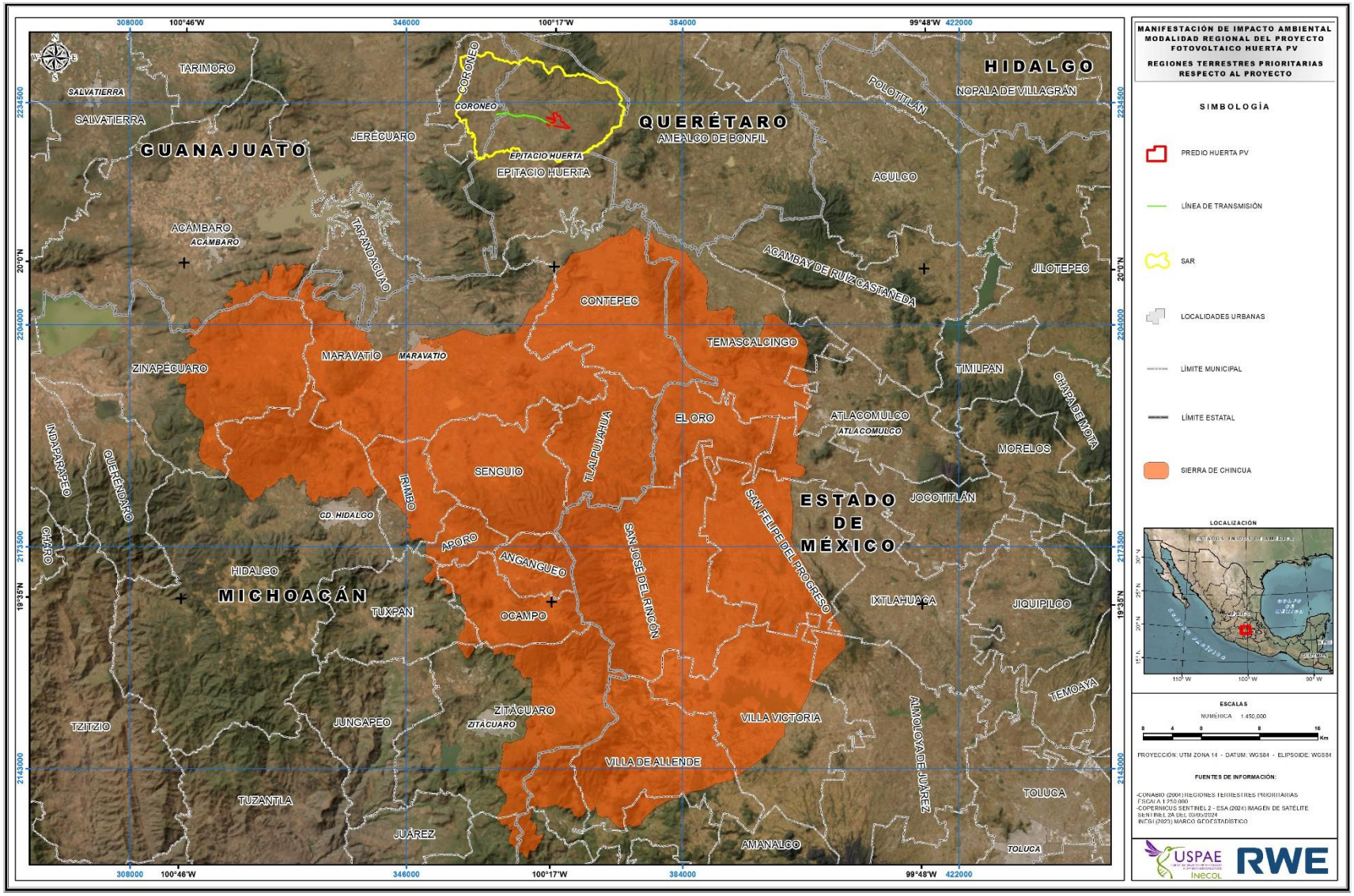


Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a la RTP-110.

Ubicación geográfica

Coordenadas extremas: Latitud N: 19° 15' 52'' a 20° 02' 59''/Longitud W: 99° 53' 27'' a 100° 46' 12''.

Características generales

Es considerada como una región prioritaria para la conservación, ya que registra un alto grado de endemismos de vertebrados y por ser zona de refugio invernal de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*). Existen, además, comunidades vegetales representativas del SVT. Dentro de esta RTP se encuentran seis ANP, cinco de las cuales corresponden a los refugios de la mariposa monarca (ANP pendiente de recategorización) y uno a Bosencheve (ANP decretada en 1940). Hay fragmentación de ecosistemas naturales debidos a la agricultura y a las zonas de pastizal. Los bosques de pino-encino y oyamel se encuentran concentrados en el centro de la RTP, una porción de bosque de oyamel en la zona 2 del ANP Mariposa Monarca, y otro de oyamel y pino en la zona del cerro El Hoyero.

Aspectos bióticos

Cuadro 15. Valoración para la conservación de los aspectos bióticos de la RTP-110.

ASPECTO BIÓTICO	VALOR PARA LA CONSERVACIÓN
DIVERSIDAD ECOSISTÉMICA Básicamente, derivada de ambientes templados de bosques de pino, aunque actualmente hay importantes procesos de degradación. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son: **Agricultura, pecuario y forestal:** Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal (69%). **Bosque de pino:** Bosques predominantes de pino. A pesar de distribuirse en zonas templadas, son característicos de zonas frías (22%). **Otros:** (9%).	2 (medio)
INTEGRIDAD ECOLÓGICA FUNCIONAL Aunque no es un área deforestada, la entresaca clandestina pone en peligro su integridad ecológica.	2 (bajo)
FUNCIÓN COMO CORREDOR BIOLÓGICO Debido principalmente a que se encuentra en una zona de transición (SVT).	3 (alto)
FENÓMENOS NATURALES EXTRAORDINARIOS La región es un santuario de invernación de la mariposa monarca. Las mariposas monarcas viajan en promedio unos 73 km diarios. Las colonias de mariposas se mueven de acuerdo a la luz, la temperatura y el viento dentro del bosque.	3 (muy importante)
PRESENCIA DE ENDEMISMOS Sobre todo, existen para vertebrados, plantas y mariposas.	1 (bajo)
RIQUEZA ESPECÍFICA La cubierta vegetal en el bosque de oyamel está conformada por la especie de *Abies religiosa*, además se observan géneros como *Quercus, Alnus, Salix, Senecio, Eupatorium* y *Stevia* entre otras y es notorio el crecimiento de una variedad de hongos durante la época de lluvias. La fauna se caracteriza por la presencia de *Ambystomatidae, Hylidae, Plethodontidae, Cathartidae, Apodidae, Trochilidae, Trogonidae*, de la clase Mammalia: *Didelphidae, Soricidae, Mormoopidae, Phyllostomidae, Desmodontidae, Vespertilionidae, Mollosidae, Leporidae, Goemyidae* y *Cricetidae.*	2 (medio)
FUNCIÓN COMO CENTRO DE ORIGEN Y DIVERSIFICACIÓN NATURAL Información no disponible.	0 (no se conoce)

Aspectos antropogénicos

Entre las principales problemáticas ambientales en la región destacan la deforestación clandestina en altos niveles e incremento de la agricultura, además de ciertos aspectos sociales y los conflictos entre las actividades de conservación y de desarrollo.

Cuadro 16. Valoración para la conservación de los aspectos antropogénicos de la RTP-110.

ASPECTOS ANTROPOGÉNICOS	VALOR PARA LA CONSERVACIÓN
FUNCIÓN COMO CENTRO DE DOMESTICACIÓN O MANTENIMIENTO DE ESPECIES ÚTILES Información no disponible.	0 (no se conoce)
PÉRDIDA DE SUPERFICIE ORIGINAL En general se estima en un 80% la pérdida de la superficie original es una región muy fragmentada.	3 (alto)
NIVEL DE FRAGMENTACIÓN DE LA REGIÓN Sobre todo, debido a la deforestación, aunque ésta no es total.	3 (alto)
CAMBIOS EN LA DENSIDAD POBLACIONAL Se ha incrementado la población local, principalmente por las actividades turísticas.	3 (alto)
PRESIÓN SOBRE ESPECIES CLAVE Sobre todo, para las mariposas monarca y los oyameles.	3 (alto)
CONCENTRACIÓN DE ESPECIES EN RIESGO Especialmente para los grandes mamíferos.	1 (bajo)
PRÁCTICAS DE MANEJO INADECUADO Destacan la deforestación y el turismo.	3 (alto)

Políticas de conservación

Cuadro 17. Valoración para la conservación de las políticas de conservación de la RTP-110.

POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN	VALOR PARA LA CONSERVACIÓN
PROPORCIÓN DEL ÁREA BAJO ALGÚN TIPO DE MANEJO ADECUADO Destaca la extracción forestal selectiva.	1 (bajo)
IMPORTANCIA DE SERVICIOS AMBIENTALES Área de captación de agua y su valor escénico.	3 (alto)
PRESENCIA DE GRUPOS ORGANIZADOS Existe un número importante de organismos que se dedican al estudio de la región en sí, como actividades de conservación, entre ellos destacan Monarca A.C., UNAM y Unesco.	3 (alto)
POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN Entre las instituciones que realizan actividades de conservación en la región, cabe mencionar a Monarca, A.C.; gobiernos de los estados de México y Michoacán; gobierno canadiense; la UNAM; el WWF, Universidad de Gannesville, Florida, El Colegio de México, SSS, productores de la reserva Monarca, Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C., Nukello Langini A.C., Vive México A.C. y Unesco.	N/A
CONOCIMIENTO La región se conoce en un 80% en cuanto a los vertebrados y las plantas. Existen estudios de poblaciones de aves y anfibios, sobre desarrollo sustentable, apoyo económico para la reforestación y proyectos productivos en comunidades indígenas.	N/A
INFORMACIÓN Instituciones: Monarca A.C. IE-UNAM (Morelia). INE-Semarnap.	N/A

Vinculación

El desarrollo del Proyecto no afectará de ninguna manera la integridad del ecosistema presente en la RTP-110, tampoco las problemáticas de esta RTP, puesto que las obras y actividades del proyecto no están asociadas a actividades de deforestación clandestina en altos niveles ni al incremento de la agricultura. Además, no se realizará ninguna de las prácticas de manejo inadecuado marcadas en la ficha de la RTP.

Sin embargo, las medidas de mitigación que se describen más adelante en el capítulo VI coadyuvarán a que el proyecto sea lo menos impactante con el ecosistema (inherentemente de que no incida con la RTP), además de ser congruente con la legislación aplicable y guarde un equilibrio con el medio.

III.2.3 REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA

La CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

En la *Figura 9* se observa que el área del proyecto se encuentra próxima a la Región Hídrica Prioritaria 61 (RHP-61): Lagos-Cráter del Valle de Santiago, ubicada a aproximadamente 16 km al noroeste del Proyecto; a continuación, se describen las características de esta región.

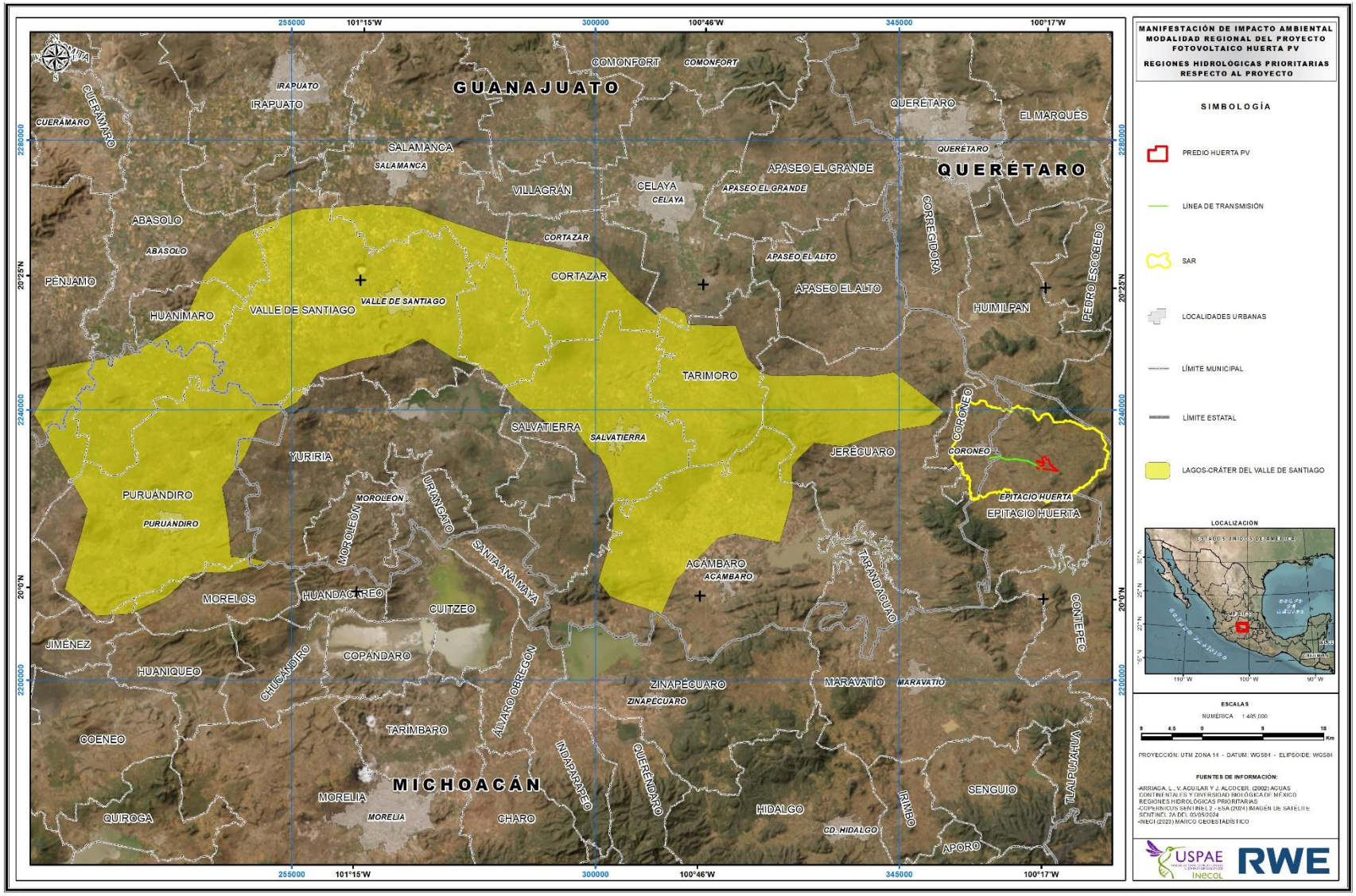


Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a la RHP-61.

Polígono

Latitud 20°31'12'' - 19°57'36'' N/Longitud 101°42'36'' - 100°25'12'' W.

Recursos hídricos principales

Lénticos: 7 lagos-cráter: Hoya Rincón de Parangueo, Hoya San Nicolás, Hoya Estrada, Hoya Blanca, Hoya La Cintura, Hoya La Alberca, Hoya Álvarez y Presa Solís.

Lóticos: Río Lerma.

Biodiversidad

Tipos de vegetación: matorral tropical, bosques de pino-encino, de encino-pino, pastizal natural e inducido, tropical caducifolio (remanente). Flora característica: cardos y cactáceas *Opuntia spp.* En relación con fitoplancton, los lagos están dominados por cianobacterias *Actinastrum sp., Anabaena sp., Arthrospira platensis* y *Oscillatoria sp.* Fauna característica: el copépodo *Diaptomus albuquerquensis*; los rotíferos *Brachionus inermis* y *Hexarthra polyodonta*; el ciliado *Vorticella sp.*; los dípteros *Chaoborus sp.* y larvas de la mosca alcalina *Ephydra hians*; de peces *Chirosoma arge, C. jordani, Xenoteca variata, Yuriria alta.* Endemismos de peces *Alloophorus robustus*, *Chirostoma bartoni*, *Goodea atripinnis, Notropis calientis*; los cuales se encuentran amenazados. Debido a que este tipo de habitat es muy peculiar, es muy posible que existan especies acuáticas únicas en México. Las aves acuáticas asociadas a los humedales marginales han visto reducidas sus áreas de alimentación, anidación y crianza.

Problemática

- Modificación del entorno: la vegetación natural de la cuenca ha sido prácticamente sustituida por la práctica agrícola de temporal y de riego, por la alta densidad de población y la extracción masiva de leña. La combinación de las alteraciones humanas con épocas de sequía severa ha llevado a la degradación o desertificación (erosión y salinización de suelos) generalizada de la cuenca. Preocupa la fuerte desforestación y la sobreexplotación de los mantos freáticos.

- Contaminación: por desechos sólidos (basura), aguas residuales domésticas, (detergentes y blanqueadores) e industriales y agroquímicos.

- Uso de recursos: leña y pesca de especies introducidas del crustáceo *Cambarellus* (*Cambarellus*) *montezumae*, de las carpas dorada *Carassius auratus* y común *Cyprinus carpio* y de la tilapia negra *Oreochromis mossambicus*.

Conservación

Dada la cercanía de los volcanes cráter con la zona urbana de la ciudad del valle de Santiago, se necesita elaborar un plan de conservación de las hoyas, promoviendo aspectos turísticos y evitando el desarrollo

urbano orientado hacia los volcanes-cráter. Se desconoce por completo las características químicas del agua y la biota de los volcanes-cráter.

Vinculación

El Proyecto no se ubica dentro de la RHP Lagos-Cráter del Valle de Santiago, sin embargo, la comprensión de las problemáticas y propuestas de conservación para tal Reserva permiten un mejor desempeño de actividades en el desarrollo del Proyecto, además de generar una consciencia colectiva respecto a la protección de esta RHP en aquellos involucrados en la ejecución del proyecto.

III.2.4 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

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

El proyecto se ubica cerca del AICA 36: Sierra Chincua, y del AICA 02: Cuitzeo; ubicadas a aproximadamente 38 km al sur y 52 km al suroeste, respectivamente (*Figura 10*). Si bien el Proyecto no incide en estas Áreas, se describen brevemente algunas de sus características.

La CONABIO justifica la categorización del AICA 36 debido a que se trata de uno de los hábitats de distribución más restringida, las especies que dependen de él pueden estar amenazadas por su destrucción, además de incluir islas de bosque de oyamel-pino en las zonas más altas, así como contar con vegetación de bosques de coníferas; en esta Área se albergan alrededor de 180 especies de aves.

Por su parte, la categorización del AICA 02 se justifica debido a que la vegetación subacuática es una de las más restringidas en las tierras altas del centro de México, además de que la destrucción de humedales para agricultura y la salinización de los suelos por las fluctuaciones drásticas en los niveles de agua pone en fuerte límite a la conservación de los tulares. Se trata de un área de humedales con vegetación halófita y abundantes tulares. Es uno de los cuerpos de agua dulce más importantes del centro de México con vegetación acuática y subacuática; en esta Área se albergan alrededor de 291 especies de aves.

Se debe de destacar que NO existen instrumentos equiparables a programas de manejo para ninguna de estas tres regiones (RTP, RHP y AICAS) clasificadas por la CONABIO.

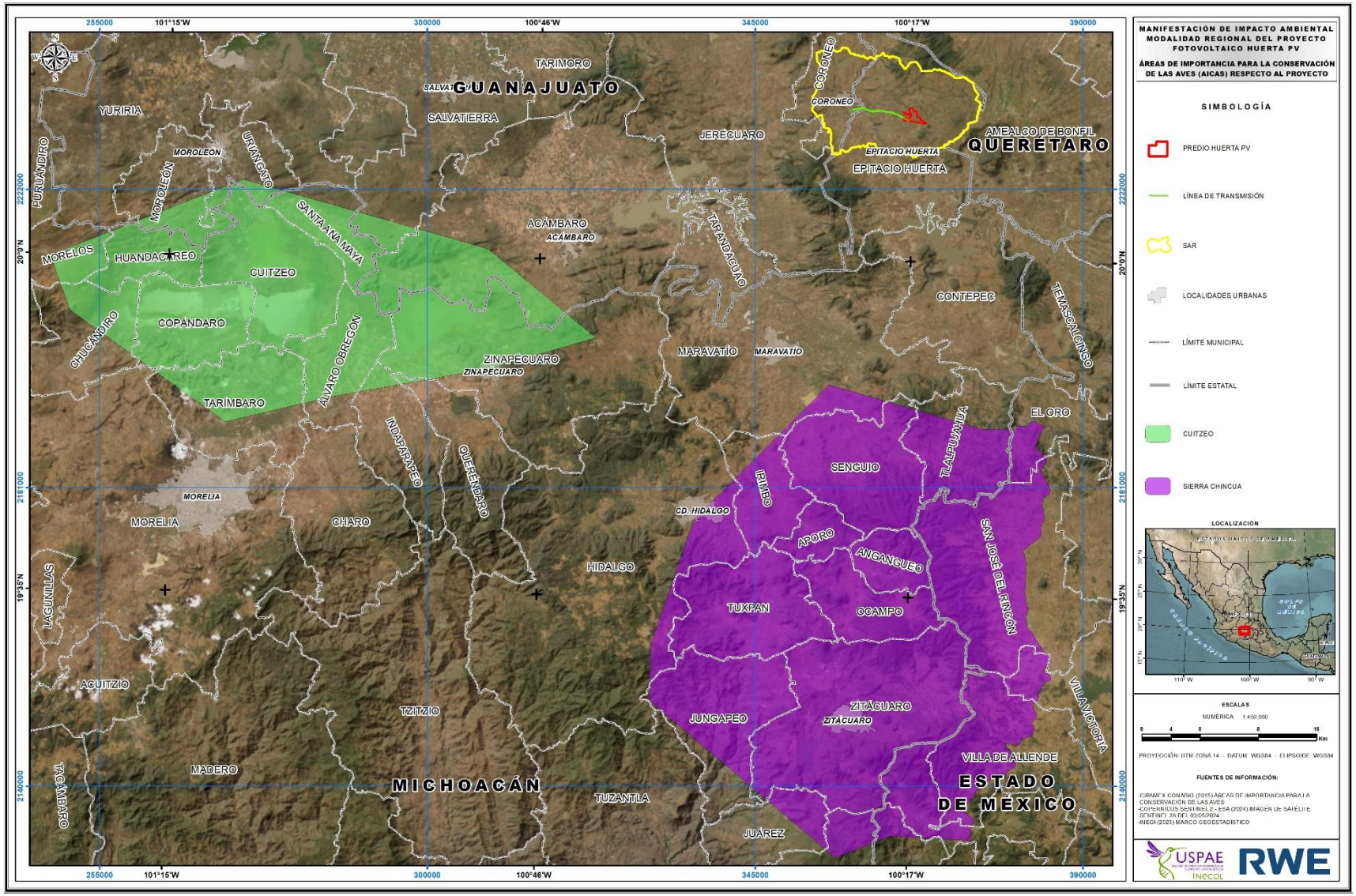


Figura 10. Ubicación del proyecto respecto a la AICA-36 y AICA-02.

III.3 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES (PDU)

III.3.1 PLAN DE DESARROLLO INTEGRAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN

El Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán (PLADIEM) 2021-2027 es un instrumento normado por la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Michoacán de Ocampo y la Ley de Planeación del Estado de Michoacán de Ocampo, cuyo objetivo es establecer las directrices para impulsar el desarrollo del estado, que se traduzca en una mejora de los niveles de bienestar de las y los michoacanos.

El PLADIEM 2021-2027 establece las bases para mejorar la efectividad de las acciones y actuar del gobierno, para garantizar a su población un entorno de paz, armonía y reconciliación, así como el respeto pleno a sus derechos humanos, sociales, políticos, económicos y culturales. Para lograr lo anteriormente mencionado, se establecieron cuatro ejes rectores, listados a continuación:

- **Eje 1. Armonía, Paz y Reconciliación.** Busca que prevalezcan la armonía, la paz y la reconciliación, para así mejorar la vida de todos los michoacanos, por lo que emprenderán acciones concretas que atiendan las causas que detonan la violencia, la inseguridad, las conductas antisociales y la inestabilidad. Busca el respeto a los derechos humanos, su promoción, defensa y protección, el hilo conductor del nuevo modelo de gobernabilidad democrática.

- **Eje 2. Bienestar.** Busca garantiza el pleno respeto a los derechos humanos para lograr una transformación con igualdad, equidad, justicia social, reconocimiento de la diversidad y pluralidad, cohesión comunitaria e integración social, que abarque a todos, prioritariamente a los sectores que han sido marginados, discriminados y excluidos del desarrollo, para que tengan una vida digna, que incluya acceso a la educación, salud, alimentación, cultura y deporte.

- **Eje 3. Prosperidad Económica.** Con el objetivo de generar más oportunidades para todos los michoacanos se impulsará un desarrollo económicamente incluyente, socialmente justo, culturalmente respetuoso y ambientalmente sostenible, a través de medidas que propicien la redistribución equitativa de la riqueza en el estado. El compromiso es que nadie se quede atrás y que nadie se quede fuera.

- **Eje 4. Territorio Sostenible.** Garantizar la conservación de los bienes y servicios ambientales del territorio estatal, como base para la preservación del patrimonio biocultural y asegurar la sustentabilidad en las actividades productivas que garanticen, a largo plazo, el bienestar de la población.

El Proyecto se vincula con el Eje 4 “Territorio Sostenible”, puesto que en esta agenda el sector energético desempeña un papel fundamental y se buscan estrategias a largo plazo, como la ruta de descarbonización, la eficiencia energética en todos los sectores económicos, así como la transición

paulatina a energías renovables, siguiendo la política nacional de soberanía y seguridad energética como pilar del desarrollo nacional. En este Eje, se establece el Objetivo Sectorial 4.2, el cual dicta "garantizar el derecho humano al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico, así como para las actividades productivas y de continuidad biológica, en forma suficiente, de calidad aceptable y garantizando su disponibilidad, como elemento esencial de bienestar humano y ambiental". Dentro de la metodología de cálculo de este objetivo se menciona la acción de **impulsar para la utilización de energías renovables con tecnología de última generación, como en el caso de las celdas solares fotovoltaicas para la generación de energía eléctrica para autoconsumo**.

Por su parte, el Proyecto está intrínsecamente vinculado con el objetivo y la acción previamente citados, siendo así una pieza fundamental para aumentar la generación de energía no contaminante, alineándose con las líneas de acción marcadas en el PLADIEM para avanzar hacia una matriz energética más limpia, sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

III.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO GUANAJUATO 2040

El Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040 es el instrumento de planeación que tiene como finalidad establecer dónde se está, hacia dónde se quiere ir y cómo lograr alcanzar esas metas. Es un documento producto del trabajo de la sociedad, la academia y el gobierno, en el que las y los guanajuatenses plasman la visión de la entidad que quieren construir. Es un plan que sintetiza lo que el estado requiere para los próximos años y establece los caminos que se deben recorrer para poder edificar la sociedad justa, democrática, incluyente, desarrollada y armónica que se necesita.

Este instrumento se ha elaborado tomando en cuenta el marco normativo vigente de la planeación nacional y de la entidad junto con una serie de características que proceden de lineamientos y de buenas prácticas nacionales e internacionales, como son: la alineación a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la perspectiva de género, el enfoque de derechos humanos y la gestión para resultados. Este Plan se encentra estructurado por cuatro dimensiones: dimensión humana y social (1), dimensión económica (2), dimensión medio ambiente (3) y dimensión administración pública (4). El Proyecto es vinculante con las estrategias mencionadas a continuación, correspondientes a las dimensiones económica y de medio ambiente:

- **Estrategia 2.5.1.4.** Impulso a la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías para el aprovechamiento de fuentes de energía alternativas, limpias y renovables para respaldar el desarrollo económico y social del estado.
- **Estrategia 3.1.3.4.** Promoción y desarrollo de fuentes de energía renovables, así como incremento de la eficiencia energética.

El Proyecto, por su naturaleza, contribuye de manera favorable a la seguridad energética en el estado, además de disminuir el impacto del cambio climático. De acuerdo con el Plan, el Proyecto se ubica en una zona potencial para el establecimiento de desarrollos de energía solar, por este y los otros motivos mencionados es que el Proyecto se alinea y cumple de manera adecuada con lo establecido en el Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040.

III.3.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE EPITACIO HUERTA 2021-2024

El Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 del Municipio de Epitacio Huerta, ha sido elaborado buscando ser una respuesta eficaz a las necesidades de la ciudadanía. Se ha basado en el contacto con la sociedad durante el proceso electoral en el cual este gobierno fue electo, pero también en un análisis de los datos estadísticos que revelan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Esto siendo el punto de partida para la toma de decisiones que genere políticas públicas efectivas y, sobre todo, apegadas al marco legal.

Esta planeación contempla siete Ejes Rectores, los cuales se encuentran alineados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU. Los Ejes Rectores son:

a) Previsión social de la violencia y la seguridad pública.

b) Desarrollo territorial y medio ambiente.

c) Desarrollo social.

d) Desarrollo económico.

e) Finanzas sanas, transparencia y rendición de cuentas.

f) Servicios públicos municipales.

g) Planeación municipal y desarrollo institucional.

El Proyecto se vincula de manera directa con el Eje B, concretamente con su objetivo que establece “promover el aprovechamiento sustentable de la energía y la preservación o, en su caso, la restauración de los recursos naturales (aire, agua, suelo, flora y fauna) a cargo del municipio, a fin de garantizar, en concurrencia con los otros órdenes de gobierno, un medio ambiente sano. Dentro de las acciones que comprende este objetivo, se menciona la instalación de paneles solares para distintas actividades y la promoción del empleo de energías limpias, de manera que el Proyecto es compatible con lo establecido en este Plan y contribuye en desarrollo e implementación del mismo.

III.3.4 PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE CORONEO, GUANAJUATO

La Elaboración del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Coroneo Guanajuato (en adelante PMDUOET), surge como una respuesta a la inquietud y necesidades de la actual administración municipal para establecerse como una administración sustentable, no solo para dar cumplimiento a las ordenanzas integradas en el Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato, sino para replantear los objetivos y adecuar los lineamientos y normas de planeación en el municipio, generando un instrumento jurídico reglamentario que responda a las necesidades más sentidas por la comunidad y a la realidad actual de todo el municipio, que regulen el proceso de urbanización, ordenamiento, la protección al ambiente, la preservación y restauración del equilibrio ecológico y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que son las premisas y el punto de partida bajo las cuales se realiza el ordenamiento sustentable del territorio municipal.

El PMDUOET contempla seis ejes temáticos principales: Eje Humano y Social, Eje Educación y Capacitación para el Trabajo, Eje Económico, Eje Administración Pública y Estado de Derecho, Eje Turístico-Cultural, y Eje Medio Ambiental. Si bien este Programa no describe estrategias y acciones, el Proyecto se ajusta a los propósitos de cuidado del medio ambiente establecidos en él, debido a la generación de energía eléctrica con tecnología fotovoltaica, de manera que el Proyecto es compatible con el Programa.

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

III.4.1 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Con relación a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), se verificó la normatividad vigente y se seleccionó la aplicable al Proyecto, dando como resultado el listado de las NOM aplicables en las distintas etapas del Proyecto y su correspondiente vinculación.

En el *Cuadro 18* se presenta la vinculación de las NOM con el Proyecto y la manera en que este las cumple.

Cuadro 18. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en su desarrollo.

NOM	CAMPO DE APLICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
NOM-041-SEMARNAT-2015	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Debido al uso de maquinaria y vehículos automotores durante las etapas de construcción y desarrollo del Proyecto; se mantendrá un estricto control bajo el uso de la verificación vehicular, además de mantener el constante mantenimiento de los vehículos y maquinaria de manera periódica.
NOM-042-SEMARNAT-2003	Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos	Debido al uso de maquinaria y vehículos automotores durante las etapas de

NOM	CAMPO DE APLICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos y provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	construcción y desarrollo del Proyecto; se mantendrá un estricto control bajo la práctica de la verificación vehicular, además de mantener el constante mantenimiento de los vehículos y maquinaria de manera periódica.
NOM-045-SEMARNAT-2017	Establece los límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición, para vehículos en circulación que usan diésel como combustible.	Debido a que durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto se usarán vehículos que emplearán diésel como combustible, deberán contar su verificación vehicular que corresponda al año, modelo de la unidad y su peso bruto vehicular. En caso de que en la región no exista Programa de Verificación Vehicular, se aplicará un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos con el fin de mantener un nivel de emisiones dentro de los límites permisibles conforme a las tablas 1 y 2 de la presente norma.
NOM-050-SEMARNAT-2018	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usas gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	Debido al uso de maquinaria y vehículos automotores durante las etapas de construcción y desarrollo del Proyecto; se mantendrá un estricto control bajo el uso de la verificación vehicular, además de mantener el constante mantenimiento de la herramienta y maquinaria de manera periódica.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Debido a que durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se generarán residuos peligrosos; se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos donde se depositarán de manera temporal en tambos etiquetados aceites gastados, estopas impregnadas con grasas y aceites, pinturas, sobrantes de soldadura, etc. El almacén temporal será construido con base en lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. La generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el respectivo aviso a las autoridades competentes.

<table>
<tr><th>NOM</th><th>CAMPO DE APLICACIÓN</th><th>VINCULACIÓN CON EL PROYECTO</th></tr>
<tr><td>NOM-054-SEMARNAT-1993</td><td>Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos para la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.</td><td>A fin de evitar reacciones violentas y negativas que puedan provocar efectos dañinos en el medio ambiente por la mezcla de dos o más residuos peligrosos, y a fin de evitar alguna contingencia ambiental el almacén temporal de residuos peligrosos se cumplirá con las disposiciones contenidas en el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos. Posteriormente de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del reglamento de la LGPGIR, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el respectivo aviso a las autoridades competentes.</td></tr>
<tr><td>NOM-059-SEMARNAT-2010</td><td>Establece la protección ambiental de las especies nativas de México de flora y fauna silvestres, sus categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambios en la lista de especies en riesgo.</td><td>Durante los recorridos se registraron especies que se encuentran dentro de alguna categoría de protección, por lo cual, se dará atención especial para que todas las obras y acciones durante las diferentes etapas del proyecto eviten afectar a sus poblaciones, por ejemplo: medidas de mitigación de colisiones, incentivación a la restauración de hábitats naturales circundantes al proyecto, monitoreo y seguimiento de especies, educación y concienciación, por mencionar algunas; dichas medidas de atención se especifican de manera más amplia en el Capítulo VI del presente documento.</td></tr>
<tr><td>NOM-080-ECOL-1994</td><td>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.</td><td>Se considera que en las distintas etapas del proyecto en las que se generen emisiones de ruido, no serán superiores a los límites máximos permisibles enlistados en la tabla 1 de la NOM y que a continuación se presenta:

<table><tr><th>PESO BRUTO VEHICULAR (KG)</th><th>LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DB (A)</th></tr><tr><td>Hasta 3,000</td><td>86</td></tr><tr><td>Más de 3,000 y hasta 10,000</td><td>92</td></tr><tr><td>Más de 10,000</td><td>99</td></tr></table>
Con base en los límites máximos permitidos, se infiere que no rebasarán el límite permitido con lo cual se atiende a los requerimientos de la presente norma.</td></tr>
<tr><td>NOM-081-SEMARNAT-1994</td><td>Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</td><td>Con base en los límites máximos permitidos, se infiere que no rebasarán el límite permitido con lo cual se atiende a los requerimientos de la presente norma.</td></tr>
<tr><td>NOM-001-STPS-2008</td><td>Establece las condiciones de seguridad de los edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo para su adecuado funcionamiento y</td><td>Se considerará el aspecto de seguridad en la construcción y operación de las instalaciones del PFV. Aunque la NOM no especifica directamente aspectos</td></tr>
</table>

NOM	CAMPO DE APLICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	conservación, con la finalidad de prevenir riesgos a los trabajadores	relacionados con centrales fotovoltaicas, es importante tener en cuenta los lineamientos generales de seguridad en la implementación de cualquier tipo de instalación industrial o de generación de energía. Algunos aspectos relacionados con la seguridad que podrían ser relevantes para el Proyecto son: Instalación segura: Asegurarse de que los paneles solares estén correctamente instalados y fijados de manera segura para evitar riesgos de caídas o desprendimientos. Protección contra incendios: Implementar medidas de protección contra incendios, como sistemas de detección y extinción de incendios, para mitigar los riesgos asociados con la energía solar y los componentes eléctricos. Acceso seguro: Establecer medidas de seguridad para restringir el acceso no autorizado a las áreas del Proyecto, a fin de prevenir accidentes y garantizar la integridad de las instalaciones. Mantenimiento adecuado: Realizar revisiones periódicas de los componentes y sistemas del Proyecto para garantizar su correcto funcionamiento y prevenir situaciones de riesgo.
NOM-002-STPS-2010	Establece los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo	Los principales aspectos a considerar de esta norma para la construcción y operación del Proyecto son los siguientes: Sistemas de detección y alarma: La norma establece requisitos para la instalación de sistemas de detección de incendios, como detectores de humo, calor o llamas, así como la implementación de sistemas de alarma para alertar a las personas en caso de emergencia. Sistemas de extinción: La norma establece los criterios para la selección e instalación de sistemas de extinción de incendios, como extintores, rociadores automáticos o sistemas de inundación. Plan de emergencia y evacuación: La norma requiere que se elabore un plan de emergencia y evacuación que contemple los procedimientos a seguir en caso de incendio, incluyendo rutas de evacuación, puntos de reunión y asignación de responsabilidades. Capacitación y entrenamiento: La norma establece la necesidad de brindar capacitación y entrenamiento a los trabajadores del proyecto en temas de prevención y protección contra incendios, así como en el uso adecuado de los equipos de seguridad.
NOM-004-STPS-1999	Establece las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los	Si bien esta norma no se enfoca específicamente en centrales fotovoltaicas, se puede asociar a ellas indirectamente,

NOM	CAMPO DE APLICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.	considerando que un proyecto fotovoltaico puede incluir diversos equipos y maquinaria relacionada con la generación y distribución de energía eléctrica obtenida a través de la radiación solar, además de la maquinaria y equipo empleados en la construcción y operación del Proyecto.
NOM-011-STPS-2001	Establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que, por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; los niveles y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, su correlación y la implementación de un programa de conservación de la audición.	Con base en los límites máximos permitidos, se infiere que no rebasarán el límite permitido con lo cual se atiende a los requerimientos de la presente norma.
NOM-017-STPS-2008	Establece los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.	A fin de evitar daños permanentes en el personal que intervenga en el desarrollo del Proyecto, el Equipo de Protección Personal (EPP) será provisto de manera responsable a estos.
NOM-019-STPS-2011	Establece los lineamientos para la constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.	Esta norma es de relevancia en el contexto de la seguridad y la salud ocupacional de los trabajadores que operen en el Proyecto. La instalación y operación de este conlleva riesgos específicos asociados a la manipulación de paneles solares, el montaje de estructuras, el mantenimiento del sistema eléctrico, entre otros aspectos. La NOM establece las pautas para garantizar que se forme una comisión de seguridad e higiene en el Proyecto, la cual debe estar compuesta por representantes del promovente y los trabajadores. Esta comisión tiene la responsabilidad de identificar, prevenir y controlar los riesgos laborales en el Proyecto, así como promover un ambiente de trabajo seguro y saludable.
NOM-027-STPS-2008	Establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se realicen actividades de soldadura o y corte.	Dentro de las actividades de preparación del sitio y construcción del mismo, se ejecutarán trabajos de soldadura y/o corte, motivo por el que se cumplirá con lo establecido en la norma.
NOM-029-STPS-2011	Establece las condiciones de seguridad para la realización de actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas.	Al ser el Proyecto de naturaleza del sector energético, deberán atenderse las condiciones de la norma a fin de proteger a las personas de accidentes que pudiesen derivarse de la manipulación de las instalaciones eléctricas.
NOM-002-SCT-2011	Identificar y clasificar las substancias y materiales peligrosos más usualmente transportados, de acuerdo a su clase,	Debido a que durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se generarán residuos peligrosos;

NOM	CAMPO DE APLICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	división de riesgo, riesgo secundario, número asignado por la Organización de las Naciones Unidas, las disposiciones especiales a que deberá sujetarse su transporte, límites cuantitativos de cantidades limitadas y cantidades exceptuadas permitidas, y las correspondientes instrucciones de envase y embalaje, métodos de transporte, Recipientes Intermediaros a Granel y Cisternas Portátiles y sus disposiciones especiales.	se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos donde se depositarán de manera temporal en tambos etiquetados aceites gastados, estopas impregnadas con grasas y aceites, pinturas, sobrantes de soldadura, etc. Aunado a esto, el transporte y manipulación de estos se desenvolverá de manera pertinente de acuerdo con lo establecido en la NOM.
NOM-056-SSA1-1993	Establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los equipos de protección personal para preservar la salud en el ambiente laboral.	A fin de evitar daños permanentes en el personal que intervenga en el desarrollo del Proyecto, el Equipo de Protección Personal (EPP) será provisto de acuerdo con los requisitos sanitarios establecidos por la NOM.
NOM-001-SEDE-2005/2012	Establece las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra: Las descargas eléctricas, Los efectos térmicos, Las sobrecorrientes, Las corrientes de falla y Las sobretensiones.	Al ser el Proyecto de naturaleza del sector energético, deberán atenderse las condiciones de la norma a fin de proteger a las personas de accidentes que pudiesen derivarse de la manipulación de las instalaciones eléctricas.

III.5. OTROS INSTRUMENTOS

III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

En el *Cuadro 19* se muestra un resumen de las disposiciones constitucionales vinculantes al Proyecto.

Cuadro 19. Vinculación del Proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

ARTÍCULOS		VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Artículo 25 Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable. Al desarrollo económico nacional concurrirán, el sector público, social y privado. El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el artículo 28, párrafo cuarto de la Constitución, manteniendo siempre el Gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos y empresas productivas del Estado que en su caso se establezcan. Asimismo, podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.	El Proyecto, no contraviene a las disposiciones contenidas en la Carta Magna ya que permite la participación del sector privado para impulsar actividades prioritarias del desarrollo nacional. El Proyecto, corresponde a un área de actividad económica de carácter estratégico ya que se trata de la conducción y distribución de energía eléctrica que tiene por objeto satisfacer la demanda de energía en el centro del país.

ARTÍCULOS		VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente. Artículo 27 Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica. Artículo 28 No constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las siguientes áreas estratégicas: correos, telégrafos y radiotelegrafía; minerales radiactivos y generación de energía nuclear; la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, y la exploración y extracción del petróleo y de los demás hidrocarburos, en los términos de los párrafos sexto y séptimo del artículo 27 de esta Constitución, respectivamente; así como las actividades que expresamente señalen las leyes que expida el Congreso de la Unión. El Poder Ejecutivo contará con los órganos reguladores coordinados en materia energética, denominados Comisión Nacional de Hidrocarburos y Comisión Reguladora de Energía, en los términos que determine la ley.	

III.5.2 CONVENIOS INTERNACIONALES

Los tratados y/o Convenios Internacionales aprobados por el Senado de la República y los cuales son jurídicamente vinculantes con el Proyecto, se muestran en el *Cuadro 20*.

Cuadro 20. Convenios Internacionales vinculantes con el Proyecto.

CONVENIO	OBJETIVO	VINCULACIÓN
Convención marco sobre el cambio climático	Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel donde las acciones del hombre no perjudiquen el sistema climático, permitiendo que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio meteorológico y asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible". (Artículo 2).	El proyecto es jurídicamente vinculante con la convención y el protocolo de Kioto debido a los beneficios que aportará al medio ambiente y al desarrollo sustentable. Asimismo, dará impulso al desarrollo en la explotación de los recursos renovables del país y la región, lo que implica la sustitución de generación de energía a base de combustibles fósiles, por energía solar, con lo cual se contribuye a: 1) No contaminar el agua o el aire. 2) Evitar emisiones de gases de combustión como CO (monóxido de carbono), CO_2 (bióxido de carbono), NOx (óxidos de nitrógeno), SOx (óxidos de azufre) y partículas suspendidas.
Protocolo de Kioto	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero obligatorias para países desarrollados con economías en transición que sean partes y que estén incluidos en el Anexo 3. Obligación de países Anexo 3 de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el	

CONVENIO	OBJETIVO	VINCULACIÓN
	período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012. Fomentar la eficiencia energética, desarrollo y aumento del uso de nuevas fuentes renovables de generación de energía, de tecnologías de captura de carbono y de tecnologías más modernas y ecológicamente racionales. Mecanismo de desarrollo limpio (MDL) (Art.12 del protocolo). Su propósito es ayudar a las partes no incluidas en el Anexo 3, a lograr un desarrollo sustentable y ayudar a las partes incluidas a cumplir con sus compromisos sobre limitación y reducción de emisiones de GEI. Los países Anexo 3, como México, a través del MDL permiten desarrollar proyectos que tengan como resultado Reducciones Certificadas de Emisiones y de esta manera contribuir al desarrollo sustentable.	3) Evitar el uso de volúmenes de agua de repuesto, dado que el diseño de este proyecto no requiere ciclos de vapor y de enfriamiento. 4) Minimizar descarga de aguas residuales. 5) Minimizar la generación de residuos peligrosos, inherentes a las centrales termoeléctricas convencionales. 6) Se estima que la realización del proyecto no producirá emisiones de CO_2 a la atmósfera, como generaría una central eléctrica convencional de una capacidad similar.
Acuerdo de París sobre cambio climático	Entrado en vigor el 4 de noviembre de 2016 a partir de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrado en París, Francia. Dicho acuerdo es una respuesta por parte de la ONU para mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2°C. México firmó este acuerdo, en el cual se compromete al cumplimiento de cinco acciones concretas: Alcanzar una tasa cero de deforestación Mejorar la capacidad adaptativa de los 160 municipios más vulnerables Proteger a la población de los fenómenos hidrometereológicos extremos Aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica del país y de los ecosistemas Desacoplar el crecimiento económico de la emisión de contaminantes de efecto invernadero.	El Proyecto aporta con lo estipulado para alcanzar las acciones a cumplir por el gobierno mexicano, puesto que el proyecto contemplará la mayoría de sus obras sobre áreas no forestales, y de ocupar dichos espacios, éstos serán compensados para evitar incrementar la tasa de deforestación. Aunado a esto, se generará energía eléctrica mediante la radiación solar, reduciendo la emisión de contaminantes como los GEI.

III.5.3 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) tiene por objeto, propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, la preservación, la restauración, el mejoramiento del ambiente y el aprovechamiento sustentable. En el *Cuadro 21* se muestra un resumen de las disposiciones reglamentarias contenidas en la LGEEPA y que guardan relación con el Proyecto.

De conformidad con la Fracción X del artículo 5 de la LGEEPA son facultades de la federación, entre otras la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de la misma Ley, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

El Proyecto corresponde a una obra de la industria eléctrica y se enmarca en la fracción II del artículo 28 de la LGEEPA, por lo tanto, el Proyecto es competencia de la federación y se encuentra regulado por la presente Ley.

Cuadro 21. Disposiciones reglamentarias contenidas en la LGEEPA vinculantes al Proyecto.

ARTÍCULO - LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
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: II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica. VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;	En función de lo que señala este artículo en los incisos citados, así como de las características y alcances del Proyecto se presenta esta MIA-R, sin actividad altamente riesgosa.
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. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.	En observancia de lo que señala este artículo, se presenta esta MIA-R ante la SEMARNAT para su evaluación.
Artículo 37 TER. Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.	Durante el desarrollo del Proyecto se deberá observar cabalmente lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.
Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: 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.	En observancia de lo dispuesto en este artículo se deberán reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos de las fuentes móviles que se usen durante la ejecución del Proyecto. En este sentido, toda vez que el desarrollo del Proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, el contratista se encargará de que la maquinaria y vehículos se encuentren en óptimas condiciones, llevando a cabo el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario. En el caso de los vehículos, se deberá asegurar que estos cumplan con los límites establecidos en las NOM que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-

ARTÍCULO - LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050-SEMARNAT-2018). Por otro lado, es importante señalar que, el Proyecto no pretende la instalación ni operación de alguna fuente fija de emisiones de contaminantes de la atmósfera.
Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	Se evitará y reducirá al mínimo la emisión de contaminantes atmosféricos que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, observando lo que establece la LGEEPA, sus reglamentos y las NOM que expide la Secretaría. Asimismo, en observancia de lo dispuesto por este artículo se deberán reducir al mínimo y controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos de las fuentes móviles que se utilicen durante el desarrollo del Proyecto. En este sentido, toda vez que la ejecución del Proyecto implica el uso de vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se realizará el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que dichos vehículos cumplan con los límites establecidos en las NOM que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050-SEMARNAT-2018).
Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: 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. 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.	Para prevenir la contaminación tanto del suelo como de los escurrimientos superficiales presentes en la zona del Proyecto se prevé la capacitación del personal respecto a la importancia y responsabilidad de reducir al mínimo la generación de residuos y contaminantes, así como respecto a la obligación de evitar depositar basura, residuos, lodos o desechos en el suelo, o en cualquier lugar no autorizado, esto para prevenir que por efecto de disolución o arrastre, los desechos, lodos, o residuos contaminen y/u obstruyan escurrimientos, cauces o cuerpos de agua en la zona. Los residuos sólidos urbanos que se generen durante las distintas etapas del Proyecto se depositarán en contenedores con capacidad proporcional a lo que por promedio se genere provistos con tapa, y rotulados de acuerdo con el tipo de residuo que contengan; los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en las zonas de trabajo y desarrollo del proyecto. Dichos contenedores serán posteriormente manejados por una empresa especializada para su disposición final en un sitio que señale la autoridad competente. Por otro lado, es importante señalar que el Proyecto no pretende la descarga de aguas residuales. Asimismo, durante la ejecución del Proyecto se instruirá al personal involucrado, para que observe una conducta de ahorro y uso eficiente del agua en los procesos en los que ésta sea necesaria.
Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y	Para prevenir la contaminación del suelo los residuos sólidos urbanos que se generen durante las distintas etapas del Proyecto se depositarán en contenedores con tapa, y rotulados de acuerdo con el tipo de residuo que contengan; los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en los espacios de desarrollo del Proyecto. Dichos contenedores serán posteriormente

ARTÍCULO - LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;	manejados por una empresa especializada para su disposición final en un sitio que señale la autoridad competente. Se procurará que los residuos susceptibles para reutilizarse tales como: madera, papel, vidrio, metales y plásticos, se separen para poder ser enviados a empresas que los aprovechen o depositarse donde la autoridad municipal lo autorice. Respecto a los residuos peligrosos que se generen durante la ejecución del Proyecto, estos serán resguardados en un almacén temporal que tendrá las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la LGPGIR, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Debido a que la generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes. Respecto a los residuos de manejo especial, quedará prohibida la disposición de este tipo de residuos sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial. Los residuos de manejo especial que se generen y que no puedan ser reutilizados en el Proyecto, deberán ser debidamente transportados a un sitio de disposición autorizado. La totalidad de las medidas para prevenir y reducir la generación de residuos, así como para su control y manejo adecuado, se pueden consultar a detalle en el Capítulo VI de la presente MIA-R.
Artículo 146. La Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Energía, de Economía, de Salud, de Gobernación y del Trabajo y Previsión Social, conforme al Reglamento que para tal efecto se expida, establecerá la clasificación de las actividades que deban considerarse altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento.	En función de las características y alcances del Proyecto, éste no implica ni conlleva actividades altamente riesgosas.
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, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.	Los residuos peligrosos que se generen por el Proyecto serán identificados y manejados de acuerdo con lo que establece la presente Ley, su Reglamento y las NOM que al respecto expide la Secretaría. El almacenamiento temporal de los residuos peligrosos que se generen se hará en un almacén temporal que tendrá las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la LGPGIR, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores

ARTÍCULO - LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	tóxicos, fugas o derrames. Debido a que la generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes. efecto.
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.	Debido a que el proyecto generará residuos peligrosos, se deberá avisar a la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento respectivo. La generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes.
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. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. 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.	Toda emisión de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, así como contaminación visual, deberá ajustarse a los límites máximos establecidos en las NOM que para cada efecto expida la Secretaría, llevando a cabo las acciones preventivas y correctivas que resulten necesarias para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente. Para reducir el impacto de la generación de ruido en las especies de hábitos nocturnos, las actividades que requieran el uso de maquinaria y equipo que generen ruido en niveles altos, sin rebasar los límites establecidos por la normatividad aplicables, se llevarán a cabo en horario diurno. Asimismo, la maquinaria, equipo y vehículos a utilizar contarán con un programa de mantenimiento, para evitar la generación de ruido y vibraciones.

III.5.3.1 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El presente reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, tiene por objeto reglamentar la LGEEPA, en materia de impacto ambiental a nivel federal.

En este sentido el presente reglamento contiene disposiciones vinculantes al Proyecto. El *Cuadro 22* muestra el análisis técnico, jurídico y/o administrativo del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA.

Cuadro 22. Vinculación entre el proyecto y el reglamento de la LGEEPA.

ARTÍCULOS	ANÁLISIS TÉCNICO, JURÍDICO Y ADMINISTRATIVO
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: Inciso K) Industria Eléctrica Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eololéctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales; Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución; Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, Inciso O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. I.- 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, …	El Proyecto consiste en la construcción de un parque fotovoltaico en el que se instalará una línea de transmisión. Por lo anterior el proyecto es jurídicamente vinculante con el precepto legal en comento, ya que cae dentro de los supuestos enmarcados en las fracciones I, II y III del inciso K del Artículo 5 antes citado, por lo que para su ejecución se deberá contar con la correspondiente autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental. En este sentido y en cumplimiento a lo dispuesto por la LGEEPA y su Reglamento en materia de impacto ambiental, se elaboró la manifestación de impacto ambiental del Proyecto a fin de exponer los componentes del proyecto que permitan a la Secretaría otorgar la autorización correspondiente En este sentido y para dar cumplimiento a lo estipulado en el inciso O); el polígono de construcción del proyecto presenta áreas cubiertas por vegetación natural, las cuales serán removidas, sin embargo, dicha acción y el propósito de que así se efectúe no contraviene con las actividades mencionadas en el inciso O) del Artículo 5 del presente reglamento.
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.	En función de las características, ubicación y alcances del Proyecto, se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad Regional.
Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: III. Un conjunto de Proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada	En función de las características, ubicación y alcances del Proyecto, y toda vez que las obras y actividades proyectadas consisten en la instalación de una central de generación eléctrica que se configura como un conjunto de Proyectos de obras y actividades que pretenden llevarse a cabo en una región ecológica determinada, el promovente atiende lo establecido en este artículo desde el momento en que se emite el actual documento de MIA-R.

III.5.3.2 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 LGEEPA en lo referente a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera (*Cuadro 23*).

Cuadro 23. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.

ARTÍCULO - REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 13.	En observancia de lo que señala este artículo, se deberán llevar a cabo las acciones necesarias para prevenir, reducir al mínimo

ARTÍCULO - REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: 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 aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera que se generen por efecto de la ejecución del Proyecto. En este sentido, y toda vez que el desarrollo del Proyecto implica el uso de maquinaria y vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se contempla realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que éstos operen en óptimas condiciones, maximizando su eficiencia y reduciendo al mínimo la generación de contaminantes. En el caso de los vehículos, que se utilicen durante el Proyecto, el mantenimiento mecánico preventivo y en su caso correctico, garantizará que estos cumplan con los límites establecidos en las NOM que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050-SEMARNAT-2018), dicho mantenimiento será responsabilidad del contratista. Por otro lado, es importante mencionar que, el Proyecto no pretende la instalación ni operación de alguna fuente fija de emisión de contaminantes de la atmósfera.
Artículo 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas 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. En relación con las partículas sólidas, cabe señalar que se colocarán señalamientos a los costados de la brecha de mantenimiento que indiquen el límite máximo de velocidad permitida, el cual será de 30 km/h, de esta manera se evitará el levantamiento de partículas (polvos) debido al tránsito de los vehículos de obra. Asimismo, el material edáfico producto de las actividades de despalme deberá ser humedecido con agua tratada para evitar la propagación de partículas suspendidas durante su traslado, además los camiones serán cubiertos con lonas para el mismo fin.

III.5.4 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

En el *Cuadro 24* se muestran las disposiciones legales vinculantes al desarrollo del Proyecto.

Cuadro 24. Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto.

ARTÍCULO - LGPGIR	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de estos y fijen los límites de concentración de las sustancias	Los residuos peligrosos que se generen durante las distintas fases del Proyecto se deberán identificar y clasificar de acuerdo con lo establecido por este artículo. En específico se observará lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos como peligrosos.

ARTÍCULO - LGPGIR	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	
Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	En observancia de lo que señala este Artículo, se prevé llevar a cabo la separación de los residuos sólidos urbanos en contenedores debidamente rotulados, los cuales serán manejados por una empresa especializada para su disposición final en un sitio autorizado.
Artículo 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.	Se observará lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para determinar la clasificación de los residuos como peligrosos. La generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes.
Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	
Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	El manejo de los residuos que resulten clasificados como peligrosos se hará conforme a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y las NOM. La generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes.
Artículo 42. 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. 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. 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.	Con respecto a la generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes.
Artículo 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades	Se notificará a la Secretaría o a las autoridades estatales correspondientes la generación de residuos

ARTÍCULO - LGPGIR	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	peligrosos puesto que el proyecto se encuentra dentro de la clasificación de micro generador.
Artículos 44. Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	De acuerdo con las características del Proyecto, se podrán generar residuos considerados como peligrosos, en el rango de volumen que corresponde a un micro generador (entre 1 y 400 kg anuales). En este sentido, se deberá atender a las obligaciones que a esta clasificación corresponden.
Artículos 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. 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.	Para la identificación, clasificación y manejo de los residuos peligrosos que se generen durante la ejecución del Proyecto, se observará lo que establecen estos artículos. Asimismo, al término de la actividad generadora de residuos peligrosos, se deberá dejar libres de residuos peligrosos y contaminación aquellas instalaciones en donde se hubieren generado y almacenado temporalmente dichos residuos. El Proyecto contemplará contar con un responsable para el manejo de los residuos generados, quien será el encargado de capacitar a todo el personal que labore durante el desarrollo del Proyecto sobre el tema de manejo adecuado de los residuos peligrosos y no peligrosos que se generen. El responsable del manejo de residuos llevará una bitácora de registro con información del tipo de residuos generados, volumen, procedencia, fecha de ingreso a almacén y salida a su disposición final.
Artículo 48. Las personas consideradas como micro generadores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades 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. El control de los micro generadores 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.	En función de que la generación de residuos peligrosos durante el Proyecto se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes.
Artículo 54. 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.	En todo momento, el manejo de los residuos peligrosos generados deberá evitar su mezcla.
Artículo 55. 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. 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	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, dichos envases y embalajes deberán ser manejados y dispuestos como residuos peligrosos cuando ya no se utilicen.

ARTÍCULO - LGPGIR	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final. 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.	
Artículo 56. 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. 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 que establezca el Reglamento.	Los residuos peligrosos que se generen durante la ejecución del Proyecto serán resguardados en un almacén temporal que tendrá las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la LGPGIR, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Debido a que la generación de residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes. Asimismo, no deberá excederse el tiempo máximo de 6 meses que los residuos pueden permanecer en el almacén temporal, contados a partir de su generación.
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.	En relación con los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se atenderá a lo que dispone este artículo respecto a la atención de las disposiciones que al efecto dicten las autoridades tanto estatales como municipales. Resulta relevante mencionar que se contempla contar con un responsable para el manejo de los residuos generados, quien será el encargado de capacitar a todo el personal que labore durante el desarrollo del Proyecto sobre el tema de manejo adecuado de los residuos peligrosos y no peligrosos que se generen. El responsable del manejo de residuos llevará una bitácora de registro con información del tipo de residuos generados, volumen, procedencia, fecha de ingreso a almacén y salida a su disposición final.

III.5.4.1 REGLAMENTO DE LA LEY PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Este ordenamiento es reglamentario de la LGPGIR, siendo de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la SEMARNAT (*Cuadro 25*).

Cuadro 25. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

ARTÍCULO - REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 35. Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo con lo siguiente: I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: 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 especifica; 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 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 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 sean desechados. 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.	Los residuos peligrosos se identificarán y clasificarán en función de lo que determine el presente artículo.
Artículo 42. Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y III. Micro generador: 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. Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.	Toda vez que el volumen previsto de generación de residuos peligrosos es menor a los 400 kg anuales, el Proyecto se categoriza como micro generador, en función de lo que establece este artículo.
Artículo 68. 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: I. Los micro generadores 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. 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.	Cuando se dejen de generar residuos peligrosos se deberá presentar ante la Secretaría el aviso correspondiente.
Artículo 83.	Los residuos peligrosos que se generen serán almacenados

ARTÍCULO - REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de micro generadores se realizará de acuerdo con lo siguiente: I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; 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 III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la micro generación de residuos peligrosos.	temporalmente, se apegarán a los tiempos máximos y condiciones de almacenamiento que establece este artículo.
Artículo 84. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	El almacenamiento de residuos peligrosos de forma temporal no excederá el periodo de 6 meses.
Artículo 85. Los micro generadores que decidan transportar en sus propios vehículos los residuos peligrosos que generen a un centro de acopio autorizado, deberán identificar 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.	Como micro generador de residuos peligrosos se podrán transportan los residuos peligrosos en vehículos propios hacia un centro de acopio autorizado, debidamente envasados y etiquetados en recipientes seguros, sin exceder los 200 kilogramos por viaje.
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.	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. Una vez terminada su vida útil, dichos envases deberán ser manejados y dispuestos como residuos peligrosos.

III.5.5 LEY DE AGUAS NACIONALES

Esta ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales. Sus disposiciones son de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, así como de carácter de público e interés social. El objeto de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) 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 26*).

Cuadro 26. Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

ARTÍCULO – LEY DE AGUAS NACIONALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
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	En observancia de lo que establece este artículo, como medidas para prevenir la contaminación de algún escurrimiento superficial, o cuerpo de agua en la zona, se contemplan distintas acciones, entre las que se encuentra la colocación de contenedores con tapa en diversos lugares a lo largo del área del Proyecto, los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en las áreas de generación. Asimismo, se prevé llevar a cabo la capacitación del personal a pie de

ARTÍCULO – LEY DE AGUAS NACIONALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como que los desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	obra para que deposite en dichos contenedores los residuos sólidos urbanos que genere, y de esta manera se evite que por efecto de disolución o arrastre dichos residuos pudieran contaminar cualquier escurrimiento o cauce hidrológico en la zona. Es importante mencionar que, en función de las características, ubicación y alcances del Proyecto, no se prevén impactos en el medio marino. Asimismo, es importante señalar, que el Proyecto no pretende la descarga de aguas residuales. Aunado a lo anterior, durante la ejecución del Proyecto se instruirá al personal involucrado, para que observe una conducta de ahorro y uso eficiente del agua en los procesos en los que ésta sea necesaria.

III.5.6 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con 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 las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Asimismo, 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 (*Cuadro 27*).

Cuadro 27. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

ARTÍCULO - LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: 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; 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 XII. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales.	En observancia a lo que establece este artículo, y como medidas para prevenir y reducir al mínimo la emisión de contaminantes que provocan el cambio climático, así como los impactos adversos sobre el ambiente, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma las medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos al ambiente que se describen en el Capítulo VI de esta MIA-R, entre las que se encuentra la capacitación del personal involucrado en el Proyecto sobre el tema de cambio climático, con el objetivo de concientizar al personal acerca de la importancia de prevenir y reducir al mínimo la generación de gases de efecto invernadero, así como de reducir la generación de residuos y realizar un manejo responsable de los mismos. Debido a que el desarrollo del Proyecto implica el uso de 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 dichos cumplan con los límites establecidos en las NOM que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustible que utilicen (Gasolina- NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050-SEMARNAT-2018).

III.5.7 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Esta Ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional, sus disposiciones son de orden e interés público, así como de observancia general en todo el territorio nacional. El objeto de la LGDFS es regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México (LGDFS, 2018).

Cuadro 28. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

ARTÍCULO-LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 3. Son objetivos específicos de esta Ley: VII. Recuperar y desarrollar bosques en terrenos forestales degradados y terrenos preferentemente forestales, para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas, además de dinamizar el desarrollo rural;	En relación con lo que dispone este artículo, se tiene contemplada la ejecución de un programa de rescate y reubicación de flora.
Artículo 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 forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales; LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, 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.	Toda vez que, para la ejecución del Proyecto se requiera la remoción de vegetación en terrenos forestales, se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente Estudio Técnico Justificativo ante la autoridad competente para su evaluación.
Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.	Toda vez que el proyecto requiere la remoción de vegetación forestal se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente ETJ para su evaluación por parte de la autoridad competente.

III.5.7.1 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Este documento, tiene por objeto, reglamentar la LGDFS, en el ámbito de competencia federal, en relación con los instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y los recursos de este, así como su conservación, protección y restauración (Reglamento de la LGDFS, 2020) (*Cuadro 29*).

Cuadro 29. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

ARTÍCULO - REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente: I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante; II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo; III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo; IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.	Toda vez que el proyecto requiere la remoción de vegetación forestal se deberá presentar en tiempo y forma el correspondiente ETJ para su evaluación por parte de la autoridad competente.

III.5.8 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 con 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. A continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) (*Cuadro 30*).

Cuadro 30. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

ARTÍCULO - LGVS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
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.	En observancia de lo que establece este artículo, se prevé la capacitación del personal involucrado en la construcción del Proyecto para que conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, enfatizando que queda prohibida la caza, captura, comercialización y aprovechamiento de fauna

ARTÍCULO - LGVS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	silvestre existente en el Predio del Proyecto. Asimismo, se informará al personal acerca de las infracciones y sanciones a las que se hacen acreedores quienes realicen actos que causen la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en esta LGVS.
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.	Tomando en cuenta por un lado las condiciones actuales del ecosistema en el que incide el Proyecto, y por otro lado la ubicación, características y alcances de este, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos adversos al ambiente, que se encuentran descritas a detalle en el Capítulo VI de la presente MIA-R, la ejecución del Proyecto no representaría una amenaza para el equilibrio funcional del ecosistema en que se inserta, ni para la diversidad biológica que el mismo alberga; y por lo tanto no contraviene la política de conservación y protección de la vida silvestre y su hábitat. Cabe destacar que el Proyecto contempla la ejecución de distintas acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos adversos que se prevé sean generados por su ejecución, entre las que se encuentran acciones de rescate y reubicación de ejemplares de flora, acciones de rescate y reubicación de herpetofauna y roedores, búsqueda y reubicación de nidos de aves y acciones de ahuyentamiento de mamíferos.
Artículo 122. Son infracciones a lo establecido en esta Ley: 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. 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.	Se instruirá al todo el personal a pie de obra, para que conozca la responsabilidad y obligación de evitar en todo momento realizar actos u omisiones que resultasen en alguna de las infracciones establecidas por este artículo.

III.5.9 LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Publicada en el DOF el 24 de diciembre de 2015, tiene por objeto reglar el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.

La vinculación con el presente Proyecto deriva de la producción y abasto de energía a través de tecnologías limpias, siendo este el caso de la fotovoltaica (*Cuadro 31*).

Cuadro 31. Vinculación del Proyecto con la Ley de Transición Energética.

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 2.- El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para el combate al cambio climático.	En este sentido se considera que el Proyecto es congruente con los objetivos establecidos en la Ley, dado lo siguiente: • Favorece la seguridad energética del país, al diversificar las fuentes de energía para la generación eléctrica; • Se fomenta el desarrollo social de las comunidades donde se utilizan o se llevan a cabo los proyectos, impulsando el desarrollo regional, industrial y tecnológico, así como la creación de empleos.

ARTÍCULOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	• Disminución de impactos ambientales causados por el uso de combustibles de origen fósil. • Contribuye a la sustentabilidad ambiental mediante el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y tecnologías limpias; • Favorece la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en la generación de electricidad, mediante el uso de energías renovables, combatiendo el cambio climático.

III.5.10 LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

La presente Ley es reglamentaria de los artículos 25, párrafo cuarto, 27 párrafo sexto y 28 párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica. Las disposiciones de esta Ley son de interés social y orden público. Esta Ley tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes.

La industria eléctrica comprende las actividades de **generación**, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.

La planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, son áreas estratégicas. En estas materias el Estado mantendrá su titularidad, sin perjuicio de que pueda celebrar contratos con particulares en los términos de la presente Ley. El suministro básico es una actividad prioritaria para el desarrollo nacional.

En el *Cuadro 32* se muestra un resumen de las disposiciones legales contenidas en la Ley de la industria eléctrica y su vinculación con el Proyecto.

Cuadro 32. Disposiciones reglamentarias de la Ley de la Industria Eléctrica y su vinculación con el Proyecto.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 6.- El Estado establecerá y ejecutará la política, regulación y vigilancia de la industria eléctrica a través de la Secretaría y la CRE, en el ámbito de sus respectivas competencias, teniendo como objetivos los siguientes: II. Promover que las actividades de la industria eléctrica se realicen bajo criterios de sustentabilidad; III. Impulsar la inversión y la competencia, donde ésta sea factible, en la industria eléctrica; V. Fomentar la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, así como la seguridad energética nacional;	El Proyecto, no contraviene a las disposiciones contenidas en la presente Ley ya que, al tratarse de un desarrollo de generación de energía mediante el uso de fuentes renovables, se promueve el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y se garantiza su operación continua al emplear el recurso radiación solar en la generación de energías más limpia y baja en contaminantes. Por otro lado, con su ejecución se contribuye al desarrollo de una de las áreas estratégicas para el desarrollo del país, al permitir la
Artículo 73.- La contraprestación, los términos y las condiciones para el uso, goce o afectación de los terrenos, bienes o derechos necesarios para realizar las actividades a que se refiere el artículo 71 de esta Ley, serán negociados y acordados entre los propietarios o titulares de	

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
dichos terrenos, bienes o derechos, incluyendo derechos reales, ejidales o comunales, y los interesados en realizar dichas actividades. Tratándose de propiedad privada, además podrá convenirse la adquisición.	participación de los particulares en términos de ley para la generación de energía eléctrica. Asimismo, se impulsa a la inversión privada y contribuye a la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica.
Artículo 74.- La negociación y acuerdo a que se refiere el artículo anterior deberá realizarse de manera transparente y sujetarse a las siguientes bases y a lo señalado en las disposiciones que emanen de esta Ley: V. La forma o modalidad de uso, goce, afectación o, en su caso, adquisición que se pacte deberá ser idónea para el desarrollo del proyecto en cuestión, según sus características. Al efecto, podrán emplearse las figuras de arrendamiento, servidumbre voluntaria, ocupación superficial, ocupación temporal, compraventa, permuta y cualquier otra que no contravenga la ley;	
Artículo 120.- Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica deberán presentar a la Secretaría una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación correspondientes. La Secretaría emitirá el resolutivo y recomendaciones que correspondan, en los términos que señalen los reglamentos de esta Ley.	Para dar cumplimiento a lo ordenado en el presente artículo, antes de iniciar actividades para el proyecto, el Promovente presentará ante la autoridad competente la evaluación de impacto social referida.

III.5.12 LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SU REGLAMENTO

Esta Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la presentación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

En su artículo 2°, señala que el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. En el *Cuadro 33* se muestra un resumen de las disposiciones legales contenidas en la presente Ley vinculantes con el Proyecto.

Cuadro 33. Disposiciones reglamentarias vinculantes al Proyecto.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 1 Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional e instrumentos para el financiamiento de la transición energética.	Si bien dichos lineamientos son de atribución del Estado, el Proyecto coadyuvará a conseguir una mayor utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, promover la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de México de los hidrocarburos como fuente primaria de energía, toda vez que el Proyecto considera la generación de
Artículo 2 El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el	

ARTÍCULO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.	energía eléctrica a través de fuentes renovables. El Proyecto, es acorde con las disposiciones contenidas en la presente Ley, al tratarse un proyecto infraestructura eléctrica que tiene como objeto generar energía eléctrica, mediante el uso de tecnologías limpias y mediante el aprovechamiento de fuentes renovables de energía cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza como es el caso de la radiación solar. Asimismo, de esta manera se promueve el desarrollo social en la comunidad, atendiendo en todo momento a la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios. La Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento a la Transición Energética (LAERFTE), establece como meta, una reducción significativa en la generación a partir de combustibles fósiles; pasando de 65% en 2024, a 60% en 2035, hasta llegar a 50% en 2050. Lo cual sugiere una importante participación de las energías renovables en nuestro país.
Artículo 3 Señala como fuentes de energías renovables, aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneren naturalmente, y que se encuentren disponibles de forma continua o periódica entre las cuales contempla: a) El viento.	
Artículo 21 Estipula que los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con capacidad mayor a 2.5 MW, deberán: I. Asegurar la participación de las comunidades locales y regionales y, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios ocupados por el proyecto de energía renovable. II. Según se convenga en el contrato respectivo, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios o terrenos ocupados por el proyecto de energía renovable; la periodicidad de los pagos podrá ser convenida con los interesados, pero en ningún caso será inferior a dos veces por año; III. Promover el desarrollo social en la comunidad, en la que se ejecuten los proyectos de generación con energías renovables, conforme a las mejores prácticas internacionales y atender a la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios.	

III.5.13 LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES

III.5.13.1 LEY AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

Esta Ley, tiene por objetivo proteger el ambiente, conservar el patrimonio natural, propiciar el desarrollo sustentable del Estado y establecer las bases para ejercer las atribuciones que en materia ambiental correspondan al Estado y sus municipios, de conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en los demás ordenamientos jurídicos aplicables en la materia. Este documento fue publicado en la Sección Cuarta del Periódico Oficial del Estado de Michoacán, el 12 de marzo de 2013. En el *Cuadro 34* se vinculan con el Proyecto aquellos artículos aplicables al mismo.

Cuadro 34. Vinculación del Proyecto con la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Michoacán de Ocampo.

ARTÍCULO – LEY AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 29. En la elaboración de los ordenamientos ecológicos territoriales estatal, regionales y locales, deberán considerarse los siguientes criterios: I. La caracterización de los diversos aspectos biofísicos, sociales y productivos del área a ordenar; II. La participación social para la toma de acuerdos en la ocupación y el uso del territorio; y,	En atención a lo que establecen estos artículos, se presenta esta MIA-R ante la SEMARNAT para su evaluación, destacando que en este Capítulo III de asocia a los ordenamientos ecológicos correspondientes. Por su parte el

ARTÍCULO – LEY AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
III. La aptitud de cada zona o región, en función de los recursos naturales, el patrimonio natural, la distribución de la población y las actividades económicas actuales y potenciales.	promovente del Proyecto se compromete a esperar las autorizaciones de construcción emitidas por las autoridades correspondientes.
Artículo 36. La realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar daños al ambiente, daños a la salud pública o rebasar los límites y condiciones establecidos en la normatividad vigente, deberán sujetarse a la autorización otorgada por la Secretaría previa evaluación de impacto y riesgo ambiental. La Procuraduría supervisará el cumplimiento de la autorización que emita la Secretaría en función de la evaluación de impacto y riesgo ambiental.	
Artículo 38. Para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental, los interesados deberán presentar ante la Secretaría, un estudio técnico que, atendiendo a las características de las obras y actividades a evaluar, podrá presentarse en las siguientes modalidades: I. Manifestación de Impacto Ambiental Regional; y, II. Manifestación de Impacto Ambiental Particular. El contenido y alcance de estas modalidades será establecido en el Reglamento de la presente Ley, así como las obras y actividades que no requieran presentar manifestación de impacto ambiental, en cuyo caso deberá presentarse un informe preventivo. La Secretaría emitirá las guías metodológicas para la elaboración de los estudios técnicos a que se refiere el primer párrafo de este artículo, según el sector de inversión de que se trate, conforme a lo que el Reglamento establezca.	
Artículo 58. La Procuraduría promoverá procesos voluntarios de autorregulación ambiental, a través de los cuales mejoren su desempeño ambiental, respetando la legislación y normatividad vigente en la materia y se comprometan a cumplir o superar mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental, obteniendo con ello la calidad de empresa limpia o no contaminante.	En observancia de lo que establece este artículo, y para reducir al mínimo las afectaciones a los ecosistemas, así como a las especies que habitan en la zona, se contempla la ejecución de distintas acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos negativos que se prevé sean generados por la ejecución del Proyecto, entre las que se encuentran acciones para prevenir y reducir al mínimo los impactos negativos sobre el ambiente y la biodiversidad que se prevé sean generados por el Proyecto se pueden consultar a detalle en el capítulo VI y anexos de esta MIA-R.
Artículo 133. La Secretaría celebrará acuerdos y convenios con las dependencias federales competentes, para el establecimiento de programas que propicien el ahorro de energía y su utilización eficiente, así como para el fomento del uso de fuentes alternativas de energía menos contaminantes. La Secretaría, en coordinación con los municipios, promoverá entre la población el uso de fuentes generadoras de energía alternativas, fomentando la utilización de todas aquellas que representen un menor impacto al ambiente, tales como la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica y la generada por la combustión o digestión de materia orgánica.	Partiendo de la naturaleza del Proyecto, este por sí mismo atiende a los criterios establecidos en el artículo.
Artículo 189. Cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico, riesgo ambiental, actividades riesgosas, daño o deterioro grave a los recursos naturales o casos de contaminación ostensible o con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes o para la salud de los seres vivos, así como obras o actividades en proceso que no cuenten con las autorizaciones, permisos, registros o licencias previstos en este ordenamiento, la Procuraduría o el Ayuntamiento correspondiente, en	En atención a lo que establece este artículo, se presenta esta MIA-R, misma en que se presentan propuestas de mitigación y compensación a dichos desequilibrios ecológicos e incumplimiento de disposiciones aplicables; quedando dicho manifiesto a la espera de autorización.

ARTÍCULO – LEY AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
el ámbito de su competencia, fundada y motivadamente podrán ordenar alguna o algunas de las siguientes medidas de seguridad: I. La suspensión temporal, parcial o total de obras o actividades; II. La clausura temporal, parcial o total de las fuentes contaminantes, así como de las instalaciones en las que se manejen o almacenen especímenes, productos…	
Artículo 118. Se prohíbe emitir contaminantes a la atmósfera, así como rebasar los niveles máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas y en las normas ambientales estatales. Los responsables de emisiones provenientes de fuentes fijas también deberán cumplir con lo dispuesto en la presente Ley y su Reglamento.	Debido al uso de maquinaria y vehículos automotores durante las etapas de construcción y desarrollo del Proyecto; se mantendrá un estricto control bajo el uso de la verificación vehicular, además de mantener el constante mantenimiento de la herramienta y maquinaria de manera periódica, así como la regulación de estos dentro de los límites máximos permisibles.

III.5.13.2 LEY AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

Este documento tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado y saludable, al propiciar el desarrollo sustentable; así como prevenir y remediar la contaminación de sitios con residuos urbanos y de manejo especial, a través de la prevención, generación, valorización y gestión integral de dichos residuos. Esta Ley fue publicada en la Tercera Sección del Periódico Oficial del Estado de Michoacán, el 15 de septiembre de 2010. En el *Cuadro 35* se vinculan con el Proyecto aquellos artículos aplicables al mismo.

Cuadro 35. Vinculación del Proyecto con la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo.

ARTÍCULO - LEY PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ARTÍCULO 32. Queda prohibido por cualquier motivo: I. Arrojar o abandonar en la vía pública, áreas comunes, parques, barrancas y en general en sitios no autorizados, residuos de cualquier especie; II. Quemar a cielo abierto o en lugares no autorizados, cualquier tipo de residuos; III. Arrojar o abandonar en lotes baldíos a cielo abierto o en cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, sistemas de drenaje, alcantarillado o en fuentes públicas, residuos de cualquier especie.	Para prevenir la contaminación del suelo, los residuos sólidos urbanos que se generen durante las distintas etapas del Proyecto se depositarán en contenedores con tapa, y rotulados de acuerdo con el tipo de residuo que contengan; los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en los espacios de desarrollo del Proyecto. Dichos contenedores serán posteriormente manejados por una empresa especializada para su disposición final en un sitio que señale la autoridad competente. Se procurará que los residuos susceptibles para reutilizarse tales como: madera, papel, vidrio, metales y plásticos, se separen para poder ser enviados a empresas que los aprovechen o depositarse donde la autoridad municipal lo autorice. Respecto a los residuos peligrosos que se generen durante la ejecución del Proyecto, estos serán resguardados en un almacén temporal que tendrá las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la LGPGIR, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Debido a que la generación de
ARTÍCULO 50. Las personas físicas o morales que generen residuos urbanos o de manejo especial, tienen responsabilidad del residuo en todo su ciclo de vida, incluso durante su manejo, recolección, acopio, transporte, reciclado, tratamiento o disposición final, de conformidad con lo establecido en esta Ley y demás ordenamientos aplicables.	

ARTÍCULO - LEY PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ARTÍCULO 61. La transportación de residuos urbanos se realizará con la autorización de las autoridades municipales; en el caso de los residuos de manejo especial competerá a las autoridades estatales. En caso de residuos incorporados a un plan de manejo registrado, se entenderá su transportación autorizada cuando se realice de conformidad con lo que señala dicho plan.	residuos peligrosos se estima será por debajo de los 400 kg anuales, y considerando lo que establece el artículo 42, fracción III del Reglamento de la LGPGIR, el Proyecto se categoriza como micro generador. Por consiguiente, de acuerdo con el artículo 85, último párrafo del referido reglamento, el promovente podrá transportar los residuos peligrosos que genera, debidamente embalados, al centro de acopio autorizado. Asimismo, se deberá dar el aviso respectivamente ante las autoridades competentes. Respecto a los residuos de manejo especial, quedará prohibida la disposición de este tipo de residuos sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico superficial. Los residuos de manejo especial que se generen y que no puedan ser reutilizados en el Proyecto, deberán ser debidamente transportados a un sitio de disposición autorizado. La totalidad de las medidas para prevenir y reducir la generación de residuos, así como para su control y manejo adecuado, se pueden consultar a detalle en el capítulo VI de la presente MIA-R. Por su parte, el promovente del Proyecto se comprometerá a realizar el transporte de los residuos de acuerdo a lo establecido en el Artículo 50, además de dar reporte a las autoridades correspondientes del manejo y gestión de los residuos generados en cada una de las etapas del Proyecto.
ARTÍCULO 92. Se establece la responsabilidad solidaria entre los generadores de residuos y operadores de instalaciones, por los daños y perjuicios que ocasione a los recursos naturales, a los ecosistemas y a la salud y calidad de vida.	

III.5.13.3 LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO

Este documento tiene por objeto establecer disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico. Esta Ley fue publicada en la Séptima Sección del Periódico Oficial del Estado de Michoacán, el 21 de enero de 2014. En el *Cuadro 36* se vinculan con el Proyecto aquellos artículos aplicables al mismo.

Cuadro 36. Vinculación del Proyecto con la Ley de Cambio Climático del Estado de Michoacán de Ocampo.

ARTÍCULO – LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 69. Las personas físicas o morales que lleven a cabo proyectos o actividades que tengan como resultado la mitigación o reducción de emisiones, podrán inscribir dicha información en el Registro, conforme a las disposiciones reglamentarias que al efecto se expidan.	El Proyecto cumple con lo estipulado en este artículo, puesto que el proyecto contemplará la reducción de emisiones contaminantes. Aunado a esto, se generará energía eléctrica mediante el uso de la radiación solar, reduciendo la emisión de contaminantes como los GEI, y comprometiéndose el promovente a hacer de su Proyecto uno ambientalmente responsable.

III.5.13.4 LEY PARA LA PROTECCIÓN Y PRESERVACIÓN DEL AMBIENTE DEL ESTADO DE GUANAJUATO

Esta Ley se publicó el 08 de febrero de 2000 (reformada en noviembre de 2021), en la Segunda Parte del Periódico Oficial del Estado de Guanajuato, y tiene por objetivo propiciar el desarrollo sustentable, la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como regular las acciones tendientes a

proteger el ambiente en el Estado de Guanajuato. El Proyecto se vincula con esta Ley directamente con los artículos que a continuación se citan:

> *Artículo 27. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual se establecen las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades públicas o privadas 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.* ***Requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades:***
>
> ***IV.- Las de carácter público o privado destinadas a la prestación de un servicio público de competencia estatal o municipal, que por sus características y objeto impliquen riesgo al ambiente;***
>
> *Artículo 30. Antes de iniciar la ejecución de los proyectos, quienes pretendan realizar cualquiera de las obras o actividades enumeradas en el artículo 27 deberán solicitar la autorización de impacto ambiental, acompañando a su escrito la información que señale el reglamento de esta Ley.*
>
> *Artículo 31.- Presentada la solicitud a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial en un plazo de diez días hábiles, resolverá si los interesados someterán al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la obra o actividad que corresponda, o en su caso, si el mismo no es necesario. Transcurrido el plazo señalado, sin que la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial emita la comunicación correspondiente, se entenderá que no es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental.*

Reconociendo lo estipulado en tal Ley, y sin dejar de lado todo lo que en ella se plantea, es de hacerse hincapié en los citados artículos, siendo esencial la realización de la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, para lo cual se presenta justamente el presente documento ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Lo anterior ha de considerarse y hacerse en las etapas previas a la preparación, construcción y operación del proyecto.

III.5.13.5 LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ESTADO DE GUANAJUATO Y SUS MUNICIPIOS

La Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios, con reforma del 21 de septiembre de 2018 fue publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato y tiene por objetivo establecer las normas, principios y bases para: la determinación de las autoridades competentes para la aplicación de la presente Ley, el proceso de formulación, conducción y evaluación de la política estatal en materia de cambio climático; la integración y actualización de información que

sustente las decisiones en materia de mitigación y adaptación al cambio climático; la participación corresponsable de la sociedad en las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático; el fomento a la investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático; el fortalecimiento de las capacidades institucionales y sectoriales para enfrentar el cambio climático; y el establecimiento y aplicación de instrumentos económicos que impulsen la aplicación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

La ley establece mediante sus artículos 44 y 55.- lo siguiente:

> *Artículo 44. El Estado y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán prever acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Estatal, el Programa Estatal y los programas en las siguientes materias:* ***V. Energía, industria y servicios****.*
>
> *Artículo 51. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal y municipales, en el ámbito de sus competencias, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:*
>
> *I. Reducción de emisiones en el uso de energía:*
>
> *a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el* ***uso de fuentes renovables de energía****; así como la transferencia de tecnología de bajas emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Fomento del Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía y Sustentabilidad Energética para el Estado y los Municipios de Guanajuato.*

El Proyecto es una obra de la industria eléctrica/energética y, por lo tanto, el proyecto se encuentra regulado por dicha Ley a nivel Estado; al ser una central fotovoltaica una de las mejores opciones en lo que a producción eléctrica renovable refiere y, por ende, es un reductor de emisiones. Partiendo de lo anteriormente expuesto, para ejecutar las actividades relacionadas con el Proyecto se requiere seguir y acoplar el Proyecto a la Estrategia y el Programa Estatal de Cambio Climático.

III.5.13.6 LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DEL ESTADO Y LOS MUNICIPIOS DE GUANAJUATO

La Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable por medio de la regulación, de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como la prevención de la contaminación y la remediación de suelos contaminados con residuos.

Este documento establece mediante sus Títulos Cuarto, Quinto, Sexto y Séptimo (principalmente), lo referente a la clasificación y manejo integral de los residuos, obligaciones para con el manejo de estos,

su valorización, la prevención, control y remediación del suelo, y las medidas de seguridad, sanciones y reparación del daño, entre otros puntos. Este proyecto converge con la presente Ley, cuya última reforma se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato el 21 de septiembre de 2018, debido a la obligación para con el Estado de cumplir con cada una de las medidas dispuestas en esta Ley y del Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como con la mitigación de la contaminación del predio y, en caso de ser requerido, la remediación de este.

III.5.14 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA EN MATERIA AMBIENTAL

III.5.14.1 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" (Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, 1993).

En función de las características y alcances del Proyecto, éste presenta vinculación con los siguientes incisos de los artículos 1 y 2 del Acuerdo arriba citado.

Artículo 1. Objetivos:

e) Alentar la protección y el mejoramiento del medio ambiente en territorio de las Partes, para el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

f) Mejorar la observancia y la aplicación de las leyes y reglamentos ambientales.

g) Promover políticas y prácticas para prevenir la contaminación.

Artículo 2. Compromisos Generales:

5. *Con relación a su territorio, cada una de las Partes:*

h) *Evaluará los impactos ambientales, cuando proceda.*

Vinculación con el Proyecto: En observancia de lo estipulado en los artículos arriba citados del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, y en observancia de lo que dispone la legislación ambiental mexicana, se presenta en tiempo y forma esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, (MIA-R) SIN actividad altamente riesgosa, para su correspondiente evaluación por parte de la autoridad competente. Como parte de la MIA-R se proponen medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos adversos al ambiente que se prevé sean generados por el Proyecto que se somete a evaluación. En caso de que el Proyecto sea autorizado en materia de impacto ambiental, se deberán llevar a cabo en tiempo y forma la totalidad de las medidas

de mitigación y compensación de los impactos ambientales propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA-R, para cumplir con el compromiso de protección al ambiente adquirido por México mediante el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.

III.5.14.2 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024

De acuerdo con lo dispuesto por el artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es obligación del Estado organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y democratización política, social y cultural de la nación. En este sentido, el artículo 21 de la Ley de Planeación, señala que el Plan Nacional de Desarrollo (PND), entre otras cosas: "*precisará los objetivos nacionales, la estrategia y las prioridades del desarrollo integral, equitativo, incluyente, sustentable y sostenible del país, contendrá previsiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines; determinará los instrumentos y responsables de su ejecución, establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional; sus previsiones se referirán al conjunto de la actividad económica, social, ambiental y cultural, y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática*" (Ley de Planeación, 1983).

Por su parte, el artículo 21 Bis de la citada Ley, menciona que el PND *"considerará una visión de largo plazo de la política nacional de fomento económico, a fin de impulsar como elementos permanentes del desarrollo nacional y el crecimiento económico elevado, sostenido y sustentable, la promoción permanente del incremento continuo de la productividad y la competitividad, y la implementación de una política nacional de fomento económico, que incluya vertientes sectoriales y regionales"* (Ley de Planeación, 1983).

El Plan Nacional de Desarrollo vigente se estructura sobre **3 Ejes Generales**: **1.** Justicia y Estado de Derecho, **2.** Bienestar, y **3.** Desarrollo Económico. Asimismo, el PND plantea un objetivo para cada eje general, a su vez, cada eje general se conforma por un número de objetivos que corresponden a los resultados esperados, factibles y medibles que se esperan al implementar las políticas públicas propuestas. Estos objetivos atienden a los principales problemas públicos identificados en cada eje general. De igual forma, se plantean las estrategias de cada objetivo, que corresponden a los medios que son el instrumento que articula de manera lógica y consistente cada conjunto de líneas de acción que serán implementadas por las diferentes dependencias de la Administración Pública Federal (APF) en sus programas derivados. Adicionalmente, el PND contiene los siguientes **3 Ejes Transversales**: **1.** Igualdad de Género, no discriminación e inclusión, **2.** Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública, y **3.** Territorio y desarrollo sostenible, (PND 2019-2024).

En relación con el Proyecto, es importante mencionar que el PND 2019-2024 señala en el punto I.2 "Reconstrucción del país", dentro de la sección de "Introducción", lo siguiente:

"En conjunto con la inversión privada nacional y extranjera, un gobierno austero que combata frontalmente la corrupción reoriente el gasto público a sus usos más productivos económicos y sociales, podrá **impulsar Proyectos de inversión, principalmente en infraestructura, para propiciar un mayor desarrollo económico**, poniendo especial énfasis en las regiones hasta ahora rezagadas. De igual forma, es**tos Proyectos de inversión facilitarán la provisión estable de energía a precios competitivos**, otro requisito indispensable para promover el desarrollo nacional equilibrado [...] Asimismo, en este desarrollo se apuesta por la sostenibilidad económica, social y medioambiental de los Proyectos, por el impulso de tecnologías limpias y por el uso de energías renovables, lo que permitirá un desarrollo económico sostenible y duradero no solo para las generaciones presentes sino para las futuras" (Plan Nacional de Desarrollo, 2019: 17).

A continuación (*Cuadro 37*), se presenta la vinculación del Proyecto con los ejes, objetivos y estrategias del PND 2019-2024.

Cuadro 37. Vinculación del Proyecto con los ejes, objetivos y estrategias del PND 2019-2024.

EJE- PND 2019-2024	OBJETIVO	ESTRATEGIA
Eje General 2: Bienestar Objetivo: Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios.	2.5 Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.	2.5.1 Conservar y proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales.
Eje General 3. Desarrollo Económico Objetivo: Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio. Garantizar el abasto nacional de energéticos y alimentos contribuye al desarrollo sostenido, pues asegura la alimentación de la población y la disponibilidad de insumos de producción de buena calidad y a precios competitivos. Al fortalecer el sector energético, el país aprovechará su riqueza natural de hidrocarburos y sus ventajas para la producción de energía eléctrica con fuentes renovables.	3.3 Promover la innovación, la competencia, la integración en las cadenas de valor y la generación de un mayor valor agregado en todos los sectores productivos bajo un enfoque de sostenibilidad.	3.3.5 Promover el comercio nacional e internacional y la diversificación de productos, servicios y destinos de exportación e importación.

Vinculación con el Proyecto: En relación con la estrategia **2.5.1**, para reducir al mínimo los impactos adversos sobre los ecosistemas, así como a las poblaciones de especies que habitan en la zona, se contempla la ejecución de distintas acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de estos impactos, entre las que se encuentra la ejecución de un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, así como un programa de rescate y reubicación de flora y la capacitación y concientización ambiental del personal involucrado en el Proyecto para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando cualquier acto que pudiera dañarla, perturbarla o destruirla;

enfatizando que queda prohibida la caza, captura, comercialización y aprovechamiento de la fauna silvestre existente en el Predio del Proyecto. Asimismo, se informará al personal de las infracciones y sanciones a las que se hacen acreedores quienes realicen actos que causen destrucción o daño a la vida silvestre o a su hábitat en contravención de lo que establece la Ley General de Vida Silvestre.

En función de la ubicación, características y alcances del Proyecto, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos adversos al ambiente, las cuales se pueden consultar a detalle en el Capítulo VI de la presente MIA-R, se considera que el Proyecto no representa una amenaza para el equilibrio funcional de los ecosistemas en la zona, ni para la diversidad biológica que estos albergan.

Por otro lado, el Proyecto se vincula de manera positiva con la estrategia **3.3.5** toda vez que la construcción del Proyecto contribuiría al desarrollo económico del país, a fortalecer al sector energético y a promover el comercio nacional e internacional. Por otro lado, se prevé que el Proyecto genere una derrama económica significativa en el estado de Michoacán, ya que se buscará que el mayor porcentaje posible de bienes, servicios y mano de obra se contrate en dicho estado.

III.5.14.3 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2020-2024

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT) se inspira y tiene como base el principio de impulso al desarrollo sostenible establecido en el PND, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población. Los objetivos prioritarios del PROMARNAT 2020-2024 son:

1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.
2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.
3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.
4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.
5. Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la

justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.

A continuación (*Cuadro 38*), se presentan los objetivos, estrategias y acciones del PROMARNAT 2020-2024 que se encontraron vinculantes con el Proyecto.

Cuadro 38. Objetivos, Estrategias y Acciones puntuales del PROMARNAT 2020-2024 que se vinculan con el Proyecto.

OBJETIVO PRIORITARIO	ESTRATEGIA PRIORITARIA	ACCIÓN PUNTUAL
1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.	1.1. Fomentar la conservación, protección y monitoreo de ecosistemas, agroecosistemas y su biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales, considerando instrumentos normativos, usos, costumbres, tradiciones y cosmovisiones de pueblos indígenas, afromexicanos y comunidades locales.	1.1.4. Regular las actividades productivas y fortalecer la coordinación del manejo del fuego, de la detección y control de plagas y especies exóticas invasoras, a fin de mantener la integridad de los ecosistemas y los servicios ambientales.
5. Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.	5.4. Fortalecer la cultura y educación ambiental, que considere un enfoque de derechos humanos, de igualdad de género e interculturalidad, para la formación de una ciudadanía crítica que participe de forma corresponsable en la transformación hacia la sustentabilidad.	5.4.3. Contribuir a la formación de una ciudadanía ambiental crítica, informada y propositiva que participe en el ciclo de la política pública que incide en la sustentabilidad y en la reducción de desigualdades a través de la promoción de la cultura y educación ambiental con un enfoque de derechos.

Vinculación con el Proyecto: En relación con la acción puntual **1.1.4** es importante mencionar que el Proyecto no pretende la introducción de alguna especie exótica y que el uso del fuego quedará prohibido en las actividades de despalme, desmonte y mantenimiento de la brecha de maniobra y patrullaje. Asimismo, quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de material sin importar su naturaleza (orgánica o inorgánica), así como hacer fogatas dentro del Predio del Proyecto. Por otro lado, para reducir al mínimo las afectaciones a los ecosistemas, así como a las especies que habitan en la zona, se contempla la ejecución de distintas acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos adversos que se prevé sean generados por la ejecución del Proyecto, entre las que se encuentra la ejecución de acciones de rescate y reubicación de flora silvestre, rescate y reubicación de fauna.

En relación con la acción puntual **5.4.3**, se prevé capacitar al personal involucrado en la construcción del Proyecto para que conozca la importancia y responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, enfatizando que queda prohibida la caza, captura, comercialización, aprovechamiento o perturbación de fauna silvestre existente en el Predio del Proyecto. Asimismo, se informará al personal acerca de las infracciones y sanciones a las que se hacen acreedores quienes realicen actos que causen la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre.

Aunado a lo anterior, se prevé la capacitación del personal involucrado en el Proyecto sobre el tema de Cambio Climático, con el objetivo de concientizar al personal acerca de la importancia de prevenir y reducir al mínimo la generación de gases de efecto invernadero, así como de reducir la generación de residuos y realizar un manejo responsable de los mismos.

En función tanto de las características, ubicación y alcances del Proyecto, así como del estado actual que guarda el ecosistema presente en su pretendida ubicación, se considera que su ejecución no representa una amenaza para la conservación de la diversidad biológica, y tampoco para el equilibrio funcional de los ecosistemas y la generación de servicios ambientales. Lo anterior resulta cierto siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos adversos al ambiente que se prevé sean generados por el Proyecto, las cuales se pueden consultar a detalle en el Capítulo VI y anexos de esta MIA-R.

III.5.14.4 ESTRATEGIA NACIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2020-2024

La Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT) es un instrumento del Sistema Nacional de Planeación Territorial, parte del Sistema Nacional de Planeación Democrática que se plantea como el instrumento rector que, bajo un enfoque sistémico, configura la dimensión espacial y territorial del desarrollo de México en un horizonte de largo plazo hacia el 2020-2040. La ENOT sienta las bases de la rectoría del Estado en la política nacional del ordenamiento territorial a través de más de 400 Lineamientos Regionales y 76 Lineamientos Generales agrupados en diez Objetivos Prioritarios y 3 Ejes Nacionales.

Para el logro de sus propósitos, la ENOT reconoce los derechos humanos consagrados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), tratados internacionales, principios enunciados en el artículo cuarto de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU); así como los señalados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2020-2024 (PNOTDU) vigentes. Con base en los retos señalados por la ENOT, así como en los aspectos que determinarán el futuro posible y deseable para el país, se establecen las metas que se deben alcanzar en 2040. Estas metas son una guía para dar seguimiento y cumplimiento a los Ejes Nacionales, Objetivos Prioritarios, Lineamientos Generales y Lineamientos Regionales de la ENOT.

A continuación (*Cuadro 39*), se presentan la meta ENOT que se vinculan con el proyecto.

Cuadro 39. Meta ENOT que se vincula con el proyecto.

META ENOT 2020-2024	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Meta 8. Economía incluyente. México mantendrá un crecimiento económico per cápita en 2040 de conformidad con las circunstancias nacionales y, en particular, un crecimiento del PIB de, al menos, 4% anual.	En función de las características, ubicación y alcances del Proyecto, este presenta una vinculación positiva con lo que señala la meta citada, dado que la derrama y desarrollo económico por generar, van más allá de las zonas circundantes al Proyecto, sino también contribuye al potencial energético del país, generando un flujo económico constante.

III.5.14.5 ESTRATEGIA NACIONAL SOBRE BIODIVERSIDAD DE MÉXICO Y PLAN DE ACCIÓN 2016-2030

La Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (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*" (ENBioMex, 2016).

La Visión de la ENBioMex, es la 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.

La ENBioMEx se integra por los siguientes **6 Ejes Estratégicos: I.** Conocimiento, **II.** Conservación y restauración, **III.** Uso y manejo sustentable, **IV.** Atención a los factores de presión, **V.** Educación, comunicación y cultura ambiental y **VI.** Integración y gobernanza. Dentro de estos ejes estratégicos se establecen 24 líneas de acción y más de 160 acciones. De manera transversal a los ejes estratégicos, se encuentra el eje Integración y gobernanza, el cual busca reforzar la instrumentación de las acciones, así como, fortalecer la coordinación entre actores y sectores, armonizar el marco jurídico y promover la integración y la cooperación.

A continuación, en el *Cuadro 40* se muestra la vinculación del Proyecto con la ENBioMex y su Plan de Acción 2016-2030.

Cuadro 40. Vinculación del Proyecto con la ENBioMex y Plan de Acción 2016-2030.

EJE ESTRATÉGICO	LÍNEA DE ACCIÓN	ACCIÓN
4. Atención a los factores de presión.	4.5 Prevención, control y reducción de la contaminación.	4.5.1. Promover la reducción de contaminantes que afectan a la biodiversidad, generados por actividades antropogénicas. 4.5.7. 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.
4. Atención a los factores de presión.	4.6 Reducción de la vulnerabilidad de la biodiversidad ante el cambio climático.	4.6.1 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.

Vinculación con el Proyecto: En relación con las acciones **4.5.1** y **4.5.7** citadas en el cuadro anterior, como medida para prevenir y reducir al mínimo la generación de contaminantes al aire, agua y suelo, así como para lograr un manejo y disposición adecuada de los residuos que se generen durante la

ejecución del Proyecto, se contempla llevar a cabo una serie de acciones, que se encuentran descritas a detalle en el Capítulo VI de esta MIA-R, entre las que se encuentra la colocación de contenedores con tapa, y rotulados de acuerdo con el tipo de residuo que contengan; los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en los frentes de trabajo. Los residuos depositados en dichos contenedores serán posteriormente manejados por una empresa especializada para su disposición final en un sitio que señale la autoridad competente. Aunado a lo anterior, se procurará que los residuos susceptibles para reutilizarse tales como: madera, papel, vidrio, metales y plásticos, se separen para poder ser enviados a empresas que los aprovechen o depositarse donde la autoridad municipal lo autorice. Asimismo, se instruirá al personal para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, y en cualquier sitio no autorizado, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar el suelo o algún escurrimiento superficial en la zona.

Por otro lado, toda vez que durante la ejecución del Proyecto se podrán generar estopas y trapos, así como recipientes o envases que hayan contenido materiales o líquidos que por sus características se clasifiquen como peligrosos, se prevé el resguardo de estos residuos en un almacén temporal que tendrá las características descritas en el artículo 83 del Reglamento de la LGPGIR, las cuales deberán ser suficientes para evitar la generación de lixiviados, infiltración al suelo, arrastre por agua de lluvia o viento, incendios, explosiones, acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Posteriormente dichos residuos serán llevados a un almacén temporal que se constituirá debidamente en el Proyecto, previo a su recolección por parte de una empresa autorizada por la Secretaría para tal efecto.

Aunado a lo anterior y toda vez que la ejecución del Proyecto implica el uso de vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se deberá realizar el mantenimiento mecánico preventivo y en su caso correctivo que resulte necesario, para que estos 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-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050-SEMARNAT-2018). Todo mantenimiento mecánico se deberá realizar en un taller expresamente dedicado a esa actividad, con el objetivo de evitar cualquier derrame de aceites o hidrocarburos en la zona del Proyecto, dicho mantenimiento será responsabilidad del contratista.

En relación con los residuos de manejo especial, quedará prohibida la disposición de este tipo de residuos sobre la vegetación o en lugares donde pudieran obstruir algún flujo hidrológico. Los residuos de manejo especial que se generen y que no puedan ser reutilizados en el Proyecto, deberán ser debidamente transportados a un sitio de disposición autorizado para tal efecto.

Resulta relevante mencionar que durante los trabajos del Proyecto se prevé contar con un responsable para el manejo de los residuos generados, quien será el encargado de capacitar a todo el personal sobre el tema de manejo adecuado de los residuos peligrosos y no peligrosos que se generen. El responsable

del manejo de residuos llevará una bitácora de registro con información del tipo de residuos generados, volumen, procedencia, fecha de ingreso a almacén y salida a su disposición final.

En relación con la acción **4.6.1**, con el objetivo de reducir al mínimo las afectaciones a los ecosistemas, así como a las especies que habitan en la zona; se contempla la ejecución de distintas acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos adversos que se prevé sean generados por la ejecución del Proyecto, mismos que se pueden consultar a detalle en el Capítulo VI y anexos de esta MIA-R. Entre dichas acciones se encuentra la ejecución de un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre y un programa de rescate y reubicación de flora, una búsqueda dirigida que consiste en explorar los microhábitats conocidos (levantando restos vegetales, rocas, troncos, etc.) abarcando todos los posibles sitios en los que puedan encontrarse individuos faunísticos.

Es importante mencionar que también se contempla la capacitación del 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, evitando cualquier acto que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla. En función de lo antes mencionado, se considera que siempre que se ejecuten en tiempo y forma la totalidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el Capítulo VI y anexos de esta MIA-R, los efectos adversos que se estima sean generados por la ejecución del Proyecto pueden ser prevenidos, mitigados o compensados; y de esta manera, la ejecución del Proyecto no representará una amenaza para la funcionalidad de los ecosistemas de la zona ni para la diversidad biológica que estos albergan.

III.5.14.6 ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con lo que señala el artículo 60 de la Ley General de Cambio Climático, la Estrategia Nacional de Cambio Climático, 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. La ENCC define los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir para orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al tiempo de fomentar la corresponsabilidad con los diferentes sectores de la sociedad. Es importante señalar que la misma ENCC señala que no es exhaustiva y no pretende definir acciones concretas de corto plazo ni con entidades responsables de su cumplimiento.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático se integra por tres grandes temas. Cada uno de los cuales contiene ejes estratégicos y líneas de acción mediante los cuales se definen los objetivos deseados. Así mismo, a cada uno de los 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.

Pilares de Política Nacional de cambio climático (6 pilares)

1. Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes.
2. Desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático.
3. Implementar una plataforma de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías climáticas y fortalecimiento de capacidades institucionales.
4. Promover el desarrollo de una cultura climática.
5. Instrumentar mecanismos de Medición, Reporte, Verificación y Monitoreo y Evaluación.
6. Fortalecer la cooperación estratégica y el liderazgo internacional.

Adaptación a los efectos del cambio climático (3 ejes estratégicos)

A1. Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático.

A2. Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.

A3. Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.

Desarrollo bajo en emisiones, (5 ejes estratégicos en materia de mitigación)

M1. Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia.

M2. Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable.

M3. Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono

M4. Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono.

M5. Reducir emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta y propiciar cobeneficios de salud y bienestar.

La ENCC también plantea una visión de México en 10, 20 y 40 años, la cual es la siguiente:

"México crece de manera sostenible con la promoción del manejo sustentable, eficiente y equitativo de sus recursos naturales, así como del uso de energías limpias y renovables que le permiten un desarrollo con bajas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. México es un país próspero,

competitivo, socialmente incluyente y con responsabilidad global que genera empleos suficientes y bien remunerados para toda su población, en particular para la más vulnerable. México es una nación con una economía verde, con ecosistemas y poblaciones resilientes al cambio climático y con ciudades sustentables" (ENCC 21).

Para lograr la visión planteada, la ENCC identifica los principales hitos que deberán lograrse en 7 rubros diferentes dentro de 10, 20 y 40 años: Sociedad/Población, Ecosistemas (Agua, Bosques y Biodiversidad), Energía, Emisiones, Sistemas Productivos, Sector Privado/ Industria, y Movilidad. A continuación, se presentan los hitos a 10, 20 y 40 años que se vinculan con el Proyecto (*Cuadro 41*).

Cuadro 41. Vinculación del Proyecto con la ENCC.

RUBRO	10 AÑOS	20 AÑOS	40 AÑOS
Sociedad/Población	La sociedad está involucrada y participa activamente en el tema del cambio climático.	La sociedad está comprometida con la tarea de reducir los efectos del cambio climático.	La sociedad se integra cultural y socialmente al combate al cambio climático.
Ecosistemas (Agua, Bosques y Biodiversidad)	Acciones de conservación y uso sustentable en los ecosistemas del país implementadas.	Los ecosistemas y las especies que los habitan son aprovechados y conservados de manera sustentable. El desarrollo económico y social del país es potenciado a través del mejoramiento del capital natural del país.	La conservación y el uso sustentable de los ecosistemas ayudan a la resiliencia de estos al cambio climático.
Emisiones	Reducción de 30% de emisiones respecto a línea base. México reduce sustancialmente las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta.	Se minimizan las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta.	Reducción del 50% de emisiones respecto a las emisiones del año 2000.

Vinculación de los Hitos a 10, 20 y 40 años de la ENCC con el Proyecto: En relación con el rubro de **Sociedad/Población**, se pretende la capacitación del personal involucrado en el Proyecto sobre el tema de cambio climático, con el objetivo de concientizar al personal acerca de la importancia de prevenir y reducir al mínimo la generación de gases de efecto invernadero, así como de reducir la generación de residuos y realizar un manejo responsable de los mismos.

Respecto al rubro de **Ecosistemas (agua, bosques y biodiversidad)**, el Proyecto plantea diversas acciones tanto preventivas como de mitigación y compensación con el objetivo de reducir al mínimo los impactos adversos sobre el ecosistema y la biodiversidad, que se prevé sean generados por la ejecución del Proyecto. Aunado a lo anterior, se contempla impartir una capacitación y concientización ambiental al personal involucrado en el Proyecto para que conozca la importancia y la responsabilidad de observar en todo momento una actitud de respeto y protección de la vida silvestre, evitando los actos que pudieran dañarla, perturbarla o destruirla, enfatizando que queda prohibida la caza, captura, daño, comercialización, aprovechamiento o perturbación de fauna silvestre existente en el Predio del Proyecto. Adicionalmente, se informará al personal de las infracciones y sanciones a las que se hacen

acreedores quienes realicen actos que causen la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat en contravención de lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

En relación con el rubro de **Emisiones**, y toda vez que la ejecución del Proyecto implica el uso de vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, se prevé realizar el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que los vehículos 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-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050 SEMARANT-2018). Por otro lado, con el propósito maximizar la eficiencia energética y reducir el consumo de combustibles, se deberá realizar el mantenimiento mecánico preventivo, y en su caso correctivo que sea necesario tanto a la maquinaria como a los equipos y vehículos utilizados para los fines del Proyecto, para que estos operen con la máxima eficiencia posible, dicho mantenimiento será responsabilidad del contratista.

A continuación (*Cuadro 42*), se presentan las líneas de acción derivadas de los pilares y ejes estratégicos de la ENCC, que se encontraron vinculantes con el Proyecto.

Cuadro 42. Ejes Estratégicos y Líneas de Acción de la ENCC que se vinculan con el Proyecto.

EJE ESTRATÉGICO	LÍNEA DE ACCIÓN
A3. (Adaptación) Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.	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. 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.
M1. (Mitigación) Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia.	M2.7: Reducir las emisiones mediante la modernización de la flota vehicular, y del retiro y la disposición final de las unidades poco eficientes.

Vinculación con el Proyecto: En relación con la línea de acción **A3.5**, es importante señalar que, en función de sus características, ubicación y alcances, el Proyecto no altera algún escurrimiento hidrológico. Por otro lado, para la prevención de la contaminación del suelo y los escurrimientos superficiales existentes en el área de influencia del Proyecto, se prevé la capacitación del personal para que evite en todo momento arrojar o depositar en el suelo, basura, materiales o desechos, que por efecto de disolución o arrastre pudieran contaminar el suelo u obstruir algún escurrimiento en la zona. En este sentido durante la ejecución del Proyecto se dispondrán contenedores con tapa para que el personal a pie de obra deposite toda basura y residuo sólido orgánico que genere; posteriormente, dichos residuos serán debidamente transportados al sitio más cercano, autorizado por el municipio, para su recolección por parte de los servicios de limpia. En función de la ubicación, características y alcances del Proyecto, así como de las características del ecosistema en donde incide su área de

influencia; se considera que su ejecución no generaría un impacto significativo en la conectividad ecohidrológica de la zona y no representaría una amenaza para el equilibrio funcional ni para la biodiversidad de los ecosistemas, así como tampoco para el mantenimiento de los servicios ambientales generados por dichos ecosistemas.

Por otro lado, en observancia de la línea de acción **A3.11**, se proponen acciones para reducir al mínimo las afectaciones a los ecosistemas, así como a las especies que habitan en la zona. En este sentido, se contempla la ejecución de distintas acciones y medidas tanto preventivas como de mitigación y compensación de los impactos adversos que se prevé sean generados por la ejecución del Proyecto.

Finalmente, en relación con la estrategia **M2.7** para contribuir a reducir la generación de gases de efecto invernadero, la naturaleza del proyecto enfatiza en este objetivo, ya que el objetivo es la generación de energía renovable para disminuir los GEI con el propósito maximizar la eficiencia energética y reducir el consumo de combustibles.

III.5.14.7 ESTRATEGIA NACIONAL DE ENERGÍA (ENE) 2017-2028

La estrategia nacional tiene como misión el identificar las condiciones para que, tanto el sector productivo como la población en general, cuenten con un mayor acceso y un suministro confiable de energía, que permita impulsar el desarrollo. Busca encauzar la oferta y demanda de energía para alcanzar sus dos objetivos estratégicos: 1) dar viabilidad al crecimiento económico y, 2) extender el acceso a servicios energéticos de calidad a toda la población, a fin de que reciban los beneficios que derivan del consumo eficiente y responsable de la energía.

Se definieron “medidas de política” en cuanto a la oferta de energía, lo cual tiene la finalidad de cumplir los objetivos antes descritos.

1. Transporte, almacenamiento y distribución. Establece líneas que permiten dar seguimiento a la evolución de la capacidad del sistema para satisfacer la necesidad de servicios energéticos de manera oportuna, con continuidad y calidad.

2. Refinación, procesamiento y generación. Aborda los retos relacionados con la producción de los combustibles, así como aquellos asociados a la diversificación del parque de generación.

3. Producción de petróleo. Establece líneas de acción para sostener la producción y seguir respaldando la energía que el país demanda, alcanzando la eficiencia en línea con las mejores prácticas internacionales.

4. Transición energética. Busca lograr el correcto balance entre mantener al país económicamente competitivo, tecnológicamente innovador y diversificado, con su contribución al mejoramiento permanente de la calidad ambiental local y el cumplimiento de los compromisos ambientales.

Además de objetivos y medidas, la estrategia de energía define tres "elementos de integración", elaborados para alcanzar un sistema energético integral y generar una cultura compartida por todos.

1. Sustentabilidad del sector. La capacidad de renovación constante del sistema a fin de mantener los flujos de energía hacia los consumidores, mientras que estos últimos hacen más eficiente su consumo. A nivel país, se puede alcanzar la sustentabilidad al ampliar constantemente la gama de energéticos primarios disponibles, enfocándose en un creciente aprovechamiento de las energías renovables, una mayor inclusión social de los beneficios y un irrestricto respeto al medio ambiente.

2. Eficiencia energética y ambiental. La continua aplicación de las mejores prácticas disponibles en la producción y el consumo de energía. La eficiencia no sólo optimiza estos dos procesos, sino que también minimiza su impacto ambiental.

3. Seguridad energética. Capacidad para mantener un superávit energético que brinde la certidumbre para continuar con el desarrollo de actividades productivas, además debe de incrementar la accesibilidad a los mercados, internación de los productos y almacenamiento preventivo, principalmente enfocado en aquellos energéticos cuya dependencia de las importaciones pueda crecer a niveles que impliquen riesgos asociados a la continuidad del suministro.

En el *Cuadro 43* se presentan las medidas de política y líneas de acción que tienen concordancia con el Proyecto.

Cuadro 43. Políticas, estrategias y líneas de acción que se vinculan al Proyecto.

MEDIDAS DE POLÍTICA	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Transición energética. En el marco de la transición energética, México debe canalizar esfuerzos para la consecución de las metas definidas en el marco normativo actual sobre el uso de las energías limpias. Es necesario fortalecer y explotar aquellos recursos renovables con los que se cuenta, a fin de aprovechar sus beneficios.	Busca lograr el correcto balance entre mantener al país económicamente competitivo, tecnológicamente innovador y diversificado, con su contribución al mejoramiento permanente de la calidad ambiental local y el cumplimiento de los compromisos ambientales.	La transición se enmarca en la necesidad de luchar contra el cambio climático, proteger la salud de las personas, reducir riesgos económicos, financieros y tecnológicos, favorecer la máxima eficiencia en el consumo, facilitar precios predecibles y asequibles y disminuir las tensiones geopolíticas propias de un modelo sustentado en la dependencia energética. Situaciones en las que el Proyecto podrá contribuir de manera positiva. El proyecto contribuirá en la producción de energía eléctrica a través de fuentes limpias que ayudan al combate contra el cambio climático.

III.5.14.8 PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍA 2020-2024

El Programa Sectorial de Energía (PSE) 2020–2024, es el instrumento rector de planeación que integra objetivos y estrategias prioritarios con acciones puntuales que conducirá la Secretaría de Energía (SENER) como cabeza de sector, coordinadamente con las Empresas Productivas del Estado (EPE), los órganos administrativos desconcentrados, las entidades paraestatales y los órganos reguladores coordinados. A continuación, se presentan el objetivo prioritario, estrategia y acción puntual del Programa Sectorial de Energía 2020-2024 que se encontró vinculante con el Proyecto.

Cuadro 44. Objetivo, Estrategia y Acción puntual del PSE que se vincula con el Proyecto.

OBJETIVO PRIORITARIO	ESTRATEGIA PRIORITARIA	ACCIÓN PUNTUAL
4. Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional	4.2 Reducir la emisión de GEI mediante tecnologías aplicables a los diversos procesos; así como capturar por medios naturales y mitigar las emisiones, a través de acciones de eficiencia y aumento del rendimiento energético	4.2.3 Promover el desarrollo y uso de tecnologías que permitan la reducción del índice de carbono en la generación eléctrica.
5.- Asegurar el acceso universal a las energías, para que toda la sociedad mexicana disponga de las mismas para su desarrollo	5.4 Promover la integración de poblaciones y comunidades en los proyectos del sector energético	5.4.1 Impulsar la implementación de los Planes de Gestión Social que permita la sostenibilidad de los proyectos a través de la ejecución de medidas de mitigación, compensación y de maximización de los impactos sociales positivos 5.4.3 Propiciar negociaciones para la ocupación superficial de tierras para el desarrollo de proyectos del sector energético que sean transparentes, justas y equitativas.

Vinculación con el Proyecto: En función de las características y alcances del Proyecto, el mismo presenta una vinculación positiva con la Estrategia Prioritaria y la Acción Puntual citadas en el cuadro anterior, toda vez que con su ejecución se contribuiría a impulsar el desarrollo de infraestructura para la generación de energía renovable.

III.5.14.9 PROGRAMA DE OBRAS E INVERSIONES DEL SECTOR ELÉCTRICO (POISE) 2017-2031

El POISE, es el documento que contiene la planeación del SEN y que reúne los elementos relevantes de los programas indicativos para la instalación y retiro de centrales de generación eléctrica y los programas de ampliación y modernización de la red nacional de transmisión y de las redes generales de distribución para los próximos 15 años, dando continuidad al PRODESEN 2015-2029. El PRODESEN constituye un documento de referencia y consulta para guiar la toma de decisiones de los integrantes del sector eléctrico, en torno a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, su alcance es orientar la inversión productiva en infraestructura eléctrica para satisfacer la demanda.

Entre los alcances del PRODESEN 2017-2031 se encuentra:

- Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas.
- Programas de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y de las Redes Generales de Distribución.

Los objetivos del PROSEDEN son:

- Garantizar la eficiencia, calidad, confiabilidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional.

- Fomentar la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, así como la seguridad energética nacional.
- Promover la instalación de los recursos suficientes para satisfacer la demanda en el SEN y cumplir con las metas de energías limpias.
- Incentivar una expansión eficiente de la infraestructura eléctrica bajo el principio de menor costo total para el SEN, sujeto a los criterios de Calidad, Confiabilidad, Continuidad y Seguridad de la red eléctrica.

En el año 2016, la capacidad instalada en el Sistema Eléctrico Nacional fue de 73,510 MW, correspondiendo el 71.2% a centrales eléctricas convencionales y 28.8% a centrales energéticas con energías limpias. Respecto a la capacidad instalada de tecnologías limpias aumentó en 3,530 MW entre los años 2015 y 2016, cumpliendo con el objetivo de incrementar la producción de energía eléctrica mediante energías limpias.

Para cumplir con la capacidad deseada en el periodo 2017-2031 hacen falta 55,840 MW, de las cuales se plantea que el 63% de esta capacidad sea producida por energías limpias, las cuales deberán incorporarse a medida en que los proyectos son retirados tras su vida útil.

El nuevo modelo busca mejorar la estructura productiva de la industria bajo principios de la libre concurrencia y competencia en las actividades de generación y comercialización, así como determinar la ejecución de proyectos de ampliación y modernización en las actividades de transmisión y distribución. Este modelo parte de una base técnica e institucional sólida existente, la cual ha permitido que las partes coordinadas (SENER-CENACE-CRE), en colaboración con la CFE como empresa pública productiva y las empresas del país, diseñen los instrumentos de planeación, operación y regulación que quiere el sector eléctrico.

Este programa está vinculado con el Proyecto, ya que se cuenta con las bases necesarias para llevar a cabo dicho Proyecto, siguiendo cada uno de los lineamientos, en el Capítulo II de este documento se describen todas y cada una de las actividades que se realizarán en las diferentes etapas del proyecto desde la preparación del sitio hasta el abandono; posteriormente se analizarán los componentes ambientales con los que cada actividad tendrá relación con el medio ambiente. El programa de abandono del sitio es tentativo y estará sujeto a modificaciones en su momento, existiendo la posibilidad de que no sea llevado a cabo debido a que el Proyecto sería modernizado y por lo tanto se prolongue su vida útil.

III.5.14.10 PROSPECTIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO 2013-2027

La prospectiva del sector eléctrico es elaborada con base a las expectativas de crecimiento económico y evolución de los precios de combustible, presenta las estimaciones y evolución esperada de la demanda y el consumo de la energía para cierto periodo, por sector de consumo, así como por área de control del SEN. Cabe señalar que los escenarios presentados, al estar calculados en función de las expectativas de crecimiento económico, pueden variar entre un año y otro.

Para el periodo 2013-2027, las adiciones de nueva capacidad (incluyendo proyectos de rehabilitación y modernización de centrales existentes) para el periodo 2013-2018 ascienden a 16,059 MW, mientras que para el periodo 2019-2027 la estimación de los requerimientos de capacidad se ubicó en 30,855 MW, dando un total de 46,914 MW durante los 15 años de planeación que abarca la presente prospectiva.

En el Capítulo VI se presentan los escenarios del aumento de generación eléctrica con base en fuentes de energías renovables, dando congruencia con lo establecido en el artículo 11 de la Ley de Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición energética el cual establece lo siguiente:

> *Artículo 11.- La Secretaría de Energía elaborará y coordinará la ejecución del Programa, para lo cual deberá:*
>
> *III. Establecer metas de participación de las energías renovables en la generación de electricidad, las cuales deberán aumentar gradualmente sobre bases de viabilidad económica y potencial técnico existente. Dichas metas deberán ser actualizadas y reportadas semestralmente, y se expresarán en términos de porcentajes mínimos de suministro eléctrico, e incluirán metas para los suministradores y los generadores.*
>
> *Transitorio segundo. - Para efectos de la fracción III del artículo 11 de la LAERFTE, la SENER fijará como meta una participación máxima de 65% de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica para el año 2024, del 60% en 2035 y del 50% en el 2050.*

Se establece que para lograr la cota de 65% con combustibles fósiles en 2024, se definirán dos centrales de nueva generación limpia como nucleares, combinando con varios conjuntos de proyectos con fuentes de energía renovables.

En general el programa presenta la generación solar como una de las tecnologías que tienen mayor probabilidad para la realización de proyectos renovables y disminuir con esto la dependencia del uso de combustibles fósiles.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto muestra congruencia con este instrumento de planeación al ser un proyecto solar el cual contribuirá al cumplimiento de la meta establecida para el 2024.

CONCLUSIONES

Derivado de los razonamientos arriba expuestos, se acredita y reafirma que el proyecto, cumple con los objetivos de los instrumentos de regulación que le son aplicables en materia ambiental y de desarrollo urbano.

Esta aseveración, se sustenta principalmente en las siguientes conclusiones:

- Como se ha descrito la ejecución del proyecto estará sujeta al riguroso cumplimiento de la Legislación Ambiental Mexicana, obedeciendo lo establecido en las diferentes Leyes, sus Reglamentos, Normas Oficiales y demás instrumentos legales de carácter local, estatal y federal aplicable; tal como se demostró en el análisis puntual de congruencia con cada instrumento jurídico y del proyecto.

- El Proyecto es altamente congruente con los objetivos y estrategias del Plan Nacional de Desarrollo ya que se circunscribe en la cuarta Meta Nacional denominada "México Próspero" en la cual se concluye que el uso y suministro de energía es esencial para las actividades productivas de la sociedad, por lo que dentro de sus líneas de acción se propone el uso y consumo de productos amigables con el ambiente y de tecnologías limpias, eficientes y de baja generación de carbono. Por ello, promueve el uso de sistemas y tecnologías avanzadas de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes. En este sentido, dada la naturaleza del proyecto, sus obras y actividades, se alinean claramente con dichas estrategias al fomentar el incremento en la oferta de energía limpia como base para el desarrollo de actividades productivas bajo principios sustentables.

- Con respecto al Programa Nacional de Infraestructura, el proyecto es congruente a los alcances de los objetivos y estrategias señaladas en el mismo, pues al generar energía fotovoltaica a través del aprovechamiento de recursos renovables, se fomentará el uso de energías limpias y renovables promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental acorde a la política nacional.

- Asimismo, las obras y actividades que implica este proyecto son compatibles con el Plan Sectorial de Energía, puesto que la tecnología empleada en su infraestructura, que implica la notable reducción de las emisiones causantes del cambio climático incluyendo programas ambientales que tienen por objeto reducir al máximo los impactos ambientales generados por el proyecto. El proyecto incorpora además y en congruencia con los objetivos y estrategias de este programa, acciones de inclusión social para asegurar su factibilidad en diversos aspectos lo que tiene como resultado que exista congruencia.

- Respecto al Plan Estatal de Desarrollo, ese documento asume como prioritario aprovechar los recursos renovables para la producción de energías renovables. Debido a que en esencia

este Plan promueve el uso de energías limpias, alternativas y amigables con el medio ambiente en los sectores industrial, comercial, doméstico y de servicios el proyecto al generar energía a partir del aprovechamiento del factor radiación solar es totalmente congruente al aprovechar las ventajas naturales de la región para fortalecer la producción, transformación y comercialización de energías alternativas y limpias, lo cual constituye parte de los principios básicos de esta modificación.

- En lo concerniente al POEGT, el proyecto se localiza en la UAB 52 y UAB 55 con Política Ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable. En este sentido, los criterios ecológicos que le aplican al proyecto están enfocados hacia el impulso a las actividades productivas de manera sustentable para lo cual, entre otros aspectos, se considera primordial el aprovechamiento óptimo del potencial de la zona para la generación de energía limpia, especialmente la solar, por esto, el proyecto es totalmente compatible con este Programa.

- En cuanto al Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo, el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca y el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato, el proyecto se localiza en las UGA's For 78 (POEEM); 1f, 9g, 2b, 6a y 9f (POERMM); y 719 y722 (PEDUOET), con políticas de aprovechamiento, conservación y restauración. Acerca de esto, el proyecto no afectará de manera directa o indirecta, puesto que no se incluye alguna restricción en materia de desarrollo urbano o ambiental que represente alguna implicación para el proyecto.

- Relativo a la localización del proyecto con respecto a las Regiones RTP´s, RHP´s y AICA's, se determinó que los polígonos de estudio se encuentran fuera de las regiones circundantes como son la RTP "Sierra de Chincua", RHP "Lagos-Cráter del Valle de Santiago" y AICA's "Sierra Chincua" y "Cuitzeo". No obstante, el proyecto debido a su naturaleza no pone en riesgo alguna de las poblaciones de diversidad biológica registrada en estas regiones ya que considera, además, diversas acciones de compensación ambiental que permitirán la continuidad de los ecosistemas en donde se localiza el proyecto.

- En lo que corresponde a las ANP´s, se indica y precisa que el Proyecto Huerta PV no incide en ninguna de las zonificaciones definidas en el programa de manejo del ANP Mariposa Monarca, el proyecto se encuentra a aproximadamente 23 km del límite de la poligonal general que integra las zonas de protección del ANP. Es decir, el proyecto no se encuentra dentro de ninguna de las áreas delimitadas y ordenadas territorialmente para la ejecución y desarrollo de determinadas actividades, por lo que es factible la ejecución de este, considerando que el mismo cumple con todos y cada uno de los instrumentos de política ambiental aplicables.

- Con respecto a los requisitos especificados en otras disposiciones incluyendo las Normas Oficiales Mexicanas, así como los Tratados Internacionales, siendo las primeras las únicas de

carácter vinculante, el proyecto se ajusta completamente a los lineamientos contenidos conforme a la normatividad oficial, ya que las mismas tienen por fin que estas obras se realicen mediante las mejores prácticas.

- En cuanto a los Tratados internacionales, puede observarse que de igual manera que instrumentos jurídicos de planeación, se conceptualiza como parte de ellos objetivos esenciales, la reconversión de consumo de energéticos derivados de la quema de combustibles y el compromiso, promoción y generación de incentivos para el aprovechamiento óptimo de los recursos para la generación de energías limpias con baja o nula huella de carbono por ellos, el proyecto se alinea perfectamente a las metas objetivos de los principales Tratados Internacionales que han sido firmados por México.

- De lo descrito en este apartado se observa que el Proyecto no presenta impedimento para que se ejecuten las obras, pues estas se ciñen y tienen armonía con los criterios y estrategias descritas y vinculadas anteriormente. No pasa desapercibido mencionar que, al pretenderse tener un aprovechamiento sustentable de un recurso natural renovable para la generación de energía solar, se está mitigando y evitando el cambio climático, así como generando una actividad económica ambiental y socialmente sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (2001). Programa de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/40_libro_pm.pdf

CONABIO. (s/f) 61. LAGOS-CRÁTER DEL VALLE DE SANTIAGO http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_061.html

CONABIO. (s/f) REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS DE MÉXICO. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_110.pdf

CONABIO. (s/f). https://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

Congreso Constituyente. (Febrero 05, 1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

Consulta de catálogo de normas. (s/f). SINEC. Recuperado el 18 de septiembre de 2024, de https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/BusquedaNormas.xhtml

Gobierno de Michoacán. (2021). Plan de Desarrollo integral del Estado de Michoacán 2021-2027. https://michoacan.gob.mx/plan-estatal/

Gobierno Municipal de Coroneo, Gto. (2017). Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Coroneo, Gto. https://iplaneg.guanajuato.gob.mx/seieg/wp-content/uploads/2022/05/PMDUOET__COR_2018_REVENERO_30_01_18_1544123898.pdf

H. Congreso del Estado de Michoacán de Ocampo. (enero, 2014). Ley de Cambio Climático del Estado de Michoacán de Ocampo. http://congresomich.gob.mx/file/LEY-DE-CAMBIO-CLIMATICO-REF-07-NOV-2017.pdf

H. Congreso del Estado de Michoacán de Ocampo. (marzo, 2013). Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Michoacán de Ocampo. http://congresomich.gob.mx/file/LEY-AMBIENTAL-PARA-EL-DESARROLLO-SUSTENTABLE-REF.-25-DE-ENERO-DE-2017.pdf

H. Congreso del Estado de Michoacán de Ocampo. (septiembre, 2010). Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo. http://congresomich.gob.mx/file/LEY-PARA-LA-PREVENCI%C3%93N-Y-GESTI%C3%93N-INTEGRAL-DE-RESIDUOS-EN-EL-ESTADO-REF-29-DIC-2016.pdf https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62949/Prospectiva_del_Sector_El_ctrico_2013-2027.pdf

Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios. 2013. Última reforma: P.O. Núm. 208, Décima Quinta Parte, 29-12-2015.

Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato. 2005. Última Reforma: P.O. Núm. 190, Décima Tercera Parte, 21-09-2018.

Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato. 2000. Última Reforma P.O. Número 233, Segunda Parte, 23-11-2021.

MITECO. (2022). Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos plantas solares fotovoltaicas y sus infraestructuras de evacuación.

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. (2008). DECRETO por el que se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca. https://drive.google.com/drive/folders/1HjCLQDg3VRIjD-2QBzSRwCO5rg9tsmes

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. (2011). DECRETO por el que se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo. https://drive.google.com/drive/folders/1oPlLlqBgKFUUriZDp66cx1ZBdsRItYHT

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. (2022). Análisis Y Aprobación en su caso, del Plan Municipal de Desarrollo de Epitacio Huerta 2021-2024. https://celem.michoacan.gob.mx/destino/2022/O18276po.pdf

Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. (2018). ACUERDO por el cual se aprueba la Actualización del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Guanajuato. https://iplaneg.guanajuato.gob.mx/ped2040/wp-content/uploads/2019/01/PED2040_Sintesis_V2.5_version_Periodico_Oficial.pdf

Presidencia de la República. (Agosto 11, 2014). Ley de la Industria Eléctrica. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:hRCuzuhxLJUJ:https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lielec.htm&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=mx

Presidencia de la República. (Diciembre 24, 2015). Ley de Transición Energética. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:LvCf8JqOC7EJ:https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx

Presidencia de la República. (Enero 28, 1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/148.pdf

Presidencia de la República. (Julio 03, 2000). Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf

Presidencia de la República. (Junio 05, 2018). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Presidencia de la República. (Junio 05, 2018). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Presidencia de la República. (Junio 7, 1988). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Presidencia de la República. (Noviembre 28, 2012). Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://www.cre.gob.mx/documento/3870.pdf

Presidencia de la República. (Noviembre 30, 2000). Reglamento de la Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_ANP.pdf

Presidencia de la República. (Noviembre 30, 2012). Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://www.cre.gob.mx/documento/1570.pdf

Presidencia de la República. (Octubre 08, 2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf

Secretaría de Energía. (2013). Prospectiva del Sector Eléctrico 2013-2017. Periódico Oficial.

Secretaría de Energía. (Febrero, 2014 Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2014-2028. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/214/ENE.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (Julio 7, 2020). Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Promarnat) 2020-2024. Periódico Oficial. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596232&fecha=07/07/2020#gsc.tab=0

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (Septiembre 7, 2012). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Diario Oficial de la Federación. https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/dof_2012_09_07_poegt.pdf

Subdirección de Programación CFE. (Febrero, 2014). Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico POISE 2014—2028. https://amdee.org/Publicaciones/POISE-2014-2028.pdf

UNFCCC. (s/f-a). El Acuerdo de París. United Nations Climate Change. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris

UNFCCC. (s/f-b). ¿Qué es el Protocolo de Kyoto? United Nations Climate Change. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de https://unfccc.int/es/kyoto_protocol#:~:text=En%20concreto%2C%20el%20Protocolo%20de,con%20las%20metas%20individuales%20acordadas.

UNFCCC. (s/f-c). Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. United Nations Climate Change. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO HUERTA PV



USPAE
UNIDAD DE SERVICIOS PROFESIONALES ALTAMENTE ESPECIALIZADOS
INECOL

CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

RWE



Coordinador General
Dr. Rafael Villegas Patraca

Coordinador Técnico de Proyecto
M. en C. Alexandro Medina Chena

Participantes
Dr. Daniel Aguirre Fey
Geógr. César Augusto Gallo Gómez
I.I. Laura Alejandra Barradas Sánchez
Biól. Luis Lagunes Galindo
I.Q. Marga Lorena Sagrero Uscanga
M. en C. Samuel Macías Sánchez
Biól. Rodolfo López Polanco
Geógr. Oswaldo Trinidad Hernández
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

Cartografía
Geóg. César Augusto Gallo Gómez

Coordinación en administración y seguimiento contractual
L.N.I. Mariana Morales Alarcón

Diseño y edición grafico
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 1

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO 1

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 17

IV.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR 20

IV.3.1. MEDIO ABIÓTICO 20

IV.3.1.1 Clima 20

IV.3.1.2 Geología y geomorfología 32

IV.3.1.3 Edafología 51

IV.3.1.4 Hidrología superficial y subterránea 83

IV.3.2. MEDIO BIÓTICO 126

IV.3.2.1 Vegetación 126

IV.3.2.2 Fauna 161

IV.3.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 227

IV.3.3.1 Metodología 228

IV.3.3.2 Resultados 228

IV.3.3.3 Conclusiones 269

IV.3.4 PAISAJE 270

IV.3.4.1 Visibilidad 270

IV.3.4.2 Calidad paisajística 273

IV.3.4.3 Fragilidad 277

Conclusión 281

IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 282

IV.4.1 DESCRIPCIÓN BREVE DEL SISTEMA AMBIENTAL 282

IV.4.1.1 Clima 282

IV.4.1.2 Precipitación 283

IV.4.1.3 Vientos 283

IV.4.1.4 Ciclones Tropicales 283

IV.4.1.5 Fisiografía 284

IV.4.2 ÍNDICE DE CRITICALIDAD 285

IV.4.2.1 Índice de importancia de la unidad ambiental "i" según los servicios ambientales 285

IV.4.2.2 Calidad del hábitat 286

IV.4.2.3 Índice de importancia por especies 287

IV.4.2.4 Valor de importancia para la conservación 288

IV.4.2.5 Valor de Criticalidad de las Unidades Ambientales 289

IV.4.3 RESULTADOS OBTENIDOS POR LAS ECUACIONES 290

IV.4.3.1 Riqueza faunística (RFi)de las unidades ambientales 290

IV.4.3.2 Calidad al hábitat 292

IV.4.3.3 índice de importancia por especies 293

IV.4.3.4 Valor de importancia para la conservación 294

IV.4.3.5 Valor de importancia para la conservación 294
IV.4.4 CONCLUSIONES (ÍNDICE DE CRITICALIDAD) 296
IV.4.5 ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR 298
IV.4.6 ANÁLISIS SAR 299
IV.4.7 INTEGRIDAD ECOSISTÉMICA 302
IV.4.8 SÍNTESIS OBJETIVA Y CONGRUENTE DEL ESTADO ACTUAL DEL SAR 305
IV.4.9 INTERACCIONES ECOLÓGICAS DE IMPORTANCIA EN EL AI 306
IV.4.10 CONCLUSIONES 306
BIBLIOGRAFÍA 308

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. *Características físicas que permitieron obtener las unidades de paisaje circundantes al proyecto* 5
Cuadro 2. *Lista de elementos que se usaron y que fueron eliminados para delimitar el SAR.* 14
Cuadro 3. *Superficies en kilómetros cuadrados y hectáreas del proyecto, área de influencia y SAR* 15
Cuadro 4. *Ubicación de estaciones climatológicas al interior del SAR.* 20
Cuadro 5. *Descripción de los tipos de clima presentes en el SAR.* 20
Cuadro 6. *Normales Climatológicas 1991-2020 Coroneo, Guanajuato.* 21
Cuadro 7. *Provincias fisiográficas del SAR y predio del proyecto.* 33
Cuadro 8. *Topoformas del SAR y predio del proyecto.* 33
Cuadro 9. *Litología del SAR y del predio del proyecto.* 38
Cuadro 10. *Registros sísmicos en sitios en zonas aledañas al SAR en un periodo de 30 años (1994-2024).* 50
Cuadro 11. *Superficies por unidades edafológicas en el SAR.* 53
Cuadro 12. *Superficies por unidades edafológicas en el predio del proyecto.* 53
Cuadro 13. *Regiones hidrológicas de CONAGUA, en el SAR y predio del proyecto.* 85
Cuadro 14. *Superficie del proyecto respecto a las cuencas hidrológicas.* 87
Cuadro 15. *Superficies del SAR del proyecto respecto a las subcuencas.* 88
Cuadro 16. *Acuíferos de CONAGUA, respecto al SAR y AP.* 114
Cuadro 17. *Unidades geohidrológicas dentro del SAR y AP.* 114
Cuadro 18. *Datos de muestreo fisicoquímico del agua subterránea dentro del SAR.* 123
Cuadro 19. *Tipos de vegetación identificados en las imágenes se satélite y en los recorridos de campo.* 128
Cuadro 20. *Superficie de los tipos de uso de suelo y vegetación SAR.* 130
Cuadro 21. *Superficie de los tipos de uso de suelo y vegetación AP.* 130
Cuadro 22. *Coordenadas de los sitios de muestreo.* 131
Cuadro 23. *Especies registradas en el SAR y AP.* 142
Cuadro 24. *Densidad y cobertura de individuos arbóreos y arbustivos por tipo de vegetación (SAR).* 151
Cuadro 25. *Valores de abundancia, riqueza, diversidad y equitatividad SAR.* 152
Cuadro 26. *Matriz del índice de similitud de Morisita SAR.* 153
Cuadro 27. *Densidad y cobertura de individuos arbóreos y arbustivos por tipo de vegetación (AP).* 154
Cuadro 28. *IVI de especies de árboles en bosque de encino (AP).* 154
Cuadro 29. *IVI de especies de arbustos en bosque de encino (AP).* 154
Cuadro 30. *IVI de especies de hierbas en bosque de encino (AP).* 155
Cuadro 31. *IVI de especies de hierbas en agropecuario (AP).* 156
Cuadro 32. *Valores de abundancia, riqueza, diversidad y equitatividad (AP).* 158
Cuadro 33. *Índice de similitud de Morisita (AP).* 159
Cuadro 34. *Listado de especies potenciales de anfibios y pretiles del proyecto Huerta PV.* 166
Cuadro 35. *Herpetofauna registrada durante la temporada de secas y lluvias 2024 del proyecto Huerta PV.* 167

Cuadro 36. *Coordenadas de los transectos de observación de herpetofauna durante la temporada de secas 2024.* 170

Cuadro 37. *Coordenadas de los transectos de observación de herpetofauna durante la temporada de lluvias 2024.* 170

Cuadro 38. *Abundancia y abundancia relativa de herpetofauna registrada durante la temporada de secas y lluvias 2024 en el SAR y AP del proyecto Huerta, Michoacán.* 172

Cuadro 39. *Índices de riqueza y diversidad obtenidos en los muestreos de herpetofauna del proyecto Huerta PV comparando la temporada de secas y lluvias.* 174

Cuadro 40. *Especies de herpetozoos registradas en la temporada de secas y lluvias 2024. Se muestra el estatus según la IUCN, NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y su endemismo.* 177

Cuadro 41. *Especies de murciélagos con distribución potencial en el AP y SAR.* 186

Cuadro 42. *Especies de murciélagos registradas durante la temporada de secas y lluvias 2024 del proyecto Huerta PV.* 188

Cuadro 43. *Abundancia y abundancia relativa de quiropterofauna registrada durante la temporada de secas y lluvias 2024 en el SAR y AP del proyecto Huerta, Michoacán. La abundancia y la abundancia relativa se calcularon con base al número de pases registrados.* 191

Cuadro 44. *Índices de riqueza y diversidad obtenidos en los muestreos de herpetofauna del proyecto Huerta PV comparando la temporada de secas y lluvias.* 193

Cuadro 45. *Especies de murciélagos registradas en la temporada de secas y lluvias 2024. Se muestra el estatus según la IUCN, NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y su endemismo.* 196

Cuadro 46. *Especies de mamíferos no voladores registradas durante las campañas de muestreo para el proyecto Fotovoltaico Huerta.* 206

Cuadro 47. *Especies de mamíferos no voladores y número de registros en AP y SAR durante la temporada de secas* 207

Cuadro 48. *Especies endémicas registradas durante las compañas de muestreo del Proyecto Fotovoltaico Huerta.* 209

Cuadro 49. *Especies registradas durante las dos temporadas de muestreo (secas y lluvias) dentro del Área del Proyecto (AP) y Sistema Ambiental Regional (SAR), del Proyecto Fotovoltaico Huerta.* 216

Cuadro 50. *Especies de aves y número de individuos registrados en AP y SAR durante las temporadas de secas y lluvias 2024.* 221

Cuadro 51. *Especies endémicas registradas durante las campañas de muestreo para el Proyecto Fotovoltaico Huerta.* 224

Cuadro 52. *Índice de la diversidad de aves registrada durante los muestreos realizados en el SAR y AP del Proyecto Fotovoltaico Huerta. Secas y lluvias 2024.* 225

Cuadro 53. *Índice, por cobertura vegetal, de la diversidad de aves registrada durante los muestreos realizados en el SAR y AP del Proyecto Fotovoltaico Huerta. Secas y lluvias 2024.* 226

Cuadro 54. *Municipios dentro del SAR.* 228

Cuadro 55. *Localidades habitadas dentro del SAR.* 228

Cuadro 56. *Localidades cercanas al área del proyecto.* 230

Cuadro 57. *Pobreza de los municipios en el área de estudio.* 236

Cuadro 58. *Medición de la pobreza en municipios del área de estudio. Porcentaje, número de personas y carencias promedio en los indicadores de pobreza, por municipio.* 237

Cuadro 59. *Medición de la pobreza en el municipio del área de estudio. Porcentaje de población según carencia social en los municipios.* 238

Cuadro 60. *Grado de marginación en municipios del área del proyecto.* 238
Cuadro 61. *Servicios en la vivienda.* 239
Cuadro 62. *Material en paredes de las viviendas.* 239
Cuadro 63. *Material en techos de las viviendas.* 240
Cuadro 64. *Tenencia de las viviendas.* 240
Cuadro 65. *Infraestructura para la atención en salud en el municipio del SAR.* 240
Cuadro 66. *Condición de afiliación a los servicios de salud en municipio del área de estudio.* 241
Cuadro 67. *Porcentaje de población de 15 y más años analfabeta y sin primaria completa.* 242
Cuadro 68. *Condición educativa de la población mayor de 15 años.* 242
Cuadro 69. *Población económicamente activa (PEA).* 245
Cuadro 70. *Población económicamente no activa en el municipio del SAR.* 245
Cuadro 71. *Sectores de actividad económicas en los municipios del SAR.* 245
Cuadro 72. *Posición en el trabajo.* 246
Cuadro 73. *Condición de percepción de ingresos monetarios de fuentes distintas al trabajo.* 246
Cuadro 74. *Movilidad por lugar de trabajo.* 247
Cuadro 75. *Índice de intensidad migratoria en el municipio del SAR.* 249
Cuadro 76. *Núcleos agrarios.* 251
Cuadro 77. *Distribución porcentual de población indígena de los municipios.* 255
Cuadro 78. *Condición de comprensión de lengua indígena de los municipios.* 256
Cuadro 79. *Distancias de los sitios arqueológicos respecto del SAR.* 266
Cuadro 80. *Religión en el municipio del SAR.* 268
Cuadro 81. *Principales festividades y riquezas culturales de la región.* 268
Cuadro 82. *Valores de índices de calidad visual del relieve (pendiente).* 273
Cuadro 83. *Valores de índices de calidad visual de la vegetación y uso del suelo.* 274
Cuadro 84. *Valores de índices de calidad visual de la presencia de agua.* 274
Cuadro 85. *Valores de índices de calidad visual de la presencia de elementos artificiales.* 274
Cuadro 86. *Categorización de la calidad visual intrínseca.* 274
Cuadro 87. *Superficies para la calidad visual intrínseca del SAR.* 275
Cuadro 88. *Valores de índices de fragilidad visual de la pendiente.* 277
Cuadro 89. *Valores de índices de fragilidad visual del uso de suelo y vegetación.* 278
Cuadro 90. *Valores de índices de fragilidad visual de la presencia de elementos artificiales.* 278
Cuadro 91. *Categorización de la fragilidad visual intrínseca.* 278
Cuadro 92. *Superficies para la fragilidad visual intrínseca del SAR.* 279
Cuadro 93. *Número de especies de fauna registradas.* 284
Cuadro 94. *Coeficientes de importancia estructural del hábitat para cada clase.* 286
Cuadro 95. *Tipo de registro de la especie "e" en la unidad ambiental.* 287
Cuadro 96. *Valores de confiabilidad ponderados para obtener el índice de importancia por especies.* 288

Cuadro 97. *Valores del estatus de conservación según las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010.* 288

Cuadro 98. *Riqueza faunística (RFi) encontrada en el SAR.* 291

Cuadro 99. *Cobertura relativa total (%) de cada estrato en las unidades ambientales.* 292

Cuadro 100. *Calidad del hábitat calculado y normalizado para cada unidad ambiental.* 292

Cuadro 101. *Índice de importancia por especies NOM (VNJ).* 293

Cuadro 102. *Especies con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de la unidad ambiental Cuerpo de Agua.* 294

Cuadro 103. *Especies con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de la unidad ambiental Agropecuario.* 294

Cuadro 104. *Resumen de los índices calculados, índices normalizados para su operación y Valor de Criticalidad (VC) para cada unidad ambiental.* 295

Cuadro 105. *Tasa de transformación (δ) del hábitat del USV de las series IV y VII para la superficie del SAR del Proyecto Huerta PV. Se muestran las equivalencias observadas durante el trabajo de campo.* 299

Cuadro 106. *Diagnóstico del Sistema Ambiental donde pretende desarrollarse el proyecto.* 307

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. *Unidades Superiores de Paisaje en las inmediaciones del Proyecto Fotovoltaico Huerta FV.* 3

Figura 2. *Unidades Inferiores de Paisaje en las inmediaciones del Proyecto Fotovoltaico Huerta FV.* 4

Figura 3. *Delimitación del SAR considerando solamente unidades de paisaje (UP).* 6

Figura 4. *Criterios y elementos para la delimitación del SAR (Regiones Hidrológicas Prioritarias).* 8

Figura 5. *Criterios y elementos para la delimitación del SAR (Ordenamientos Ecológicos Territoriales).* 11

Figura 6. *Criterios y elementos para la delimitación del SAR (Microcuencas).* 13

Figura 7. *Sistema Ambiental Regional del Proyecto.* 16

Figura 8. *Área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Huerta FV.* 19

Figura 9. *Tipo de clima en el SAR.* 22

Figura 10. *Diagrama ombrotérmico (índice Gaussen) estación Coroneo, Guanajuato. 1991-2020. SMN, 2024.* 23

Figura 11. *Precipitación media, máxima mensual y máxima diaria, estación Coroneo, Guanajuato. 1991-2020. SMN, 2024.* 24

Figura 12. *Climograma o gráfica ombrotérmica, estación Coroneo, Guanajuato. 1991-2020. SMN, 2024.* 25

Figura 13. *Balance hídrico simple, estación Coroneo, Guanajuato. 1991-2020. SMN, 2024.* 26

Figura 14. *Rosa de vientos anual de Coroneo, Guanajuato (tomado de Meteoblue, 2024).* 27

Figura 15. *Isolíneas de probabilidad de presentación de uno o más ciclones en un año. El SAR se ubica en el cuadrante marcado (tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).* 28

Figura 16. *Probabilidades de presentación por cuadrante de uno o más ciclones en un año. El SAR se ubica en el cuadrante marcados (tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).* 28

Figura 17. *Probabilidad ocurrencia de depresiones tropicales (1949-2014).* 29

Figura 18. *Probabilidad ocurrencia de tormentas tropicales (1949-2014).* 30

Figura 19. *Probabilidad ocurrencia de huracanes categoría 1 (1949-2014).* 30

Figura 20. *Mapa de Michoacán de predicciones de temperatura media anual (°C) para: (a) clima contemporáneo (promedio 1960-1990), (b) año 2030, (c) año 2060, y (d) año 2090. Modelo CCCMA, escenario de emisiones A2. Fuente: Basado en Sáenz-Romero et al. 2009.* 31

Figura 21. *Mapa de Michoacán de predicciones de precipitación anual (mm de lluvia) para: (a) clima contemporáneo (promedio 1960-1990), (b) año 2030, (c) año 2060, y (d) año 2090. Modelo CCCMA, escenario de emisiones A2. Fuente: Basado en Sáenz-Romero et al. 2009.* 32

Figura 22. *Provincias fisiográficas del SAR del proyecto según INEGI (2020).* 35

Figura 23. *Geología del SAR y predio del proyecto.* 39

Figura 24. *Sitios de muestreo geológico.* 41

Figura 25. *Toba ácida.* 42

Figura 26. *Toba ácida (Presa Cebolletas).* 42

Figura 27. *Basalto.* 43

Figura 28. *Arenisca SAR.* 43

Figura 29. *Arenisca SAR.* 44

Figura 30. *Erosión hídrica en unidades de arenisca.* 44

Figura 31. *Banco de ópalo con matriz de riolita en el SAR.* 45
Figura 32. *Banco de areniscas y materiales aluviales en el SAR.* 45
Figura 33. *Banco de grava volcánica Palos Altos, próximo al predio del proyecto.* 46
Figura 34. *Interfase basaltos y areniscas.* 46
Figura 35. *Arenisca.* 47
Figura 36. *Basalto expuesto a corriente.* 47
Figura 37. *Banco de riolitas abandonado en el SAR.* 48
Figura 38. *Basalto expuesto a corrientes intermitentes.* 48
Figura 39. *Zonificación sísmica, sismos y fallamientos en zonas aledañas al SAR.* 50
Figura 40. *Tipos de suelos presentes en el SAR del proyecto.* 54
Figura 41. *Suelo luvisol con grietas por alto contenido de arcillas expansivas y alta sequía.* 55
Figura 42. *Producción pecuaria sobre terrenos visiblemente erosionados por sobrepastoreo.* 55
Figura 43. *Potreros previamente incendiados en el predio del proyecto.* 56
Figura 44. *Retroceso de cabecera por desestabilización de ladera.* 56
Figura 45. *Incendio sin control en zonas aledañas a la comunidad de Palos Altos, Mich.* 57
Figura 46. *Mapa de perfiles de suelos.* 60
Figura 47. *Perfil EDA-H1. Vertisol.* 62
Figura 48. *Perfil EDA-H2. Fluvisol.* 63
Figura 49. *EDA-H3. Phaeozem.* 64
Figura 50. *EDA-H4. Fluvisol.* 66
Figura 51. *Perfil EDA-H5. Phaeozem.* 67
Figura 52. *Perfil EDA-H6. Luvisol.* 68
Figura 53. *Perfil EDA-H7. Phaeozem.* 70
Figura 54. *Perfil EDA-H8. Phaeozem.* 71
Figura 55. *Perfil EDA-H9. Vertisol.* 72
Figura 56. *EDA-H10. Vertisol.* 73
Figura 57. *Perfil EDA-H11. Vertisol.* 75
Figura 58. *Perfil EDA-H12. Luvisol.* 77
Figura 59. *Perfil EDA-H13. Leptosol.* 78
Figura 60. *Perfil EDA-H14. Vertisol.* 79
Figura 61. *Perfil EDA-H15A. Vertisol.* 81
Figura 62. *Perfil EDA-H15B. Vertisol.* 81
Figura 63. *Perfil EDA-H16. Luvisol.* 83
Figura 64. *Regiones Hidrológico-Administrativas de México (CONAGUA, 2023).* 84
Figura 65. *Regiones hidrológicas de México (CONAGUA, 2023).* 85
Figura 66. *Contexto general del SAR, respecto a las regiones, cuencas y subcuencas en las que se encuentra inmerso.* 87
Figura 67. *Mapa de subcuencas dentro de SAR.* 89

Figura 68. *Hidrología superficial dentro del SAR.* 92

Figura 69. *Ubicación del sitio de monitoreo de aguas superficiales respecto al SAR.* 95

Figura 70. *Sitios de hidrología.* 97

Figura 71. *Jagüey con proceso de desecación originado por la intensidad de la sequía. Procesos de agrietamiento que evidencian una evaporación alta y sedimentos con concentraciones de arcillas expansivas.* 98

Figura 72. *Jagüey con niveles superiores a la época de sequía.* 98

Figura 73. *Jagüey en el predio del proyecto generado a partir de diques sólidos. Las características arcillosas del suelo permiten el confinamiento del agua, siendo la evaporación el motivo principal de la perdida.* 99

Figura 74. *Jagüey con niveles de acumulación máximos.* 99

Figura 75. *Presa Cebolletas en niveles más bajos en décadas. Actualmente se sigue aprovechando para riego ya que la sequía atrasó las siembras. Se llegó a un consenso entre las cooperativas para el aprovechamiento, ya que el agua se está perdiendo por evaporación.* 100

Figura 76. *Aunque los niveles eran demasiado bajos para el trampeo de especies acuáticas, si se observó un elevado índice de actividad de peces y aves, lo que es un buen bioindicador de una calidad aceptable del recurso líquido.* 100

Figura 77. *Presa Cebolletas con niveles normales de almacenamiento.* 101

Figura 78. *Niveles máximos en los últimos 7 años.* 101

Figura 79. *Área con procesos de acarcavamiento. Actualmente las cárcavas parecen estar estabilizándose, ya que se encuentran individuos de encinos en el cauce. Se desconoce si se han aplicado técnicas de ralentización de caudal en partes superiores.* 102

Figura 80. *Agua estancada en la mayor parte del cauce. La alta densidad de vegetación de galería indica alto contenido de humedad por proximidad al nivel freático.* 102

Figura 81. *Escurrimiento en época de lluvias.* 103

Figura 82. *Acumulación de agua en banco de explotación de materiales pétreos.* 103

Figura 83. *Banco de materiales inundado por escurrimientos aledaños.* 104

Figura 84. *Desviación de escurrimientos.* 104

Figura 85. *Escurrimiento intermitente con agua estancada sobre el cual pasa un camino. Se encontraron sobre el cauce presencia de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.* 105

Figura 86. *Aguas turbias por lluvias recientes.* 105

Figura 87. *Cauce con agua acumulada. El patrón incisivo tanto vertical como lateral es somero, ya que la dureza del basalto supera el potencial erosivo del material transportado por la corriente. Destaca la falta de cantos rodados, guijarros y bloques.* 106

Figura 88. *Alta concentración de diques. La retención de escurrimientos en la zona es de gran importancia para las actividades agrícolas y ganaderas.* 106

Figura 89. *Escurrimiento con agua estancada. El sitio puede concentrar un foco importante de infecciones por funcionar como tiradero de residuos biológicos y urbanos por parte de localidades vecinas.* 107

Figura 90. *Flujo constante por lluvias recientes.* 107

Figura 91. *Salto a desnivel de corrientes intermitentes. El caudal puede llegar a ser significativo ya que existe presencia de arrastre de rocas mayores al metro. La morfología del cauce es mediante desniveles escalonados en un perfil longitudinal relativamente corto con terrazas que superan los 80° de inclinación.* 108

Figura 92. *Jagüey en el predio del proyecto. Es la reserva de agua con mayor volumen que se identificó dentro de la propiedad ya que la superficie de captación la comprenden al menos 4 laderas.* 108

Figura 93. *Jagüey de poca capacidad y con alto contenido de material poroso, lo que propicia una rápida infiltración del agua.* 109

Figura 94. *Jagüey con acumulación por lluvias y sin presencia de escurrimientos aledaños.* 109

Figura 95. *Estanque de agua en el límite sureste del predio. Se encuentra destinado como abrevadero.* 110

Figura 96. *Sitio con corrientes intermitentes. Dentro del SAR, es el sitio con mayor signo de erosión hídrica, ya que presenta todos los tipos de erosión como lo son laminar, pluvial, lineal, erosión por surcos, por cárcavas, por canales, por disolución y en ciertos sectores antrópica.* 110

Figura 97. *Surgencia de agua activo por presencia de humedad y saturación del suelo.* 111

Figura 98. *Escurrimiento intermitente. El lecho del río se encuentra confinado por roca basáltica. Se observó evidencia de escurrimientos recientes.* 111

Figura 99. *Cauce con escurrimientos eventuales por presencia de lluvias.* 112

Figura 100. *Jagüey en niveles extremadamente bajos. De acuerdo con la consulta de imágenes satelitales, en su capacidad máxima el agua alcanza la cerca que se observa en primer plano.* 112

Figura 101. *Dique con niveles máximos de almacenamiento.* 113

Figura 102. *Hidrología subterránea del SAR del proyecto.* 115

Figura 103. *Profundidad del nivel estático en m (2004), en el acuífero 1601.* 117

Figura 104. *Profundidad del nivel estático en m (2013), en el acuífero 1116.* 119

Figura 105. *Profundidad de nivel estático en m (1982-1994), del acuífero 2209.* 121

Figura 106. *Sitios de monitoreo de hidrología subterránea en el SAR del proyecto.* 125

Figura 107. *Mapa de uso de suelo y vegetación.* 129

Figura 108. *Sitios de colecta de datos.* 133

Figura 109. *Bosque de encino.* 135

Figura 110. *Bosque de encino – pino.* 136

Figura 111. *Vegetación de galería.* 137

Figura 112. *Matorral crasicaule.* 138

Figura 113. *Agropecuario, pastizal en el AP.* 139

Figura 114. *Agropecuario, cultivos.* 140

Figura 115. *Frecuencia de especies por familia.* 141

Figura 116. *Porcentaje de individuos por forma de vida.* 141

Figura 117. *Riqueza por tipo de vegetación para las temporadas de sequía y lluvias.* 152

Figura 118. *Curva de acumulación de especies SAR.* 153

Figura 119. *Riqueza por tipo de vegetación para las temporadas de sequía y lluvias (AP).* 158

Figura 120. *Curva de acumulación de especies AP.* 159

Figura 121. *Búsqueda de herpetozoos a orillas de la Presa de Cebolletas. Se buscaron organismos bajo piedras, ya que son microhábitats para que los organismos habiten.* 163

Figura 122. *Ubicación de los transectos de observación de herpetofauna en el SAR y el predio del proyecto durante la temporada de secas y lluvias 2024.* 169

Figura 123. *Especies de anfibios y reptiles registradas en los transectos de observación de las temporadas de lluvias y secas 2024: A) Crotalus aquilus (Cascable obscura de Querétaro), B) Dryophytes arenicolor (Rana de las rocas), C) Dryophytes eximius (Rana de las montañas), D) Lithobates montezumae (Rana leopardo de Moctezuma), E) Sceloporus dugesii (Lagartija espinosa jaliciense), F) Sceloporus grammicus (Lagartija espinosa de mezquite), G) Sceloporus torquatus (Lagartija espinosa de collar), H) Tamnophis eques (Culebra listonada del Sur mexicano) e I) Tantilla bocourti (Culebra cabeza negra de Bocourt).* 171

Figura 124. *Número de individuos por especies de herpetozoos registradas durante la temporada de secas 2024, en el SAR y AP, del proyecto Huerta, Michoacán.* 173

Figura 125. *Número de individuos por especies de herpetozoos registradas durante la temporada de lluvias 2024, en el SAR y AP, del proyecto Huerta PV, Michoacán.* 173

Figura 126. *Curva de rango – abundancia de las especies de reptiles registradas durante el monitoreo de herpetofauna del proyecto Huerta PV. Las abreviaciones corresponden a: SceTor: Sceloporus torquatus, SceDug: Sceloporus dugesii, DryExi: Dryophytes eximius, SceGra: Sceloporus grammicus, DryAre: Dryphytes arenicolor, LitMon; Lithobates montezumae, TanBoc: Tantilla bocourti, TamEqu: Tamnophis eques y CroAqu: Crotalus aquilus.* 175

Figura 127. *Ubicación de las especies de herpetozoos bajo categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 del proyecto Huerta PV.* 176

Figura 128. *Curva de acumulación de herpetozoos registrados en el proyecto Huerta PV.* 178

Figura 129. *Ubicación de los transectos para detección acústica de murciélagos dentro del AP y SAR, durante la temporada de secas y lluvias 2024.* 182

Figura 130. *Dispositivo Echo Meter Pro conectado a teléfono celular para registro acústico de murciélagos. Imagen tomada de https://www.wildlifeacoustics.com/products/echo-meter-touch-2-pro* 183

Figura 131. *Ubicación de los transectos para detección acústica de murciélagos dentro del AP y SAR, durante la temporada de secas y lluvias 2024.* 190

Figura 132. *Número de registros por especies de murciélagos registrados durante la temporada de secas 2024, en el SAR y AP, del proyecto Huerta, Michoacán.* 192

Figura 133. *Número de registros por especies de murciélagos registrados durante la temporada de lluvias 2024, en el SAR y AP, del proyecto Huerta, Michoacán.* 193

Figura 134. *Curva de rango – abundancia de las especies de murciélagos registradas durante el monitoreo del proyecto Huerta PV. Las abreviaciones corresponden a:* ***NycLat:*** *Nyctinomops laticaudatus,* ***TadBra****: Tadarida brasiliensis,* ***EumPer:*** *Eumops perotis,* ***MyoVel:*** *Myotis velifer,* ***ProCen:*** *Promops centralis,* ***EumUnd:*** *Eumops underwoodi,* ***EumGla:*** *Eumops glaucinus,* ***MolRuf:*** *Molossus rufus,* ***LasNoc:*** *Lasionycteris noctivagans,* ***LasCin:*** *Lasiurus seminolus,* ***NycMac:*** *Nyctinomops macrotis,* ***LasBor:*** *Lasiurus borealis,* ***MyoYum:*** *Myotis yumanensis,* ***CymMex:*** *Cynomops mexicanus,* ***NycFem:*** *Nyctinomops femorosaccus,* ***MolSin:*** *Molossus sinaloae,* ***MyoCal:*** *Myotis californicus,* ***PtePar:*** *Pteronotus parnelli,* ***PtePer:*** *Pteronotus personatus,* ***LasInt:*** *Lasiurus intermedius,* ***NycHum:*** *Nycticeius humeralis,* ***MyoVol:*** *Myotis volans,* ***MolMol:*** *Molussus molossus,* ***BauDub:*** *Bauerus dubiaquercus,* ***ParHes:*** *Parastrellus hesperus,* ***LasBlo:*** *Lasiurus blossevillii,* ***LasEga:*** *Lasiurus ega,* ***LasSem:*** *Lasiurus seminolus,* ***EptFur:*** *Eptesicus furinalis,* ***EptFus:*** *Eptesicus fuscus,* ***PerMac:*** *Peropteryx macrotis.* 194

Figura 135. *Curva de acumulación de especies de murciélagos registradas en el proyecto Huerta PV.* 198

Figura 136. *Sitios donde se implementaron los métodos para registro de mamíferos no voladores, durante las temporadas de secas y lluvias.* 202

Figura 137. *Trampa cámara enfocando hacia una letrina.* 204

Figura 138. *Trampa Sherman, empleada para la captura de mamíferos pequeños (roedores).* 205

Figura 139. *Número de especies por Ordenes registrados durante las campañas de muestreo.* 206

Figura 140. *Número de individuos registrados por especie, durante las campañas de muestreo.* 207
Figura 141. *Número de especies registradas por unidades ambientales.* 208
Figura 142. *Curva de acumulación de especies registradas en el AP y SAR del proyecto.* 209
Figura 143. *Transecto para registro de aves y toma de evidencia fotográfica.* 212
Figura 144. *Ubicación de los transectos para muestreo de aves. La línea roja delimita el AP y la línea amarilla delimita el SAR. La línea verde indica la Línea de Transmisión.* 213
Figura 145. *Número de especies reportadas por cada familia registrada en el AP y SAR del proyecto Huerta durante las dos campañas de muestreo.* 220
Figura 146. *Número de individuos registrados por especie.* 221
Figura 147. *Curva de acumulación de especies durante las campañas de muestreo (secas y lluvias) 2024.* 225
Figura 148. *Localidades ubicadas dentro del Sistema Regional Ambiental del proyecto.* 231
Figura 149. *Localidades cercanas al área del proyecto.* 232
Figura 150. *Proyecciones de población de localidades seleccionadas, 2016-2030 de los municipios del área del SAR. Fuente: CONAPO, 2010.* 233
Figura 151. *Tasa de crecimiento (2016-2030) poblacional en los municipios del área del SAR. Fuente: CONAPO, 2010.* 234
Figura 152. *Pirámide de poblacional.* 235
Figura 153. *Participación de las actividades económicas en el Producto Interno para el estado de Guanajuato y Michoacán 2020. Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales. Producto Interno Bruto por Entidad (PIBE) 2020. Datos preliminares.* 244
Figura 154. *Población emigrante a USA por entidad federativa. Fuente: Cuéntame INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.* 248
Figura 155. *Causas de la migración en el estado de Guanajuato y Michoacán de Ocampo. Fuente: Fuente: Cuéntame INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.* 249
Figura 156. *Núcleos agrarios dentro del SAR.* 252
Figura 157. *Pueblos indígenas en el estado de Guanajuato. Fuente: Atlas de los pueblos indígenas de México. - INPI. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas / INALI.* 254
Figura 158. *Pueblos indígenas en el estado de Michoacán. Fuente: Atlas de los pueblos indígenas de México. - INPI. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas / INALI.* 255
Figura 159. *Sitio arqueológico Peralta. Fuente: Sistema de Información Cultural (SIC México).* 257
Figura 160. *Sitio arqueológico Cañada de la Virgen. Fuente: Sistema de Información Cultural (SIC México).* 257
Figura 161. *Sitio arqueológico El Cóporo. Fuente: Sistema de Información Cultural (SIC México).* 258
Figura 162. *Sitio arqueológico Plazuelas. Fuente: Sistema de Información Cultural (SIC México).* 259
Figura 163. *Sitio arqueológico Arroyo seco. Fuente: Sistema de Información Cultural (SIC México).* 260
Figura 164. *Sitio arqueológico Tres Cerritos. Fuente: INAH.* 261
Figura 165. *Sitio arqueológico Huandacareo. Fuente: INAH.* 262
Figura 166. *Sitio arqueológico Tingambato. Fuente: INAH.* 263
Figura 167. *Sitio arqueológico Tzintzuntzan.* 264
Figura 168. *Sitio arqueológico Ihuatzio. Fuente: INAH.* 265
Figura 169. *Sitio arqueológico San Felipe Los Alzati. Fuente: INAH.* 266

Figura 170. *Distancia de los sitios arqueológicos respecto del SAR.* 267
Figura 171. *Diagrama de puntos de observación de una cuenca visual.* 270
Figura 172. *Mapa de visibilidad del proyecto.* 272
Figura 173. *Calidad visual intrínseca del paisaje del SAR.* 276
Figura 174. *Fragilidad visual intrínseca del paisaje del SAR.* 280
Figura 175. *Representación visual de los valores de criticalidad existentes en el SAR del proyecto.* 297
Figura 176. *Distribución de los USV para la serie IV en el SAR.* 300
Figura 177. *Distribución de los USV para la serie VII en el SAR.* 301
Figura 178. *Mapa de Integridad Ecosistémica del país elaborado por la CONABIO.* 303
Figura 179. *Integridad Ecosistémica existente en el SAR del proyecto.* 304
Figura 180. *Escala para la emisión del diagnóstico con base en índices de criticalidad.* 306

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) tiene como objeto definir un espacio finito de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación de impacto ambiental concordante con la dimensión del proyecto que se valora. Tal delimitación puede ser definida por los límites naturales de los ecosistemas que circundan el proyecto; por lo tanto, el SAR para el Proyecto Fotovoltaico Huerta FV se realizó considerando la naturaleza del proyecto, su dimensión, el sitio donde se ubicará, así como también tomando en cuenta sus posibles interacciones con los procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos.

Como lo menciona la guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional (SEMARNAT, 2022), el diseño del SAR "equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental", misma que debe estar basada en un sistema que permita analizar y entender la dinámica de los ecosistemas circundantes a la zona en donde se instalará el proyecto; por lo cual como paso inicial se sugiere que dicho análisis para obtener el SAR puede llevarse a cabo delimitando analítica y gráficamente una región que considere homogeneidad relativa y continuidad en sus componentes, mismos que interactuarán en espacio y tiempo; todo esto, mediante la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales afines (SEMARNAT, 2022).

Para obtener las unidades espaciales que interaccionan entre sí y mediante ello establecer los límites del SAR se decidió tomar como referencia el método paisajístico de la geografía, el cual busca integrar atributos ambientales del medio y a su vez realizarles un análisis para establecer una clasificación jerárquica; por lo que según Priego *et al*. (2008), los paisajes pueden definirse por un principio histórico-evolutivo y uno estructural-genético. El principio histórico-evolutivo menciona que un paisaje ha evolucionado conjuntamente a través de millones de años, por lo que los componentes más estables en este principio incluyen la litología, la estructura geológica y el tipo de clima, siendo éstos los elementos relacionados con la génesis del paisaje. El principio estructural-genético implica que las entidades geográficas poseen una estructura definida y son resultado de un proceso de formación, teniendo una jerarquía determinada por la geología, las geoformas (relieve), las condiciones hidroclimáticas, la edafología y la biota (vegetación y uso de suelo) (Priego *et al*. 2008).

Al seguir ambos principios, se garantiza que el análisis del paisaje incluye tanto los componentes naturales y antrópicos; con lo cual se obtendrá una jerarquía debidamente fundamentada.

Con base en lo anterior, se toman como **unidades superiores de paisaje**, todas aquellas conformadas por la litología, el relieve y el tipo de clima. Posteriormente, una subdivisión de estas es considerada al agregar edafología y uso de suelo y vegetación existente, con lo cual se obtendrán las **unidades inferiores del paisaje,** mismas que permiten dividir la superficie que se está analizando.

Para establecer mediante Unidades de Paisaje los límites del SAR para el Proyecto Fotovoltaico Huerta FV se decidió emplear el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcMap 10.8, en donde fueron procesados datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), IG-UNAM-INE-SEMARNAT y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); correspondiente a información como Relieve, Geología, Clima, Edafología, Uso del suelo y vegetación (Serie VII). Todos los datos antes mencionados fueron trabajados en una proyección UTM zona 14 Norte con Datum WGS84.

Los pasos que se siguieron para llevar a cabo la delimitación del SAR comenzaron con generar las unidades superiores de paisaje (*Figura 1*) y después las unidades inferiores (*Figura 2*). Todas las capas utilizadas se intersectaron y al resultado se le aplicó un área mínima cartografiable, excluyendo los polígonos que tuvieran una superficie menor a 1 km^2

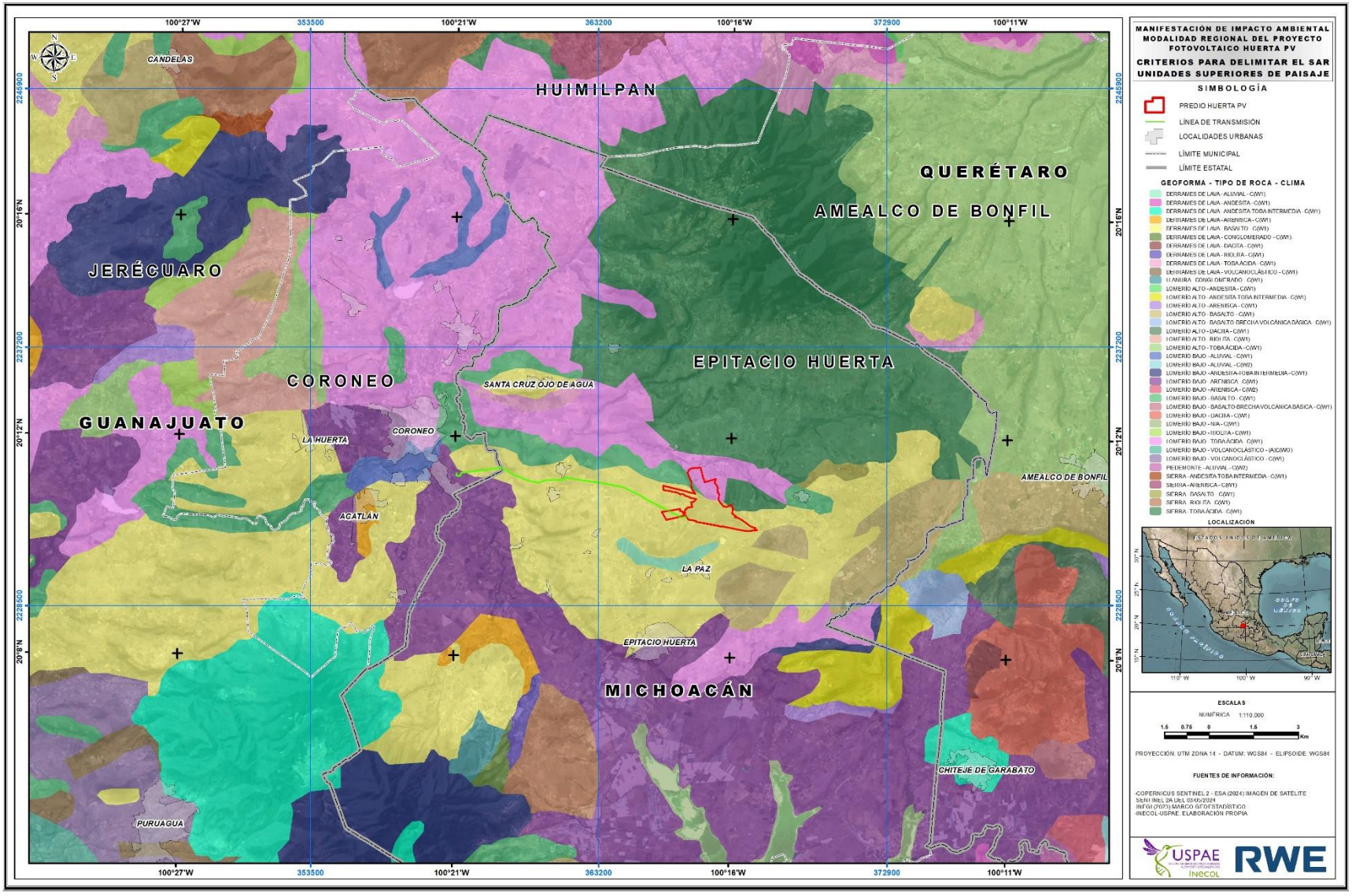


Figura 1. Unidades Superiores de Paisaje en las inmediaciones del Proyecto Fotovoltaico Huerta FV.

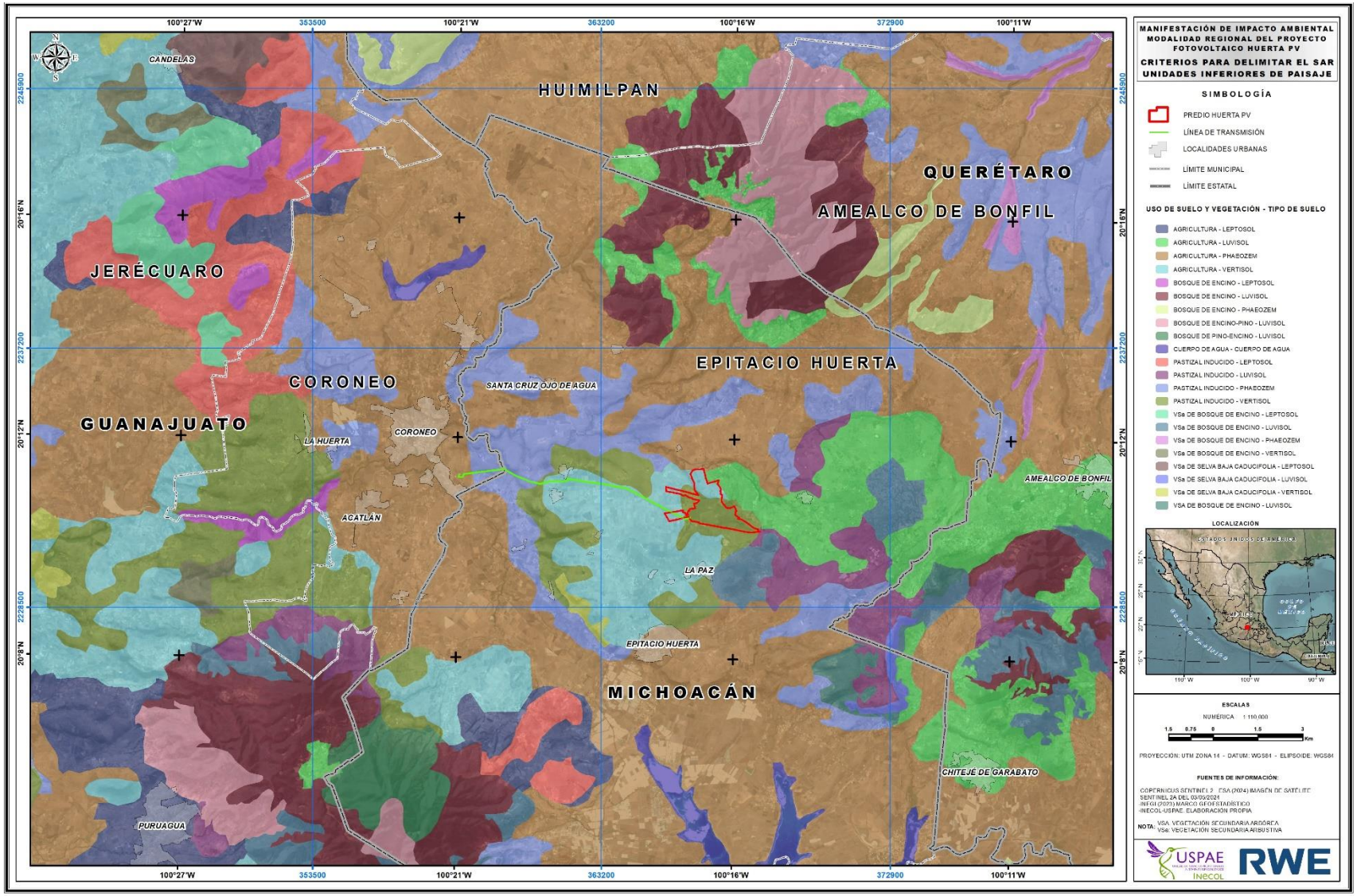


Figura 2. Unidades Inferiores de Paisaje en las inmediaciones del Proyecto Fotovoltaico Huerta FV.

Posteriormente se seleccionaron las unidades de paisaje que incidían sobre el predio del Proyecto Fotovoltaico Huerta FV y en un radio de 6 km, para después volver a seleccionar todas aquellas que presentaban una homogeneidad constante a lo largo de la región que representara las características similares al área donde se localiza el proyecto. Dichas características pertenecen a la interrelación de las variables que se presentan en el *Cuadro 1*.

Cuadro 1. Características físicas que permitieron obtener las unidades de paisaje circundantes al proyecto

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
LITOLOGÍA	Depósito Aluvial, Andesita-Toba intermedia, Arenisca, Basalto, Basalto-Brecha volcánica básica, Riolita, Toba ácida
RELIEVE	Derrames de lava, Lomerío alto, Lomerío bajo, Sierra
CLIMA	C(w1)
EDAFOLOGÍA	Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Vertisol
USO SUELO Y VEGETACIÓN	Agricultura, Bosque de encino, Bosque de pino-encino, Pastizal inducido, Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

Como resultado se obtuvo una poligonal como una primera propuesta de SAR (*Figura 3*). Sin embargo, dicho polígono resultó ser muy extenso tomando en cuenta que ciertos límites estaban ubicados a una gran distancia del proyecto (en promedio 14 km), no existiendo una transferencia directa de flujos de materia y energía del proyecto con las áreas más lejanas incluidas en la primera propuesta de SAR; por lo que se tomó la decisión de acotar más los límites del SAR considerando ahora elementos de regulación ambiental para obtener una delimitación del SAR más robusta. Entre estos elementos están: Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias, AICAS, Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales, Sitios Ramsar, Microcuencas y Ordenamientos Ecológicos. Estas capas temáticas fueron obtenidas de CONABIO, FIRCO, INEGI, CONANP y de los Gobiernos Estatales para el caso de los Ordenamientos Ecológicos. Toda esta información fue previamente pre-procesada y trabajada con una proyección UTM zona 14 Norte con Datum WGS84.

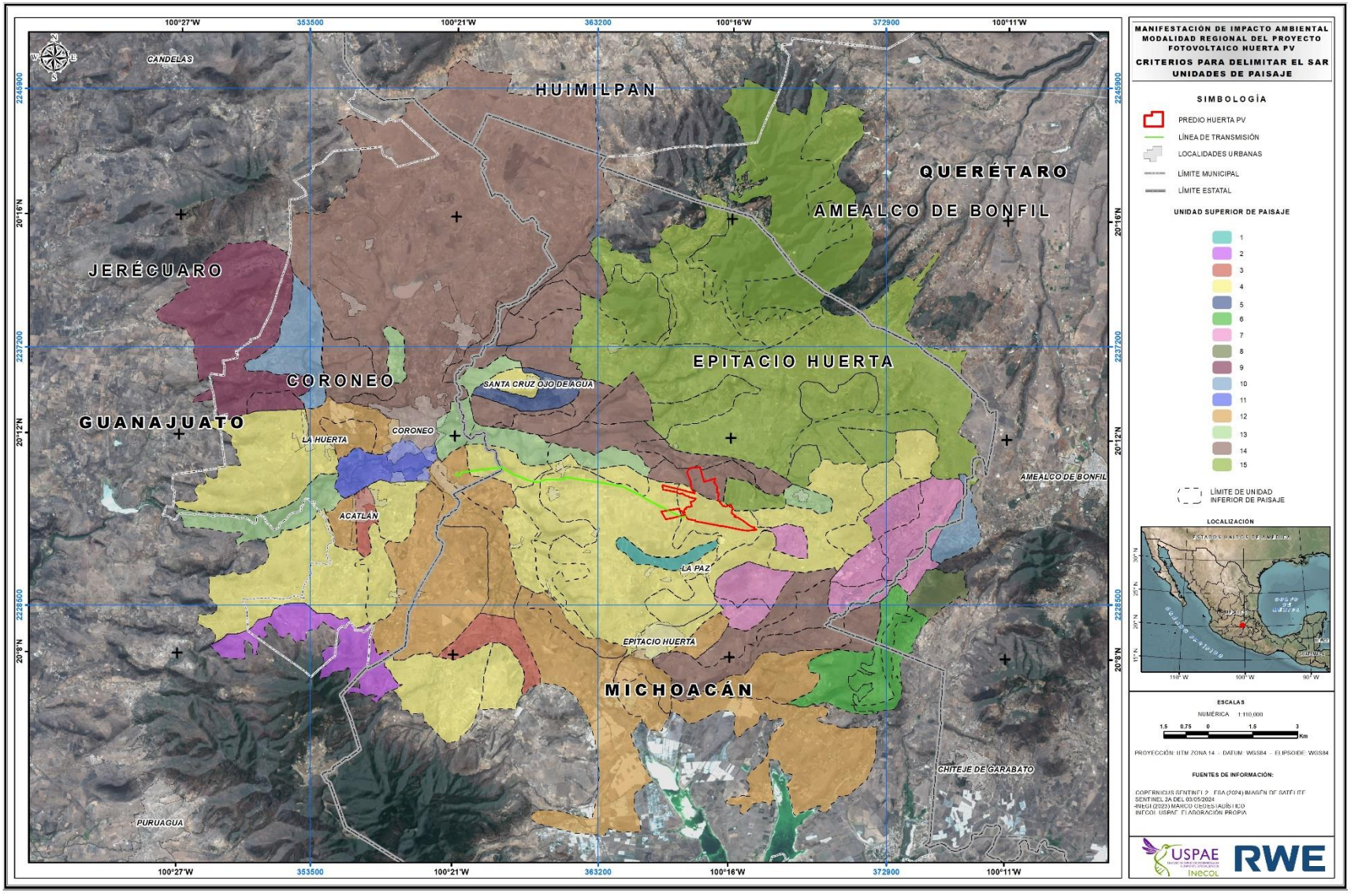


Figura 3. Delimitación del SAR considerando solamente unidades de paisaje (UP).

A la delimitación del SAR obtenida mediante las unidades de paisaje se integraron las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), encontrando que estas se presentan al interior del SAR previamente definido y a su vez pueden servir como límite de este, para lo cual se empleó una porción del límite de la región Lagos-Cráter del Valle de Santiago (*Figura 4*).

Después de haber considerado a las RHP para delimitar al SAR, se tomó la decisión de verificar las poligonales de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) y las Regiones Terrestres Prioritarias, encontrando que estas delimitaciones no presentan incidencia directa con el SAR previamente definido ni mucho menos con el predio del proyecto y/o sus inmediaciones, por lo que fueron desechadas como elementos para acotar al SAR. De igual manera se verificaron otros instrumentos de regulación ambiental importantes, por lo que se cotejaron las poligonales de las Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales, así como también de los sitios Ramsar, constatando que dichos elementos no presentan interacción al interior del SAR previo o que se localicen cerca de la poligonal del SAR; no siendo posible emplearlos como elementos para acotar al SAR, por lo que se omitieron como un criterio para su delimitación.

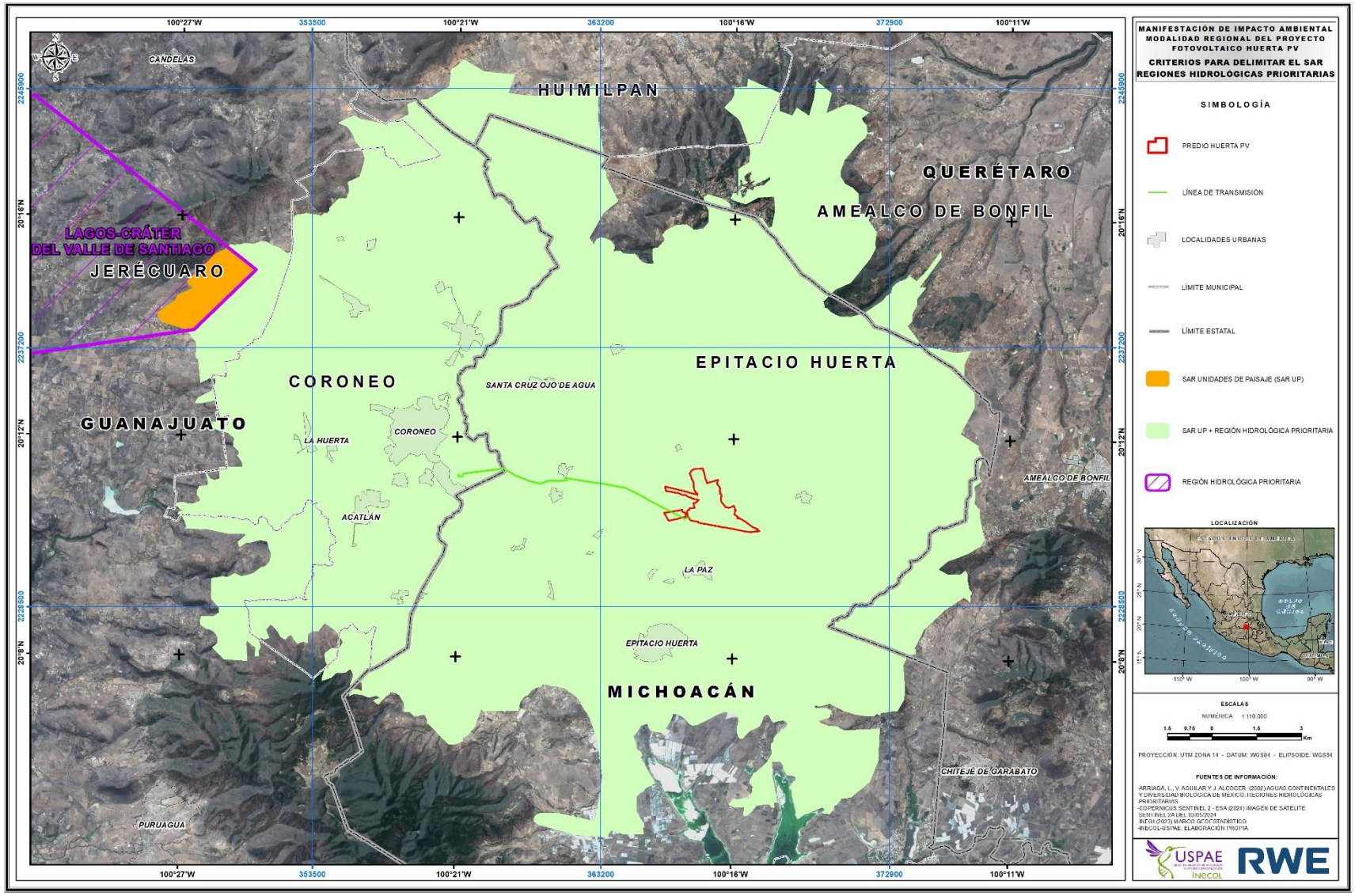


Figura 4. Criterios y elementos para la delimitación del SAR (Regiones Hidrológicas Prioritarias).

Para la delimitación de la poligonal del SAR del proyecto también se consideraron los límites de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) de los diversos Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial decretados que presentan incidencia sobre el área del proyecto y la región; esto, por ser el Ordenamiento Ecológico un instrumento de regulación ambiental en donde las UGA en sí mismas ya son un sistema de unidades homogéneas con elementos antrópicos y naturales.

Se obtuvieron los siguientes instrumentos de política ambiental para este análisis:

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
- Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán
- Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato
- Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro
- Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de Coroneo, Guanajuato

Como primer paso, se emplearon las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), corroborando que el SAR previamente definido está inmerso dentro de dos UGA. Sin embargo, debido a la conformación de las mismas UGA se detectó que en la porción sureste, una de estas se podría emplear para delimitar al SAR, por lo que se decidió utilizar sus límites para acotar al SAR.

Por otro lado, cabe mencionar que se identificó que las UGA del Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán también presentan incidencia al interior del SAR previo, por lo que se tomó la decisión de emplearlas para acotar los limites en su porción suroeste, por lo que fueron consideradas 4 UGA. Después de ello fueron desplegadas las UGA del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato, constatando que 3 UGA presentaban coincidencia con la poligonal del SAR previamente delimitada en su porción suroeste y noroeste, por lo que fueron empleados dichos límites de UGA.

De la misma manera, y mediante el apoyo de las UGA del Ordenamiento Estatal de Querétaro se ajustó el SAR previamente delimitado en la porción norte y noreste, por lo que fueron empleadas todas las UGA que mostraron coincidencia con el límite estatal del estado de Querétaro (9 UGA), todo ello partiendo del supuesto de que el proyecto y sus obras no presentan interacción alguna con algún municipio de Querétaro.

Un ordenamiento territorial que también es importante en la región corresponde al Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca, el cual fue obtenido y verificado respecto a la poligonal del SAR previamente establecido, con lo que se pudo constatar que sus UGA presentaban incidencia al interior del SAR; por lo que tomó la decisión de emplearlo para ajustar los límites del SAR, utilizando para ello 12 límites de las UGA de dicho ordenamiento territorial.

Otro ordenamiento territorial que también presentó coincidencia con el SAR delimitado correspondió al Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de Coroneo, Guanajuato; pues se apreció que la porción occidental del mismo permitía ajustar al SAR. Por lo que fueron empleadas dos Unidades de Gestión Ambiental para acotar la poligonal del SAR.

Finalmente, en la *Figura 5* se puede apreciar la delimitación del SAR considerando los Ordenamientos Territoriales.

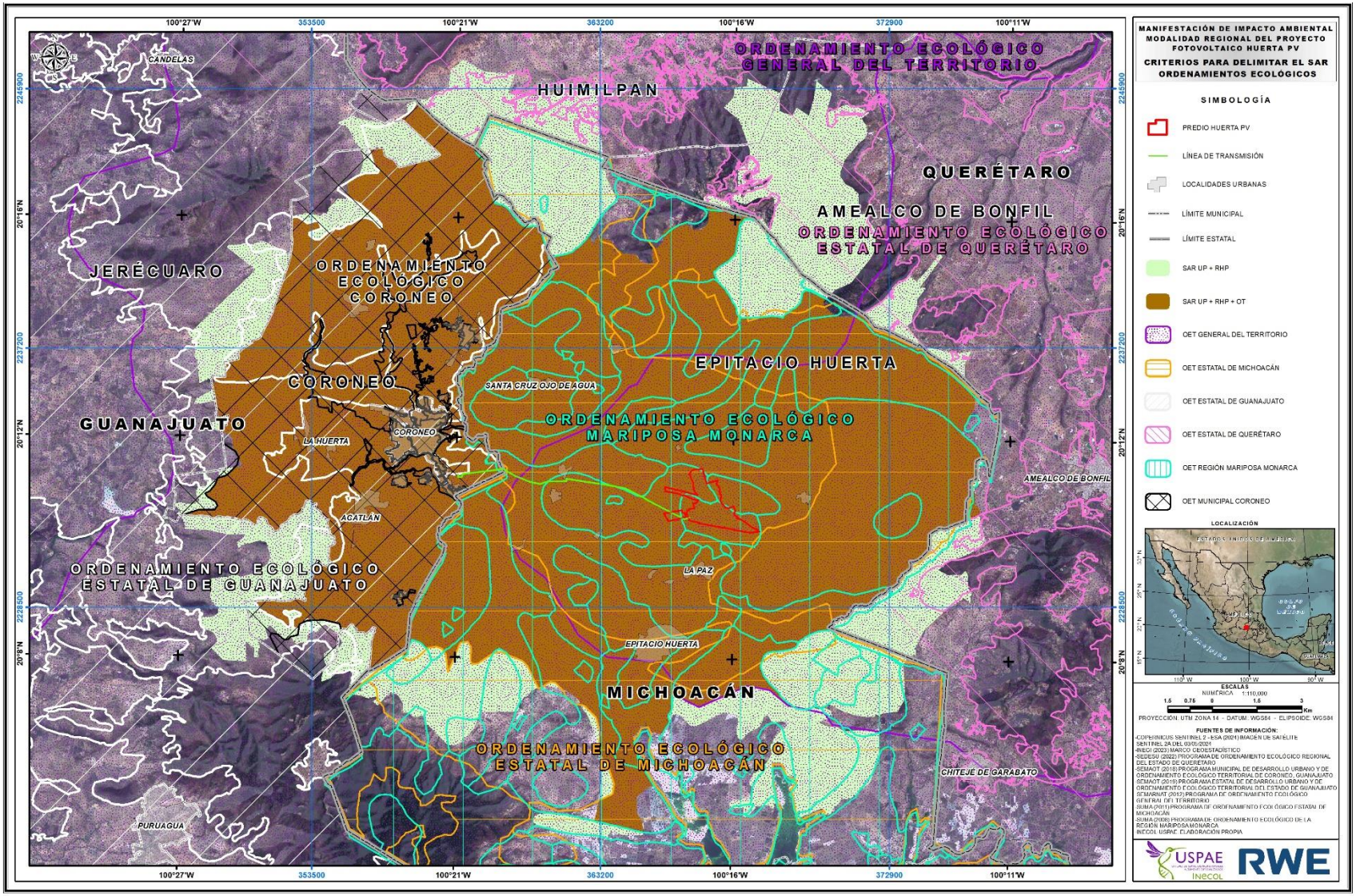


Figura 5. Criterios y elementos para la delimitación del SAR (Ordenamientos Ecológicos Territoriales).

El siguiente criterio que se utilizó para la delimitación del SAR fueron las microcuencas. Estas ayudaron a delinear la poligonal del SAR principalmente en su porción sur, oeste y norte, con lo que el SAR quedó de mejor manera acotado al área del proyecto. Cabe hacer la pertinente aclaración de que se comenzó por verificar las microcuencas definidas por FIRCO (2002), encontrando que algunas de estas delimitaban al SAR previo en pequeñas porciones principalmente hacia la parte oeste y sur, sin embargo; el SAR seguía siendo muy extenso respecto al predio del proyecto debido a las grandes dimensiones de las mismas microcuencas, producto de la escala de trabajo con las que fueron diseñadas, por lo que estas fueron empleadas mínimamente para acotar al SAR. Considerando lo anteriormente expuesto, se tomó la decisión de generar microcuencas de forma automatizada mediante el Software ArcMap 10.8 con la extensión Watershed Delineation Tools, ello, para obtener una delimitación más robusta del SAR. La ventaja de emplear la herramienta Watershed Delineation Tools radica en que esta permite al usurario definir el tamaño de las microcuencas resultantes, con lo que es posible obtener límites de cuencas de dimensiones reducidas. Para obtener dichas microcuencas se procesó un Modelo Digital de Elevación de INEGI a 30m de resolución espacial. De esta manera la poligonal del SAR pudo quedar más acorde al área del proyecto ya que las microcuencas permitieron a su vez emplear de nueva cuenta los limites definidos por las unidades de paisaje en la fracción sur de la poligonal del SAR (*Figura 6*).

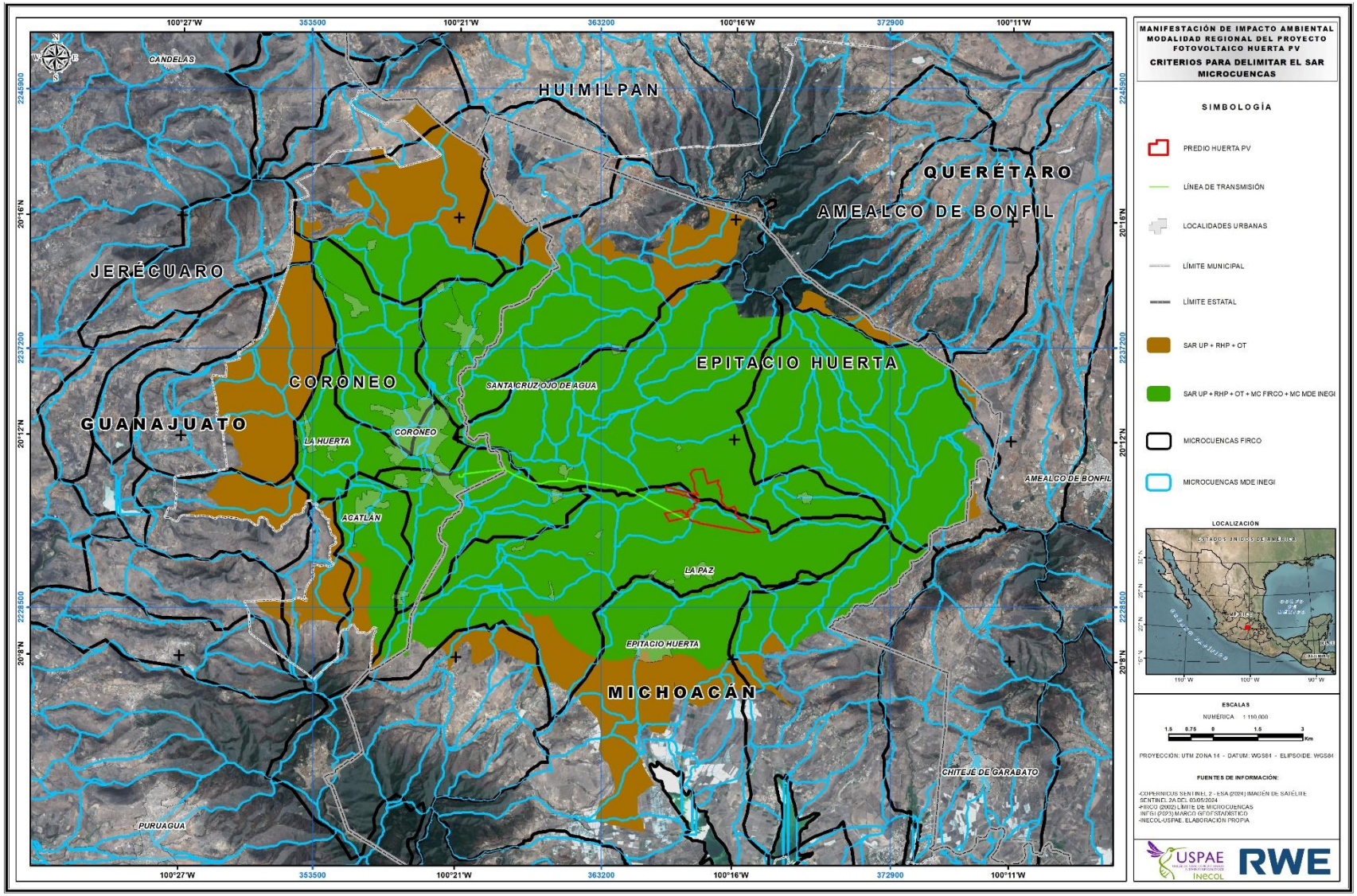


Figura 6. Criterios y elementos para la delimitación del SAR (Microcuencas).

Del análisis de sobreposición descrito anteriormente se llegó a la siguiente delimitación del SAR del Proyecto Fotovoltaico Huerta FV:

Hacia el Norte se delimitó principalmente por las Microcuencas de FIRCO e INEGI, Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca y del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro.

En el extremo Este, el límite del SAR lo establecieron principalmente las Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, así como también del límite estatal del estado de Querétaro, las Unidades de Paisaje y las Microcuencas de FIRCO.

Por el Sur fue empleado el límite generado en conjunto por las Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca y del Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán, Unidades de Paisaje, así como mínimamente por las Microcuencas de FIRCO e INEGI.

Y hacia el Oeste, las Unidades de Paisaje se emplearon como los principales linderos para conformar el SAR; seguido de las Microcuencas FIRCO y una pequeña porción de las Unidades de Gestión Ambiental del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de Coroneo, Guanajuato.

El *Cuadro 2* muestra de manera resumida los elementos que fueron considerados para delimitar al SAR, así como también los que fueron desechados.

Cuadro 2. Lista de elementos que se usaron y que fueron eliminados para delimitar el SAR.

ELEMENTOS PARA DELIMITAR EL SAR DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO HUERTA FV	
CONSIDERADOS	**DESECHADOS**
Unidades de Paisaje	ANP Federal
Microcuencas	ANP Estatales
Regiones Hidrológicas Prioritarias	AICA
UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Sitios Ramsar
UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán	Regiones Terrestres Prioritarias
UGA del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato	
UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro	
UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Mariposa Monarca	
UGA del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de Coroneo, Guanajuato	

Como resultado de este análisis espacial, el Sistema Ambiental Regional del Proyecto Fotovoltaico Huerta FV corresponde a un polígono irregular con una superficie de 248.389 km^2 y está conformado por 765 vértices (*Figura 7*; Anexo IV.1). Adicionalmente el *Cuadro 3* contiene la superficie del SAR, área de influencia del proyecto (su descripción se presenta en el siguiente apartado) y la superficie del proyecto (indicada en el capítulo II de la presente MIA).

Cuadro 3. Superficies en kilómetros cuadrados y hectáreas del proyecto, área de influencia y SAR

ZONA	SUPERFICIE	
	KM2	HECTÁREAS
Superficie del proyecto	1.431	143.115
Área de influencia	2.562	256.158
SAR	248.389	24,838.922

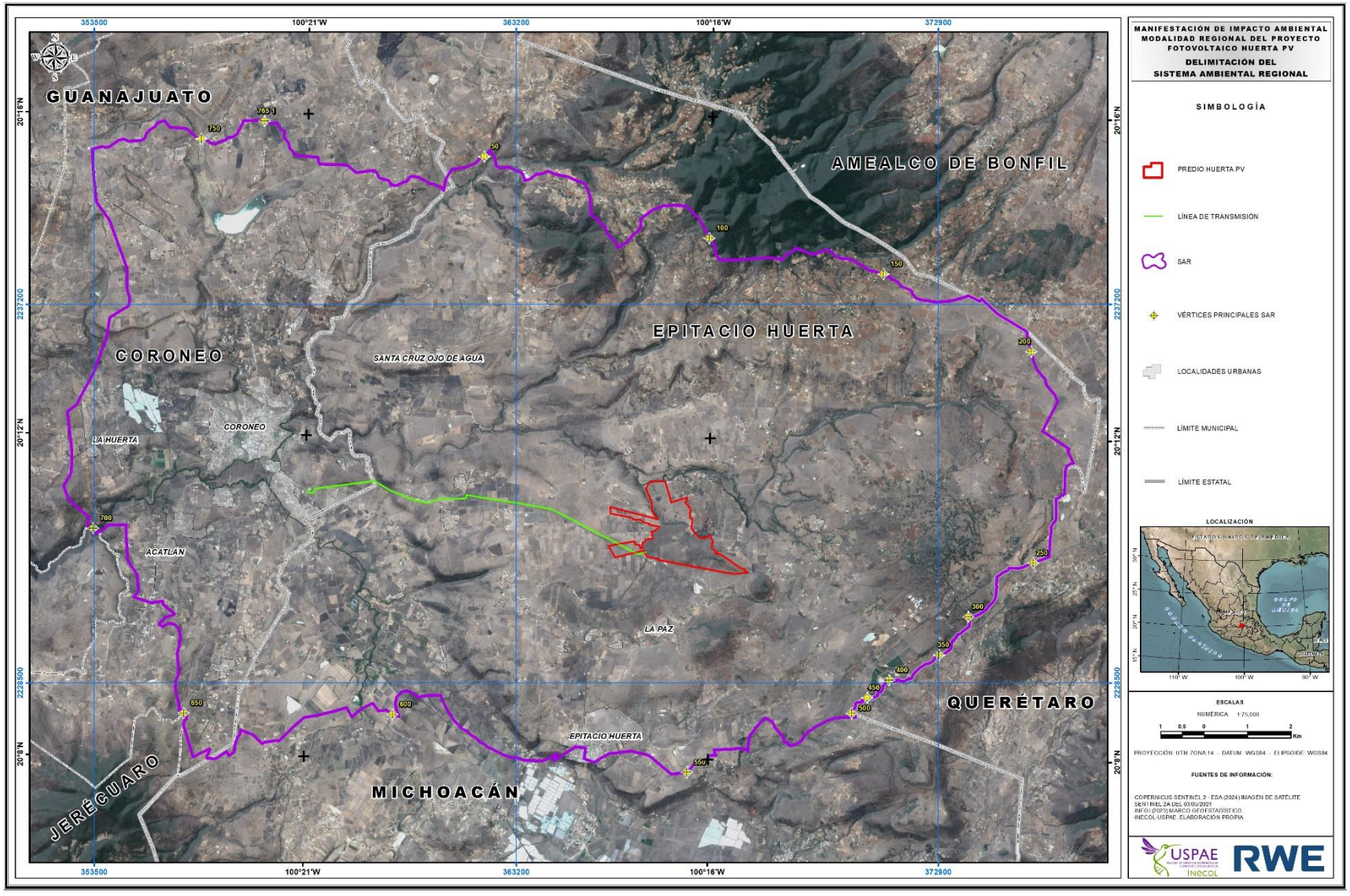


Figura 7. Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Para obtener el Área de Influencia (AI) del proyecto se tomaron en consideración sus dimensiones, obras y la superficie en donde pudieran manifestarse efectos de los impactos ambientales significativos (tanto los positivos como los negativos) que pueden ocurrir por la implementación y operación del proyecto.

En primera instancia se consideraron las obras que integran el proyecto. Estas comprenderán principalmente el área y módulos fotovoltaicos, subestación eléctrica, zanjas de media tensión, centros de transformación, caminos internos, derecho de vía de la línea de transmisión, campamento de faenas y cuarto de control. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción de estas obras se pueden pronosticar algunos impactos significativos a los componentes atmosférico, suelo, hidrológico y vegetación.

Para el componente ambiental atmosférico, los polvos y emisiones generadas por el uso de maquinaria, equipo motorizado y el movimiento de material no causará afectaciones de importancia fuera del predio del proyecto y del derecho de vía de la línea de transmisión. En el caso del material particulado, se considera que la dispersión de estos será mínima, por lo que para reducir aún más la dispersión de las partículas se buscarán realizar medidas para mitigar la afectación, misma que no se presentará más allá del derecho de vía de la línea de transmisión y predio del proyecto. Para el caso de las emisiones, se considera que los vehículos contarán con verificaciones constantes y mantenimiento que asegure que cumplan las NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-050-SEMARNAT-2018.

El componente agua se considera en la delimitación del AI por estar asociado a la modificación de los patrones de escorrentía, infiltración y la calidad de sus características fisicoquímicas, por lo que para asegurar que el flujo de las escorrentías siga su curso natural la ingeniería de detalle contempla obras de drenaje, así como el adecuado manejo de los residuos sólidos, líquidos y de manejo especial.

En el caso del suelo, se prevé un impacto ambiental principal cuyo radio de afectación puede ser contenido dentro del derecho de vía de la línea de transmisión y predio del proyecto, el primer impacto y con mayor potencial de ocurrir es la erosión hídrica y eólica. Al realizar el desmonte/despalme de la vegetación para edificar las obras pueden presentarse procesos de erosión, por lo que para contrarrestar este efecto adverso mismo que será puntualizado dentro del derecho de vía y/o área de obras/predio del proyecto se llevarán a cabo acciones para controlar la erosión; tales como recuperación y posterior acomodo de suelos en sitios seleccionados, en donde después se colocará una cubierta protectora vegetal con el material vegetal removido; con lo que el suelo quedará menos expuesto a los procesos erosivos.

Posteriormente todas las obras fueron cargadas en el SIG y se pudo corroborar que todas se ubican al interior del predio del proyecto, y en el caso de la línea de transmisión, se observó de la misma manera que ninguna obra queda comprendida fuera de esta misma superficie; por lo que los efectos directos por la implementación del proyecto se restringirán a todas estas zonas anteriormente señaladas.

Partiendo de las zonas previamente mencionadas fue necesario unificar dichas superficies en el software ArcMap 10.8, con lo que se obtuvo una sola poligonal, la cual está conformada por el predio del proyecto y el derecho de vía de la línea de transmisión.

Finalmente se llegó a la delimitación del Área de influencia del proyecto, la cual tiene una superficie de 2.562 km^2 y está formada por 282 vértices (*Figura 8*) y Anexo IV.2. Como ya se mencionó, esta incluye la poligonal del predio del proyecto y el derecho de vía de la línea de transmisión; zonas en donde se prevé se presenten los impactos significativos por las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto.

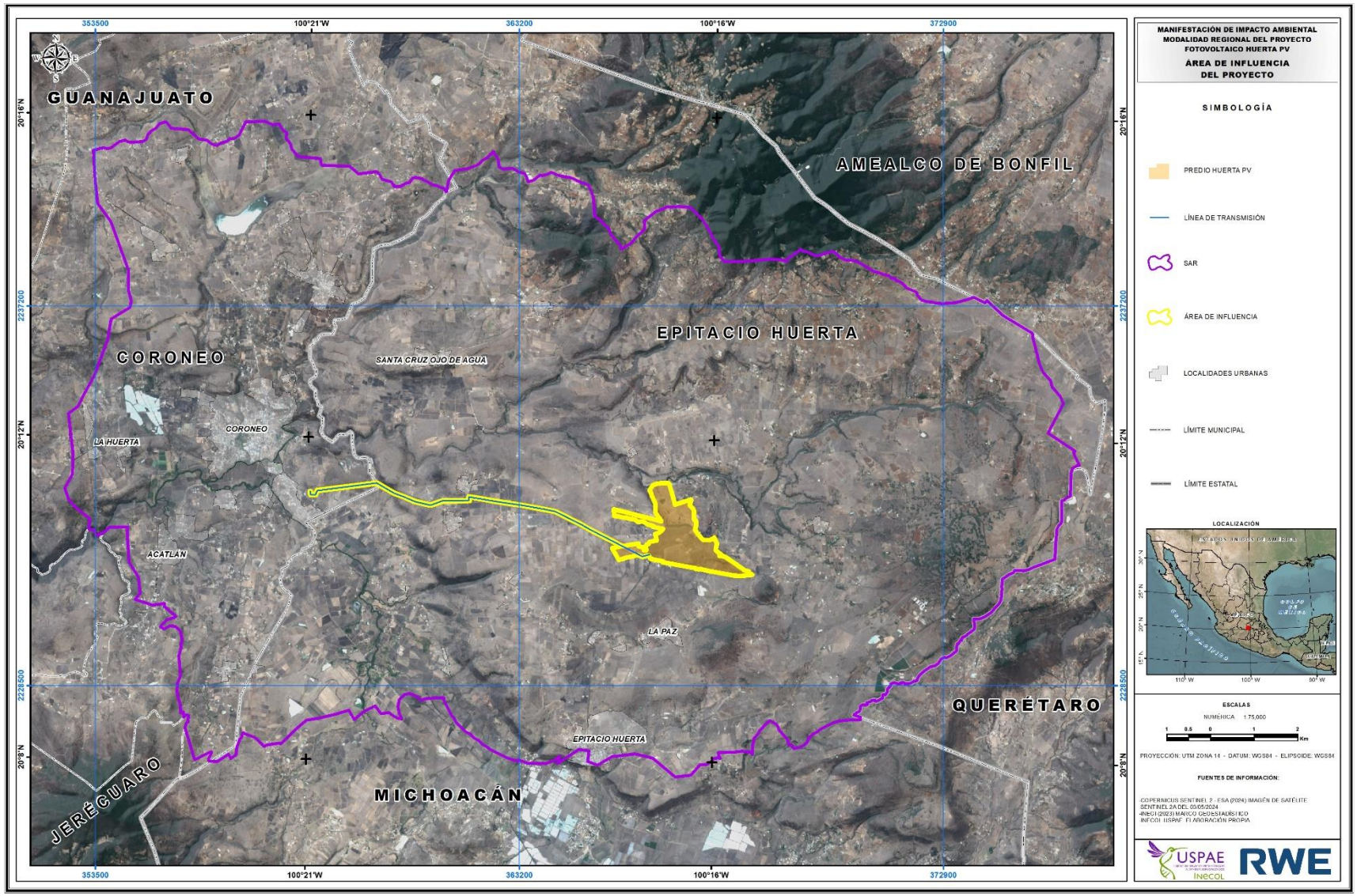


Figura 8. Área de influencia del Proyecto Fotovoltaico Huerta FV.

IV.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR

IV.3.1. MEDIO ABIÓTICO

IV.3.1.1 CLIMA

Se presenta una descripción del clima del Sistema Ambiental Regional (SAR) a partir de las normales climatológicas 1991-2020 (SMN, 2024) de una estación meteorológica: Coroneo, Guanajuato, ubicada en el municipio del mismo nombre (*Cuadro 4*). Las normales incluyen temperatura y precipitación media y máxima, número de días con precipitación, tormentas eléctricas, granizo y niebla, entre otros registros.

Aunque existen otras estaciones climatológicas en las inmediaciones del SAR, la estación de Coroneo, Guanajuato cuenta con el registro continuo de datos más completo para la descripción del tipo de clima de la región, además de que la totalidad del SAR presenta una sola variante de los tipos de clima, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), como se verá más adelante.

Cuadro 4. Ubicación de estaciones climatológicas al interior del SAR.

NO.	ESTACIÓN	ESTACIÓN SMN	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
1	Coroneo, Guanajuato	11012	20.1983 ° N	100.3633 ° W	2271 msnm
2	Epitacio Huerta, Michoacán	16233	20.14916 ° N	100.2972 ° W	2503 msnm

Una vez seleccionada la estación climatológica se obtuvieron las Normales Climatológicas actualizadas durante el periodo de 1991-2020 (*Cuadro 6*).

Tipo de clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), se presentan solamente un tipo de clima en el SAR: templado subhúmedo C(w1) (*Figura 9*).

Cuadro 5. Descripción de los tipos de clima presentes en el SAR.

TIPO	DESCRIPCIÓN
C(w1)	Templado, subhúmedo, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más cálido bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Cuadro 6. Normales Climatológicas 1991-2020 Coroneo, Guanajuato.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temp. Máx. extrema	36	37	37	35	39	34.5	33	30	32	33	34	29	39.0
Promedio de máxima	22.7	24.1	26.1	28	28.5	26.5	24.3	24.4	24	23.9	23.7	23.3	25.0
Temperatura media	13.1	14.2	16.1	18	19.3	18.9	17.7	17.7	17.3	16.4	15	13.6	16.4
Promedio de mínima	3.6	4.2	6.1	8	10	11.3	11.1	11	10.7	8.9	6.2	3.9	7.9
Temp. Mín. extrema	-5	-2.5	-3	2	2	5.5	1	5.5	1	-0.5	-4	-5.5	-5.5
Precipitación media	11.6	11	18.7	15.4	44.1	109.2	133	115.1	107.5	46.4	14.8	5.2	632.0
Precip. máx. mensual	99.5	83.9	183.4	57.5	158.9	267.5	367.2	250	217.8	136.8	73.5	31.2	367.2
Precip. máxima 24 hrs	40.5	30.7	73.5	44.5	50	64	70.4	86	83.4	63.5	29.9	19	86.0
Evaporación media	107.9	125.1	171.7	181.7	188.6	162.4	150.4	147.2	129	131.2	114.3	110	1719.5

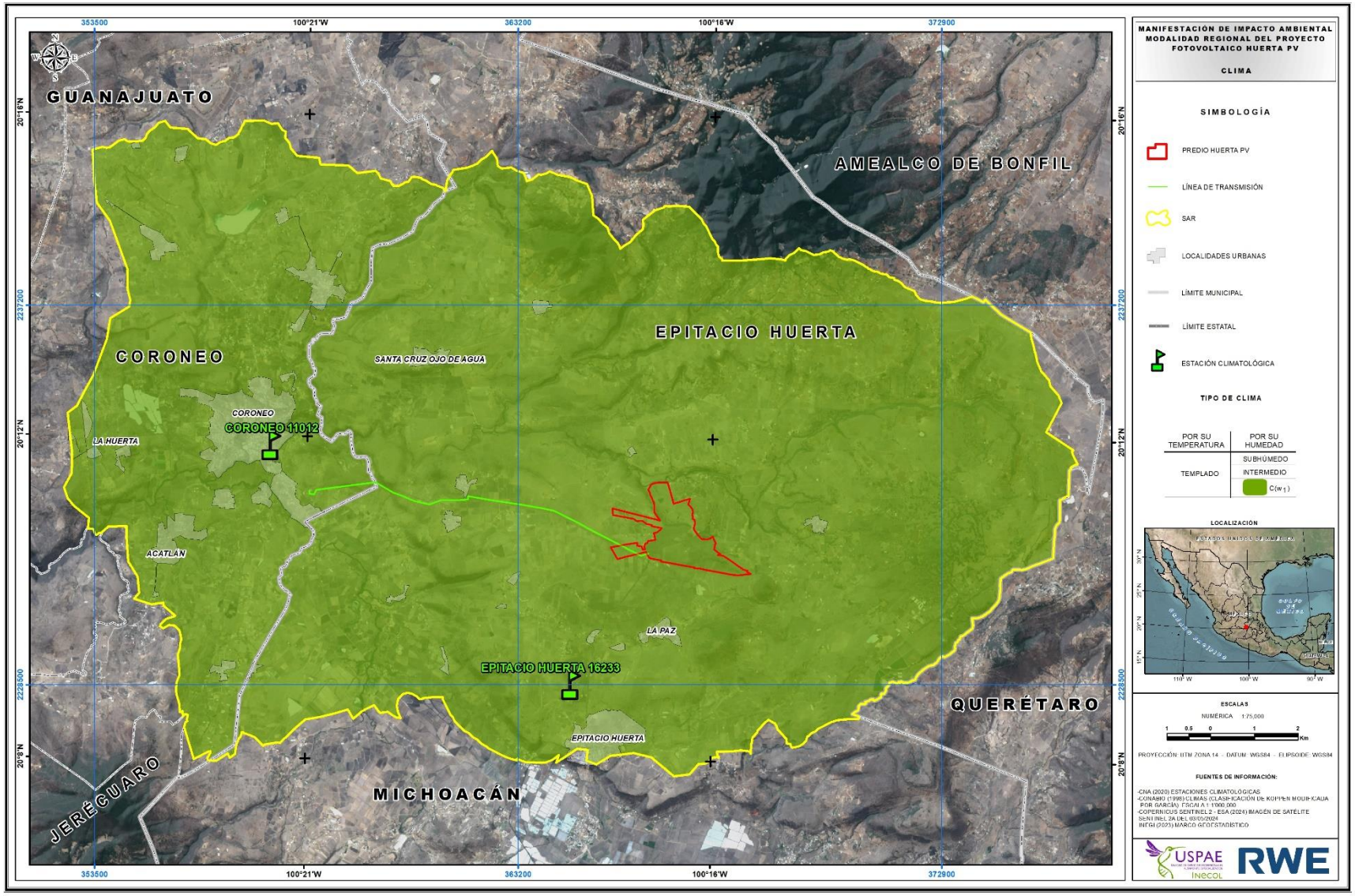


Figura 9. Tipo de clima en el SAR.

Temperatura

De acuerdo con las Normales Climatológicas 1991-2020, la temperatura media anual de la estación Coroneo, Guanajuato, es de 16.4°C. La temperatura media mensual más baja es de 13.1°C en el mes de enero, mientras que la más alta es 19.3°C en mayo, por lo que con oscilación de 6.2°C, el sitio se puede considerar como de poca oscilación térmica.

La temperatura máxima extrema más alta registrada es de 39°C en mayo, mientras que la temperatura mínima extrema más baja es de -5.5°C en diciembre.

El climograma o diagrama ombrotérmico de acuerdo con el índice de Gaussen de la estación de Coroneo, Guanajuato se presenta en la *Figura 10*.

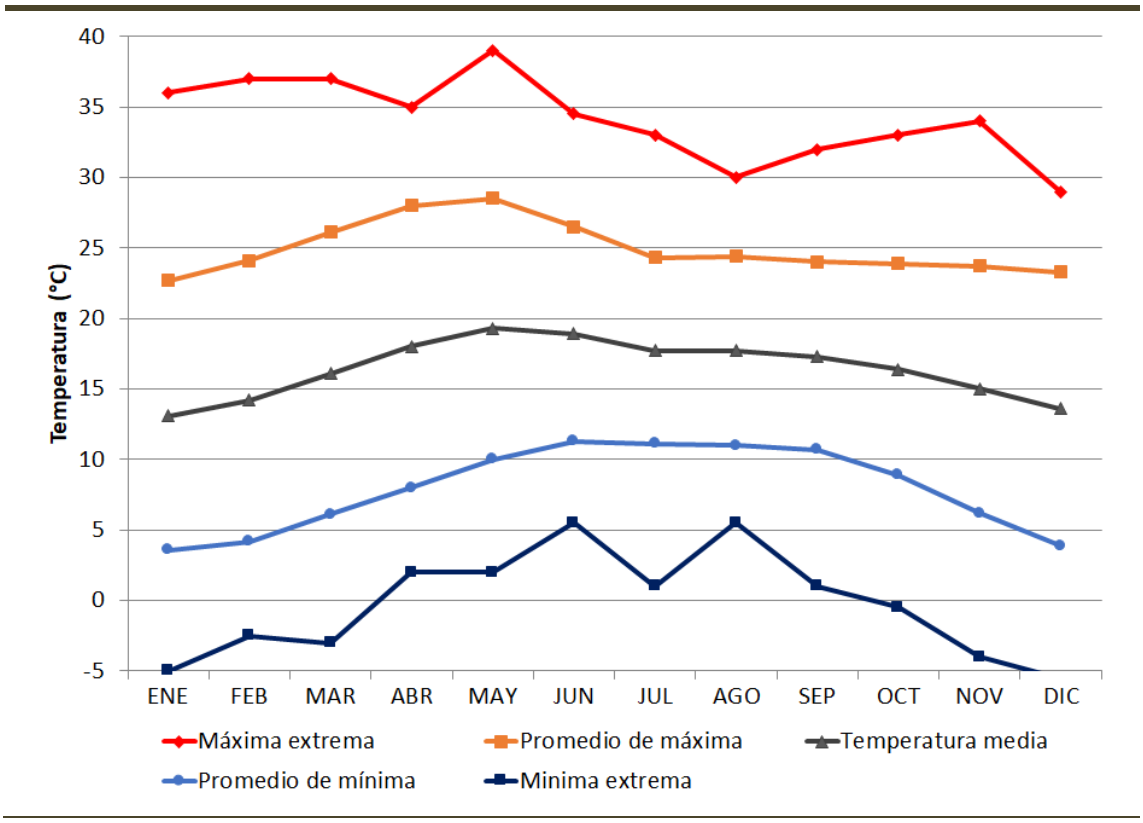


Figura 10. Diagrama ombrotérmico (índice Gaussen) estación Coroneo, Guanajuato. 1991-2020. SMN, 2024.

Precipitación

Como ya se ha mencionado, la región se considera de tipo de clima templado subhúmedo, y presenta una precipitación media anual de 632 mm, con una media mensual que va desde 5.2 mm en diciembre hasta los 133 mm en el mes de julio. Sin embargo, la precipitación máxima mensual de la misma estación alcanza los 367.2 mm en el mismo mes de julio y los 86 mm en un periodo de 24 horas en el mes de agosto (*Figura 11*).

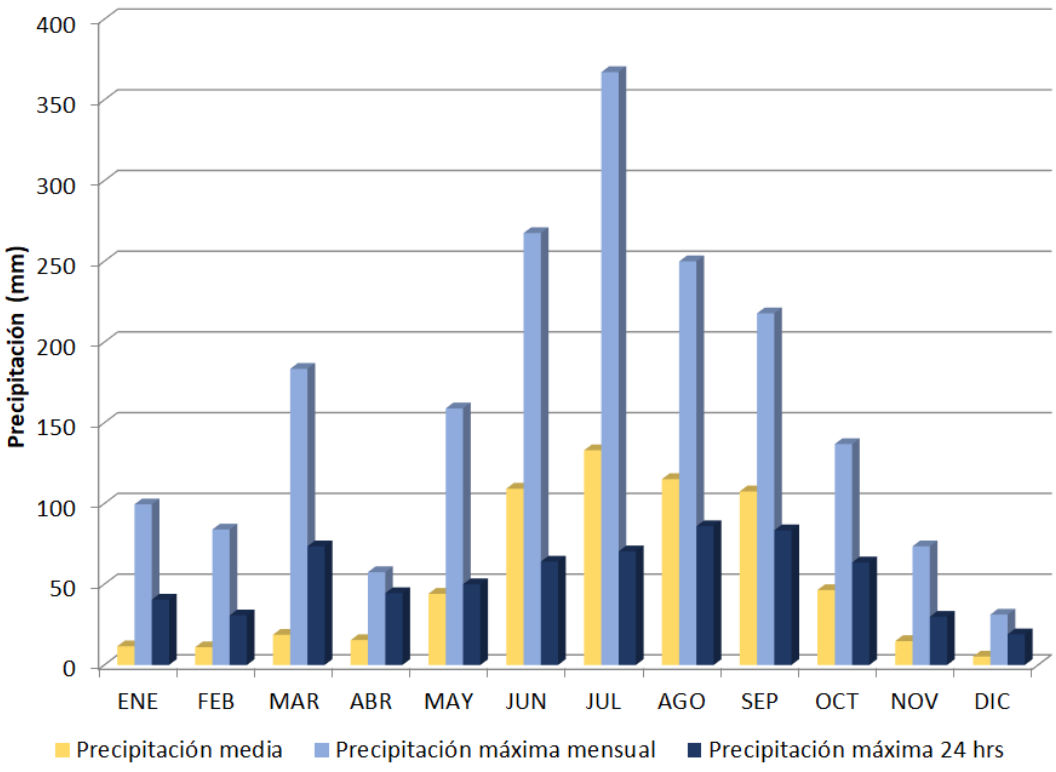


Figura 11. Precipitación media, máxima mensual y máxima diaria, estación Coroneo, Guanajuato. 1991-2020. SMN, 2024.

El climograma o diagrama ombrotérmico de acuerdo con el índice de Gaussen de la estación de Coroneo, Guanajuato se presenta en la *Figura 12*, observando que los meses de mayo a octubre son los que se pueden considerar húmedos, mientras que el resto del año se presentan condiciones de déficit hídrico o sequía relativa.

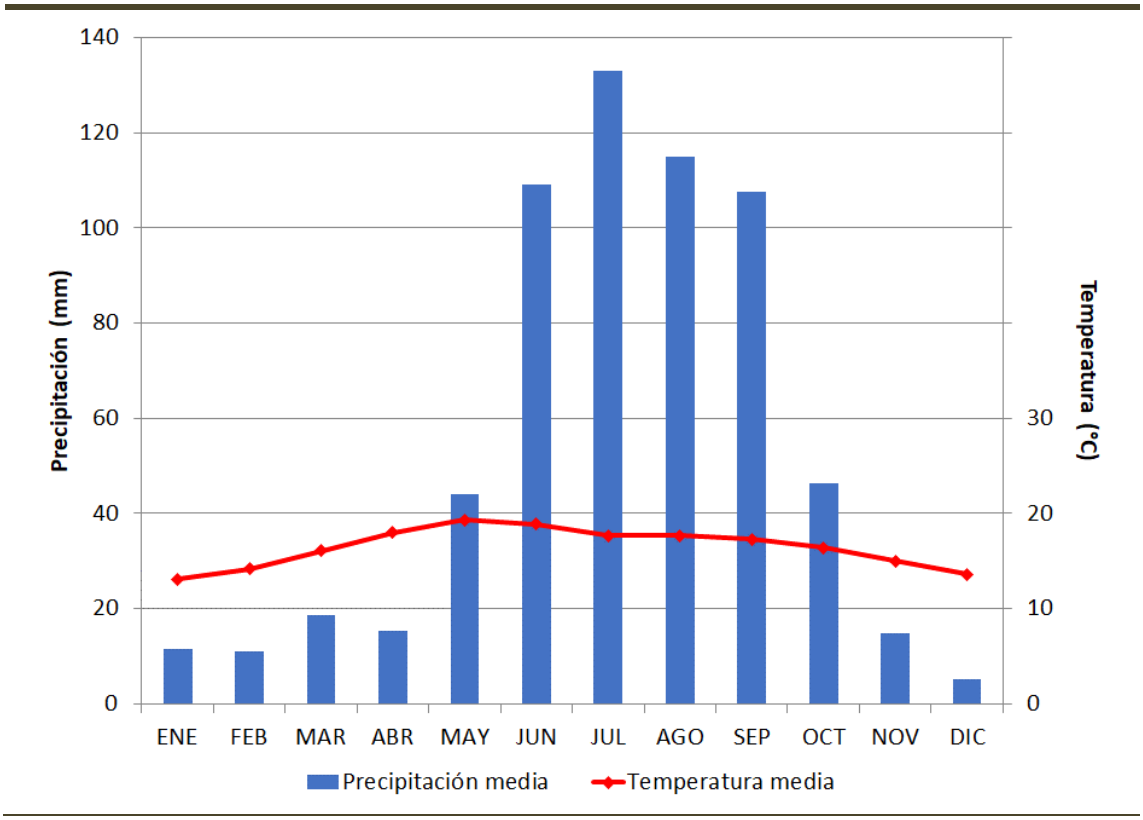


Figura 12. Climograma o gráfica ombrotérmica, estación Coroneo, Guanajuato. 1991-2020. SMN, 2024.

Balance Hídrico

Se presenta un balance hídrico simple para la estación Coroneo, Guanajuato, graficando en una misma escala las cifras de precipitación y evaporación. En dicho municipio puede observarse que como promedio mensual no se presenta ningún mes en el que las precipitaciones lleguen a exceder la evaporación, por lo que puede considerarse que existe un déficit hídrico permanente (*Figura 13*).

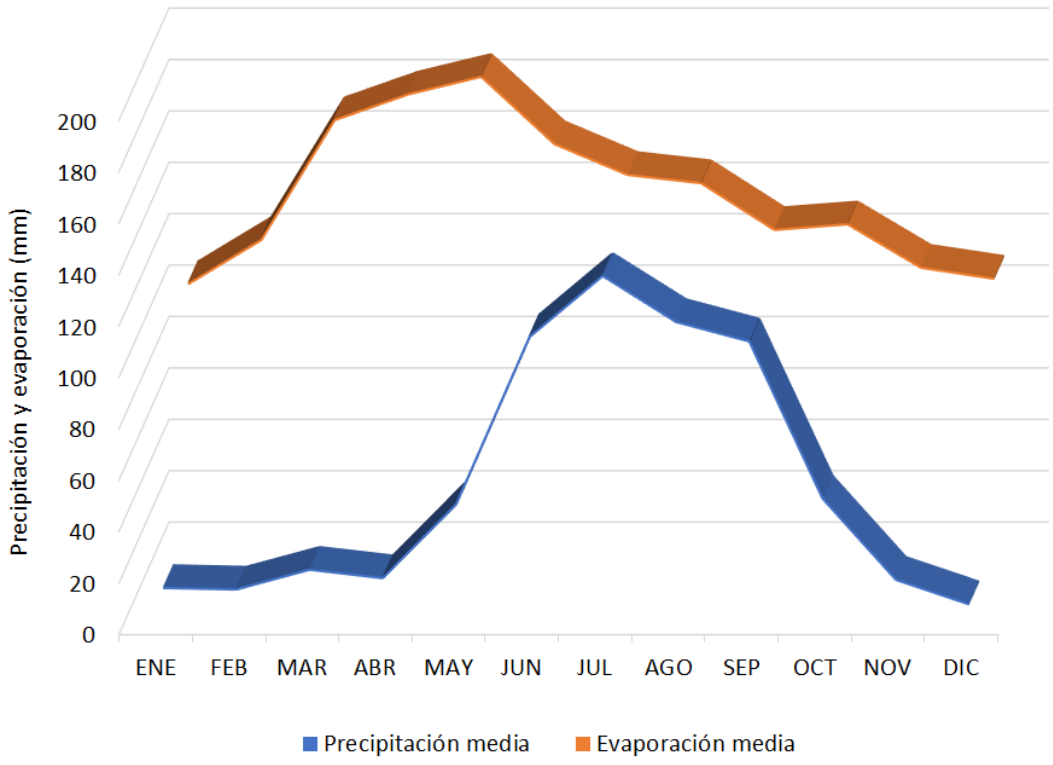


Figura 13. Balance hídrico simple, estación Coroneo, Guanajuato. 1991-2020. SMN, 2024.

Vientos

El sistema de vientos dominante en gran parte de la república, incluyendo los estados de la porción central, tiene dos componentes principales durante el año. La primera y más importante para la región se presenta durante la primavera y el verano, cuando dominan los vientos del sureste, con una fuerte influencia de vientos del este, producto del desplazamiento hacia el norte tanto de la Zona Intertropical de Convergencia como de la Zona Subtropical de Alta Presión causando lluvias en verano y en parte del otoño, en el que la influencia ciclónica se recibe con mayor intensidad reforzándose el movimiento y vigor de los vientos del sureste y del este. A fines del otoño y principios del invierno la componente principal de los vientos se invierte y tienen influencia las masas de aire frío del norte o nortes. La rosa de vientos de Coroneo se muestra en la *Figura 14*.

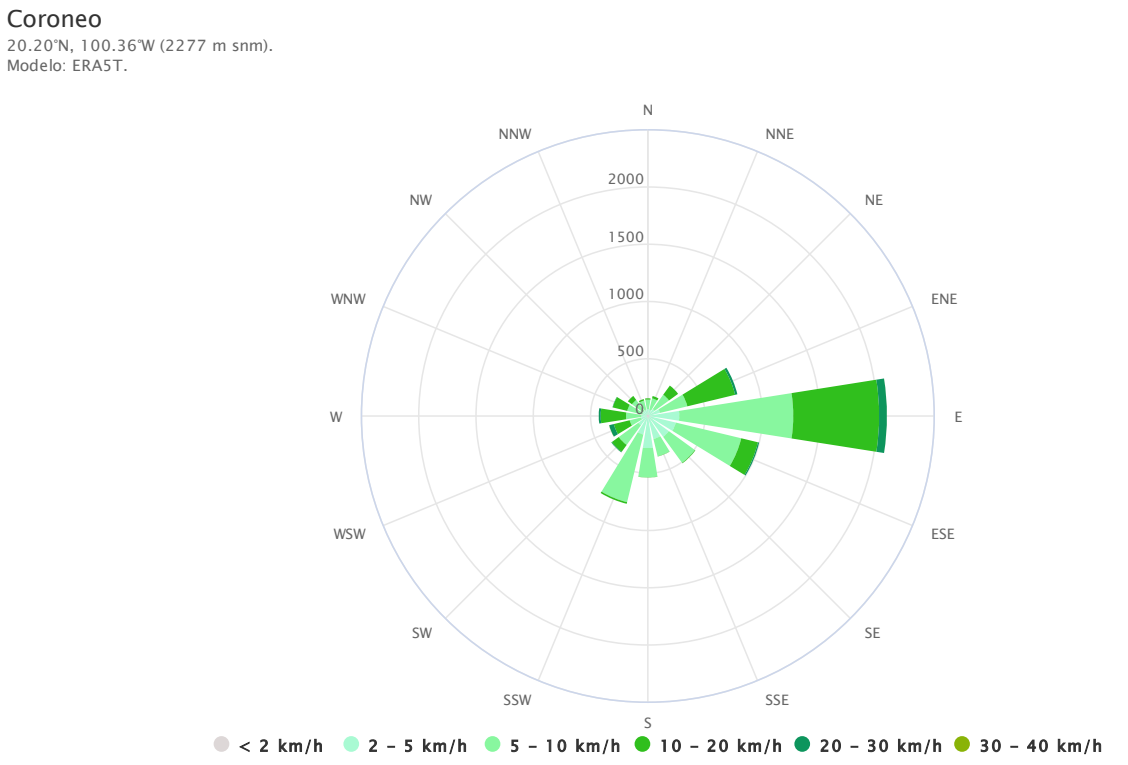


Figura 14. Rosa de vientos anual de Coroneo, Guanajuato (tomado de Meteoblue, 2024).

Ciclones Tropicales

Los ciclones son inestabilidades atmosféricas asociadas a áreas de baja presión, que propician vientos convergentes en superficie, que fluyen en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Se originan sobre aguas tropicales o subtropicales y se clasifican, por la intensidad de sus vientos en depresión tropical, tormenta tropical y huracán.

En un estudio realizado para el CENAPRED, sobre la probabilidad de presentación de ciclones tropicales en la República Mexicana, Fuentes y Vázquez (1997) calcularon las probabilidades de presentación de los mismos, en cuadrantes de 2° x 2° de latitud y longitud. En el caso de la ubicación del SAR, el cuadrante que se sobrepone al proyecto abarca de los 100° a los 102° de longitud oeste y de los 20° a los 22° de latitud norte (*Figura 15*).

La probabilidad de que se presente un ciclón tropical con trayectoria directa de cualquier categoría en un año dado en esa región es de nula o de cero en cualquier categoría del fenómeno (*Figura 16*), desde la categoría de tormenta tropical (con presión central entre 985,1 y 1004 mb, y vientos entre 62,1 y 118 km/h) o con categoría de huracán (con presión central menor a los 985 mb, con vientos superiores a los 118,1 km/h).

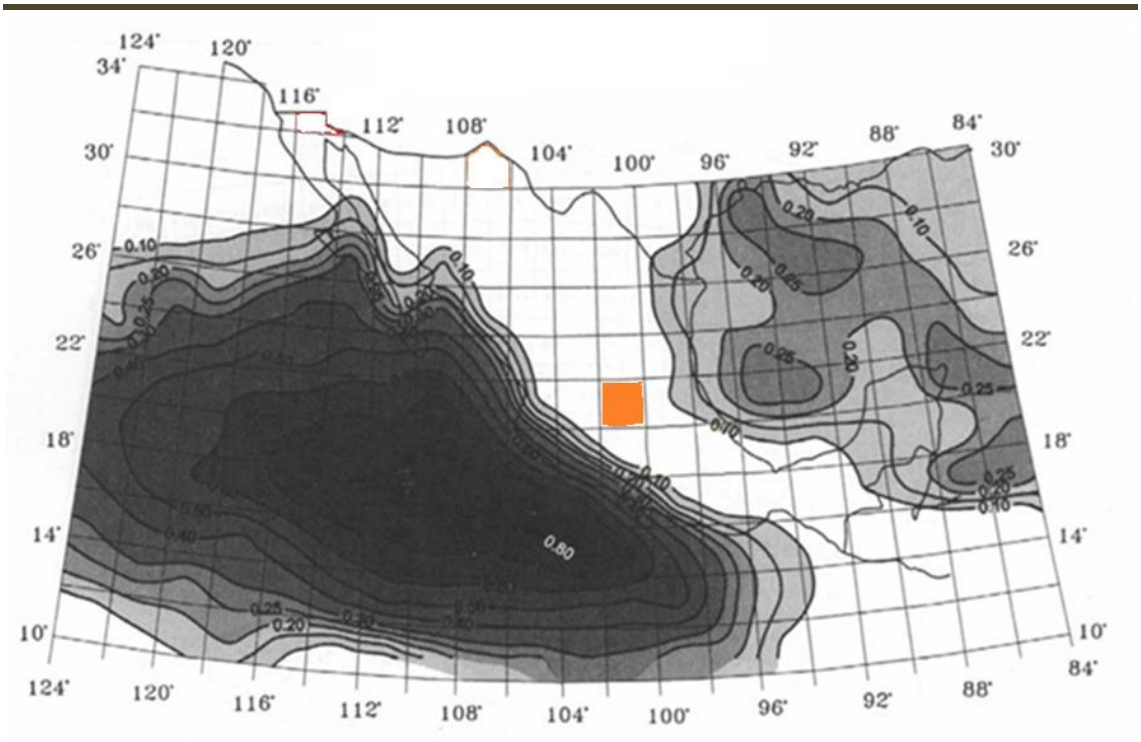


Figura 15. Isolíneas de probabilidad de presentación de uno o más ciclones en un año. El SAR se ubica en el cuadrante marcado (tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).

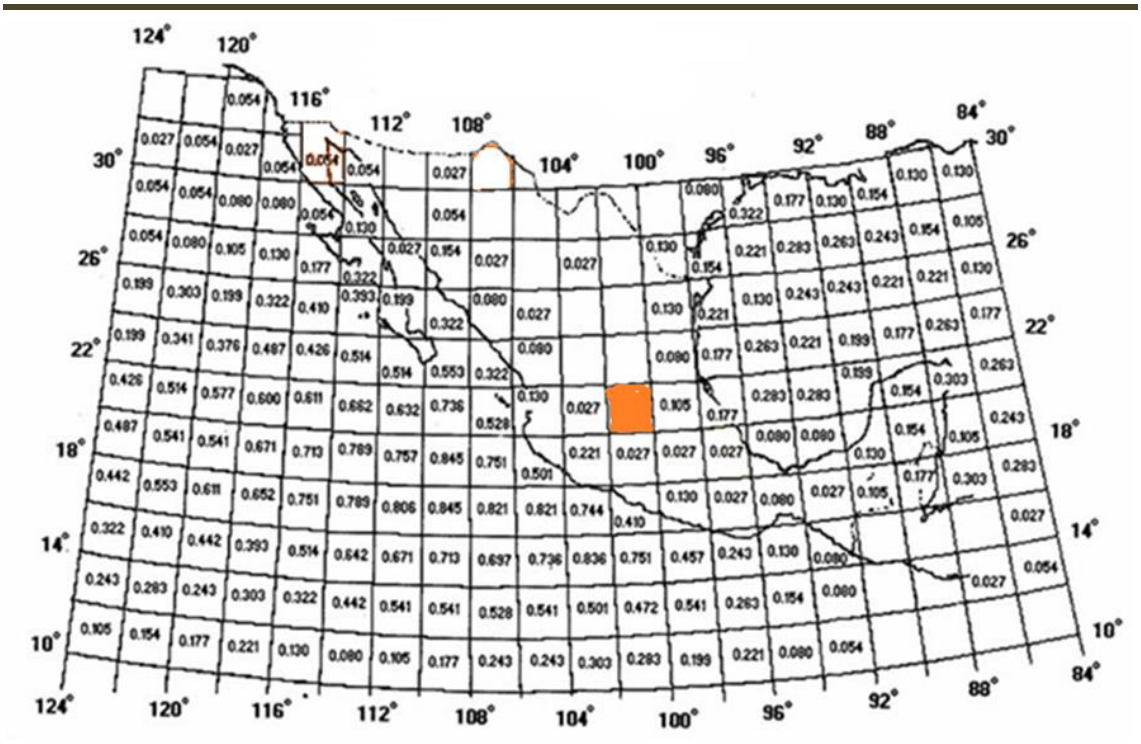


Figura 16. Probabilidades de presentación por cuadrante de uno o más ciclones en un año. El SAR se ubica en el cuadrante marcados (tomado de Fuentes y Vázquez, 1997).

Una actualización de dicho estudio de riesgo de presencia de ciclones tropicales analizando el periodo 1949-2014, muestra que no hay cambios detectables o significativos en dichas tendencias en el área que se comprende el SAR del proyecto, distinguiendo los valores de probabilidad de afectación por eventos de categoría depresiones tropicales (*Figura 17*), tormentas tropicales (*Figura 18*) y huracanes categoría 1 (*Figura 19*).

No hay registros y se considera como de cero la posibilidad de que el área específica del SAR sea impactada directamente por un ciclón tropical de cualquier magnitud.

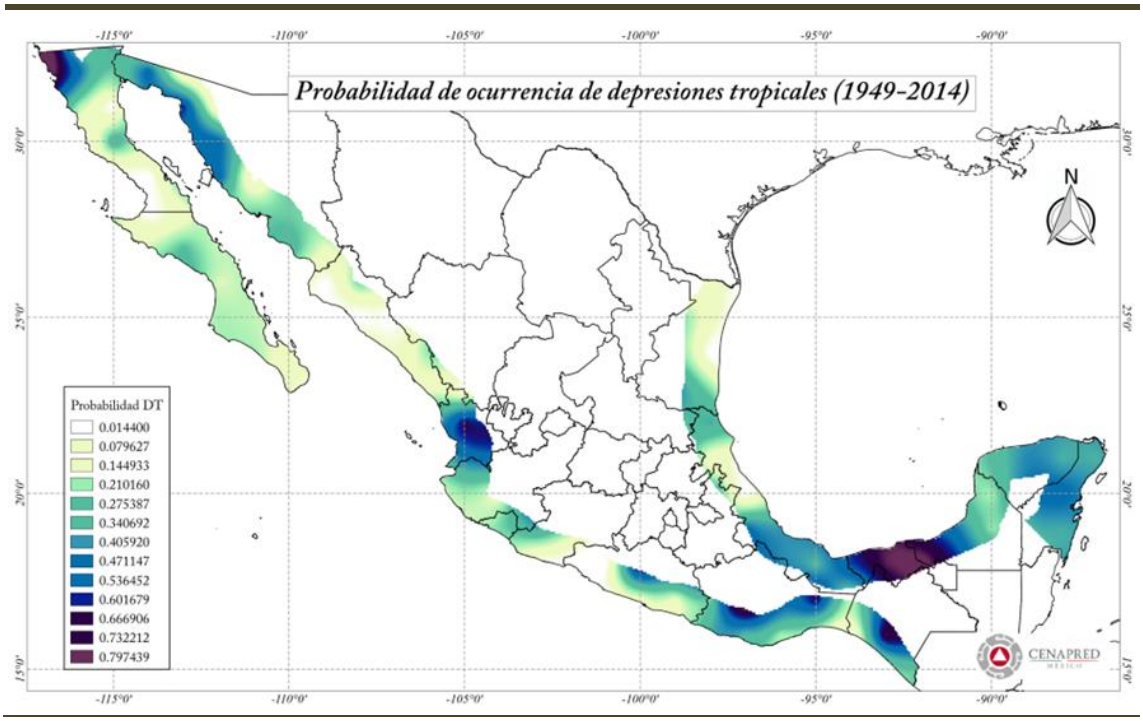


Figura 17. Probabilidad ocurrencia de depresiones tropicales (1949-2014).

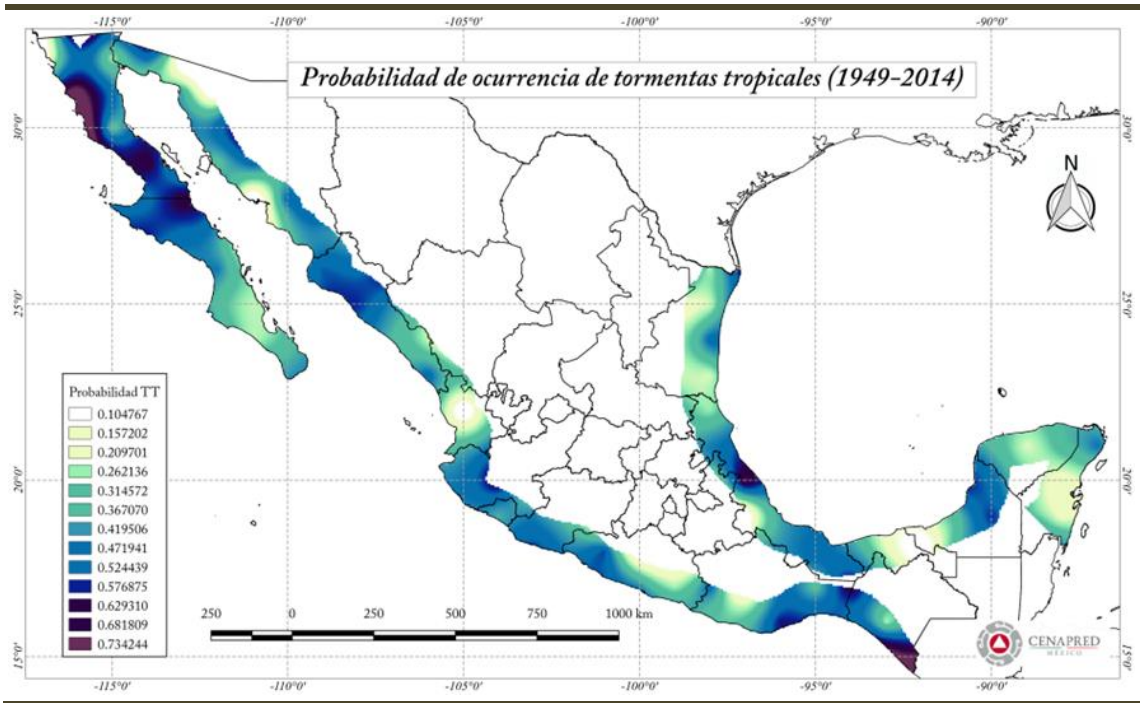


Figura 18. Probabilidad ocurrencia de tormentas tropicales (1949-2014).

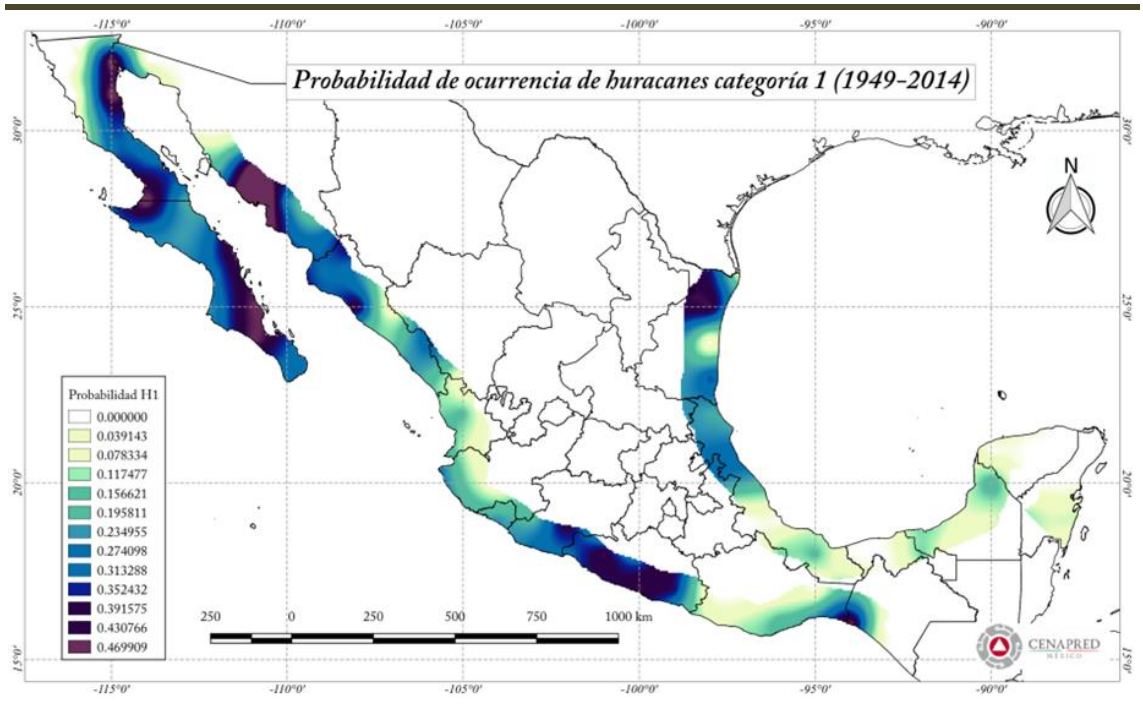


Figura 19. Probabilidad ocurrencia de huracanes categoría 1 (1949-2014).

Escenarios de cambio climático regionales

Se han realizado proyecciones sobre los posibles escenarios de cambio climático a nivel del estado de Michoacán, en cuyos límites territoriales se encuentra el municipio de Epitacio Huerta, que a su vez contiene la totalidad del predio en el que se desarrollará el proyecto. En términos generales puede preverse un incremento de temperatura en la década de 2060 específicamente en el extremo noreste de la entidad, reduciéndose ligeramente dicha estimación para la década de 2090, esto bajo el modelo Centro Canadiense para el Modelaje y Análisis del Clima (CCCMA) considerando un escenario A2 de Crecimiento Regional.

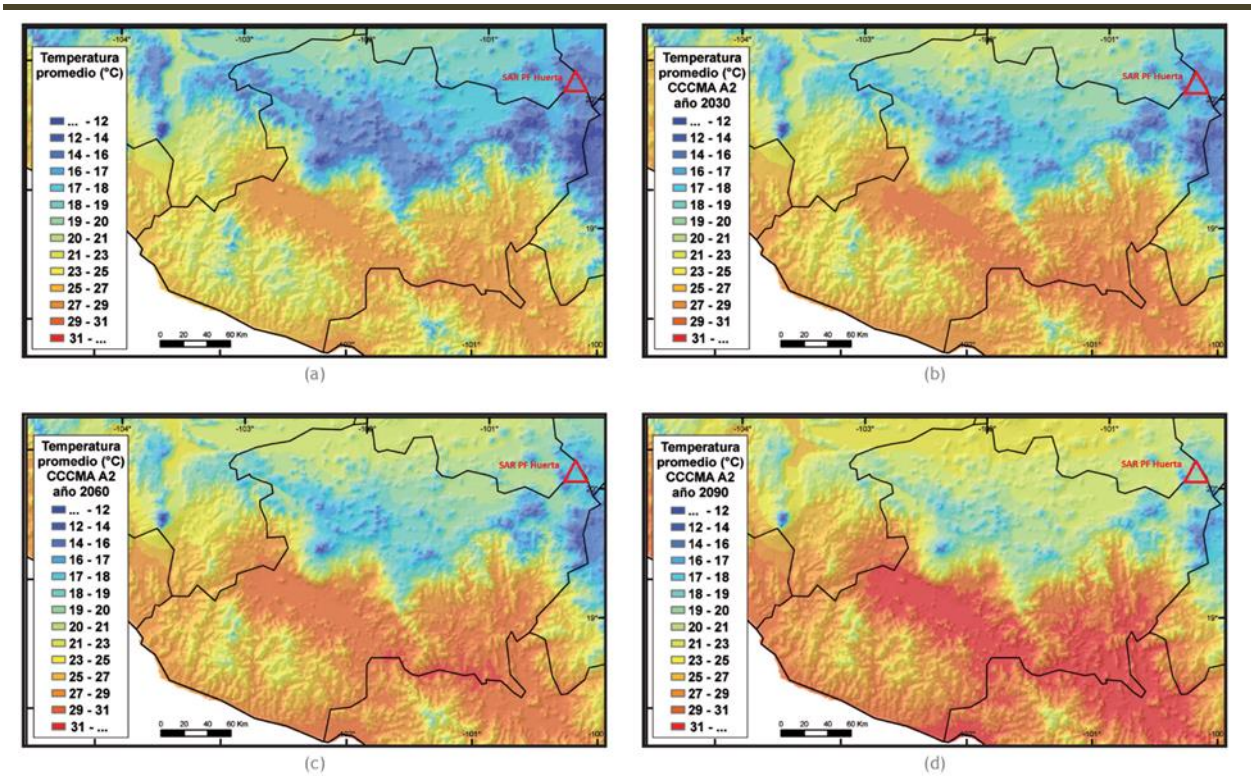


Figura 20. Mapa de Michoacán de predicciones de temperatura media anual (°C) para: (a) clima contemporáneo (promedio 1960-1990), (b) año 2030, (c) año 2060, y (d) año 2090. Modelo CCCMA, escenario de emisiones A2. Fuente: Basado en Sáenz-Romero *et al.* 2009.

De la misma manera, se estima un ligero incremento en los valores de precipitación en el área específica en la que se ubicará el proyecto en la década de 2060 e incrementándose aún más para la de 2090, nuevamente según lo considerado en el modelo de CCCMA, contemplando un escenario A2 de Crecimiento Regional.

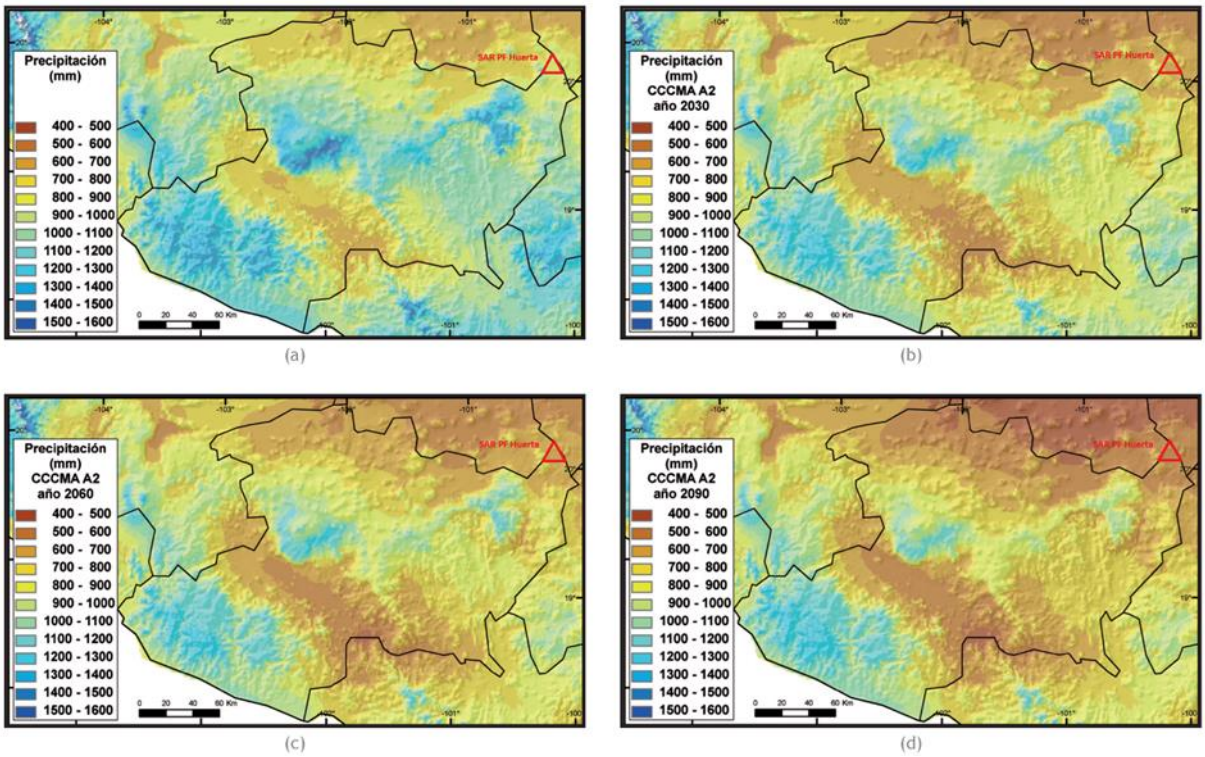


Figura 21. Mapa de Michoacán de predicciones de precipitación anual (mm de lluvia) para: (a) clima contemporáneo (promedio 1960-1990), (b) año 2030, (c) año 2060, y (d) año 2090. Modelo CCCMA, escenario de emisiones A2. Fuente: Basado en Sáenz-Romero *et al.* 2009.

IV.3.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Fisiografía

El proyecto y su SAR se ubican en la provincia fisiográfica del Cinturón Volcánico Mexicano o Eje Neovolcánico Mexicano. La provincia del Cinturón Volcánico Mexicano comprende toda la parte norte del estado de Michoacán y la parte sur de Guanajuato. Regionalmente se extiende desde el estado de Veracruz, hasta el estado de Nayarit. Es uno de los elementos estructurales de mayor envergadura y actividad de la geología mexicana, su actividad volcánica inició en el mioceno y se prolonga hasta la actualidad; la provincia se encuentra fragmentada por lineamientos principales Este-Oeste y Norte-Sur, conformado por estructuras de fosas y pilares, como las del Valle de México, el Lago de Chapala y la Laguna de Cuitzeo.

Respecto a las provincias fisiográficas, el SAR del proyecto se encuentra en un 36.73% dentro de la unidad Mil Cumbres y un 63.27% en las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo (*Cuadro 7*). Mil Cumbres presenta una orografía accidentada y complicada derivada de la diversidad de sus geoformas, abarca sierras volcánicas complejas con una variedad de antiguos aparatos volcánicos, mesetas lávicas escalonadas, lomeríos basálticos y un valle que encauza al río Lerma con dirección sur-norte (INEGI, 1985); La subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo tienden a tener mayor diversidad orogénica, en la

zona suroeste de la subprovincia (donde se encuentra el SAR), está conformada por llanuras de pendientes suaves y piso rocoso, lomeríos de brechas y basaltos de pendientes suaves ubicados alrededor de sierras y aparatos volcánicos (CENTRO QUERETANO DE RECURSOS NATURALES, 2002).

Cuadro 7. Provincias fisiográficas del SAR y predio del proyecto.

SUBPROVINCIA FISIOGRÁFICA	SAR AREA KM^2	SAR PORCENTAJE	PREDIO AREA HA	PREDIO PORCENTAJE
Mil Cumbres	91.24	36.73	0.69	0.27
Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo	157.15	63.27	255.46	99.73
Total	**248.39**	**100**	**256.158**	**100**

A mayor detalle, las topoformas presentes en el área de estudio se comprenden de Lomerío de aluvión antiguo con cañada en la porción oeste, Valle de laderas tendidas en la porción noroeste y suroeste, una pequeña sección de Sierra volcánica de laderas escarpadas en el extremo noroeste y suroeste. También se presenta la topoforma de Escudo de volcanes en el extremo norte y extremo sureste, un Vaso lacustre de piso rocoso o cementado y finalmente el Lomerío de basalto, el cual es el de mayor extensión y abarca desde la zona centro sur, hasta el extremo este del SAR. Esta última unidad alberga el predio del proyecto en su totalidad. A continuación, en el *Cuadro 8* se presentan las superficies y porcentajes respecto al SAR y predio del proyecto.

Cuadro 8. Topoformas del SAR y predio del proyecto.

TOPOFORMA	SAR ÁREA KM2	SAR PORCENTAJE	PREDIO ÁREA HA	PREDIO PORCENTAJE
Escudo volcanes	14.93	6.01	-	-
Lomerío de aluvión antiguo con cañadas	17.34	6.98	-	-
Lomerío de basalto	157.15	63.27	255.46	99.73
Sierra volcánica de laderas escarpadas	0.30	0.12	-	-
Valle de laderas tendidas	58.42	23.52	0.69	0.27
Vaso lacustre de piso rocoso o cementado	0.25	0.10	-	-
Total	**248.39**	**100**	**256.158**	**100**

Geomorfología

Los rasgos morfológicos de la zona están relacionados con estructuras volcánicas; los más abundantes son los cerros de forma dómica que están asociados a conos volcánicos que representan antiguos volcanes. Existen zonas donde estas estructuras son muy frecuentes y continuas, que dan lugar a sierras alargadas en sentido E-W, en las que se agrupan una gran cantidad de conos volcánicos cuyos puntos de emisión (cráteres) están orientados E-W y NW-SE (*Figura 22*).

Geomorfológicamente, el área presenta características muy bien definidas. Predominan rocas volcánicas intermedias y básicas en aparatos volcánicos de diversa altura que aún conservan su estructura cónica, formando un paisaje montañoso con zonas de lomeríos y escasas zonas planas intercaladas. Asociado a las rocas básicas se llegan a presentar también mesetas de composición basáltica, sobre todo en la subprovincia de Mil Cumbres.

Así mismo, se presentan mesetas altas formadas por el depósito de conglomerados y tobas riolíticas, en las cuales han sido labradas profundas barrancas producto de las corrientes superficiales de tipo torrencial y de la inclinada pendiente. A causa de ello, se considera que el SAR se encuentra en una etapa geomorfológicamente joven generalmente con altos patrones de incisión formando valles en V. Aunque también se presentan valles alargados con terrenos ricos en depósitos aluviales destinados principalmente para la agricultura y ganadería.

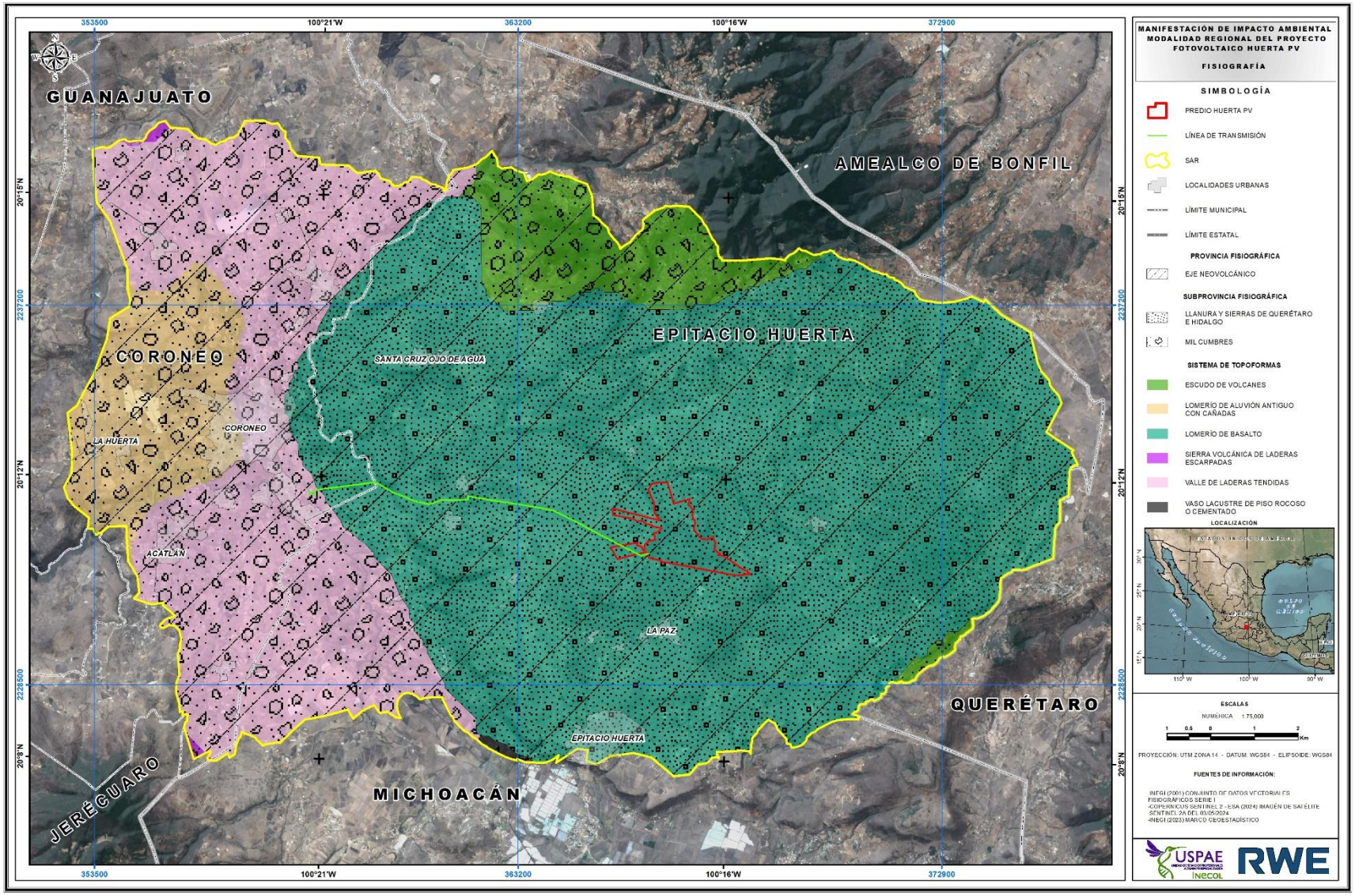


Figura 22. Provincias fisiográficas del SAR del proyecto según INEGI (2001).

Vulcanismo y geología regional

El SAR está cubierto en una buena parte de su extensión por rocas pertenecientes a la secuencia volcánica del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) o Eje Volcánico Transmexicano. Los terrenos tectonoestratigráficos al estar dentro del CVM son conformados por una secuencia de rocas volcánicas de condición calcoalcalina, producto de la subducción de la placa de Cocos con la de Norteamérica.

En el SAR y en la región de los municipios de Epitacio Huerta y Coroneo, el CVM está representado desde el Mioceno hasta el Cuaternario, a través de diversas estructuras de tipo cono cinerítico, domo, volcán monogenético, estratovolcán, calderas y emisiones fisúrales. La composición de los productos emitidos (lavas) abarca todos los rangos, desde los miembros más básicos hasta los más ácidos, los cuales cuentan con una estrecha relación con la evolución de cada centro eruptivo.

Los productos emitidos afloran en casi toda la región y se pueden dividir en grupos que representan los eventos principales de una sucesión tectónico-volcánica que marca su evolución. Durante el Mioceno-Plioceno se emplazaron grandes volúmenes de andesita y andesita-basalto, que conforman sobre todo el sector suroccidental del municipio de Epitacio Huerta. Después durante el Plioceno continuó la formación de pequeños edificios volcánicos de composición adesítica, dacítica, ingnimbrítica y riolítica; que constituye los cerros El Bellotal, Palo Alto, La Campana, Las Palmas y la Silla, este último en la zona central del SAR.

Por último, el vulcanismo del cuaternario se ve representado por el cerro El Espía y Cerrito Colorado, caracterizados por ser edificios monogenéticos y compuestos de material piroclástico andesítico y basáltico. Estos dos edificios extintos cerraron el ciclo de la actividad volcánica hasta nuestros días en la zona de estudio. El predio del proyecto se encuentra sobre ambas estructuras.

Geología dentro del SAR

Como ya se ha venido mencionando, el SAR está en una buena parte de su extensión, cubierto por rocas pertenecientes a la secuencia volcánica del CVM (*Figura 23*), que se conformaron en el área desde el Mioceno al Plioceno tardío y que constituyen las etapas más recientes de este arco volcánico continental. Las principales unidades litológicas presentes son siete y se describen a continuación, mientras que en el *Cuadro 9* se describen las superficies:

Tpl-Q(A-Ti) Andesita-Toba Intermedia

En la parte suroeste del SAR se encuentra presente una pequeña unidad de Tpl-Q(A-Ti), las cuales cuentan con aspecto lajeado, de color gris oscuro, estructura compacta y masiva, textura fanerítica, a veces porfídica, con fenocristales de plagioclasa, feldespato, poco cuarzo y esporádicos minerales ferromagnesianos.

Los estratos dacíticos son de color gris claro, de textura fenerítica y estructura compacta, masiva, en donde se observa megascopicamente presencia de fenocristales de plagioclasa, cuarzo y feldespato. Según Pasquaré *et al.*, (1991), se han realizado dataciones radiométricas para esta unidad, reportándose rangos de 4.3 a 3.8 Ma, lo cual corresponde al Plioceno inferior.

Ts(ar) Arenisca

Esta unidad se presenta en la zona suroeste del SAR y comprende a rocas de origen sedimentario de textura fina a gruesa, subangulosa o subredondeada, con cementante calcáreo, en donde aparecen en lomas de poca pendiente, presentan pseudoestratificación, tienen color gris claro, crema o café.

Tpl-Q(B) Basalto

La unidad basáltica se encuentra distribuida en la parte media del SAR con dirección este-oeste. Forman parte de derrames vesiculares y piroclastos basálticos en los valles y faldas de los volcanes tanto monogenéticos como poligenéticos. Tienen tonalidades negras y gris oscuro. Su morfología es alargada de manera masiva y una fracturación moderada.

Tpl-Q(B-Bvb) Basalto y Brecha Volcánica Básica

Parte del predio del proyecto se encuentra sobre esta unidad, la cual corresponde al volcán de escudo Cerrito Colorado. La unidad se encuentra constituida por intercalaciones de basalto y brecha volcánica, está compuesto por fragmentos de roca cementados con vesículas. Estas capas se han desarrollado por diferentes eventualidades presentadas por el estratovolcán.

Ts(R) Riolita

Esta unidad aflora en una pequeña sección del extremo oeste del SAR. Lo conforman lavas riolíticas ácidas de color gris claro a rosa, estructura masiva piroclástica, textura granular porfídica, con presencia de cuarzo, fenocristales de feldespato, plagioclasa, y escasa biotita y piroxeno. Por datos radiométricos se le ha asignado una edad de 2.16 Ma.

Ts(Ta) Toba Ácida

Este paquete de rocas acidas, que forma parte de un arco volcánico continental con intermitentes pulsaciones explosivas, ocupa gran extensión en la zona norte del SAR. El paquete consiste en una secuencia de toba riolítica, ignimbrita y dacita, de textura masiva y muy compleja, con esporádicos niveles de obsidiana. A simple vista en la toba riolítica y dacítica, se pueden observar fenocristales de feldespato, plagioclasa y cuarzo, con fragmentos líticos pequeños inmersos en una matriz microcristalina de color gris claro a rosado.

A escala regional esta unidad cubre discordantemente a rocas de composición intermedia a básica y a rocas acidas del mioceno, mientras que subyace a otras ricas volcánicas como las andesitas. Dataciones radiométricas reportan rangos de edad de 4.8 a 4.5 Ma (Pérez-Flores *et al.*, 1990).

Q(al) Depósitos aluviales

En el SAR se ubican en las zonas topográficamente más bajas. Se encuentra principalmente conformado por materiales sin consolidar o poco consolidados, originado por la erosión de rocas preexistentes, transportados y posteriormente depositados en las partes bajas. Están compuestos por limos, arcillas y grava sin consolidar y pueden alcanzar varios metros de espesor.

Cuadro 9. Litología del SAR y del predio del proyecto.

UNIDAD LITOLÓGICA	SAR AREA KM2	SAR PORCENTAJE	PREDIO ÁREA HA	PREDIO PORCENTAJE
Aluvial	4.79	1.93	-	-
Andesita-toba intermedia	0.50	0.20	-	-
Arenisca	35.12	14.14	1.38	0.54
Asentamientos humanos	0.67	0.27	-	-
Basalto	87.68	35.30	192.62	75.20
Basalto-brecha volcánica básica	0.58	0.23	26.93	10.51
Cuerpos de agua	1.95	0.79	-	-
Riolita	0.1	0.04	-	-
Toba ácida	117	47.10	35.23	13.75
Total	**248.39**	**100**	**256.158**	**100**

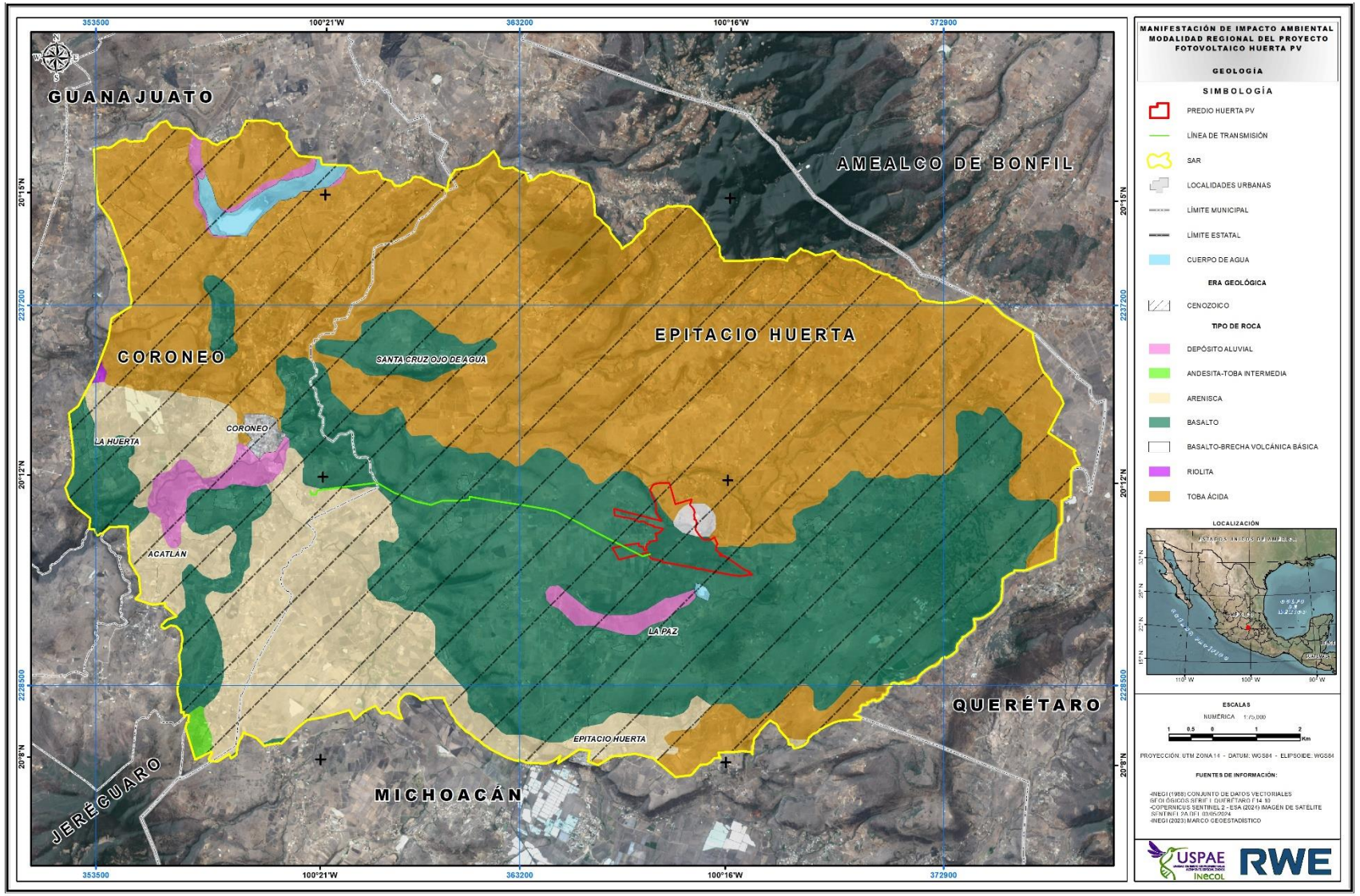


Figura 23. Geología del SAR y predio del proyecto.

Trabajo de campo

Para validar la información cartográfica se realizaron recorridos por carreteras, caminos y brechas dentro del predio del proyecto, así como en el SAR establecido como referencia, identificando y reconociendo las principales características del sustrato geológico y los afloramientos expuestos, evidenciándolos con la toma de fotografías georreferenciadas donde se pudieran apreciar sus características. A continuación, se anexa el mapa de distribución de sitios de muestro (14 sitios) (*Figura 24*); además de ello, también se muestran fotografías georreferenciadas de los sitios de muestreo (*Figura 25*, *Figura 26*, *Figura 27*, *Figura 28*, *Figura 29*, *Figura 30*, *Figura 31*, *Figura 32*, *Figura 33*, *Figura 34*, *Figura 35*, *Figura 36*, *Figura 37* y *Figura 38*), así como parte de las características de las prospecciones geológicas, correspondiendo a tobas ácidas, conglomerados, basaltos, riolitas así como a materiales aluviales. Ninguno de los materiales encontrados en el SAR del proyecto supondrá algún contratiempo, obstáculo o dificultad desde la perspectiva del desarrollo de la infraestructura de cualquier proyecto de generación de energías renovables a nivel regional.

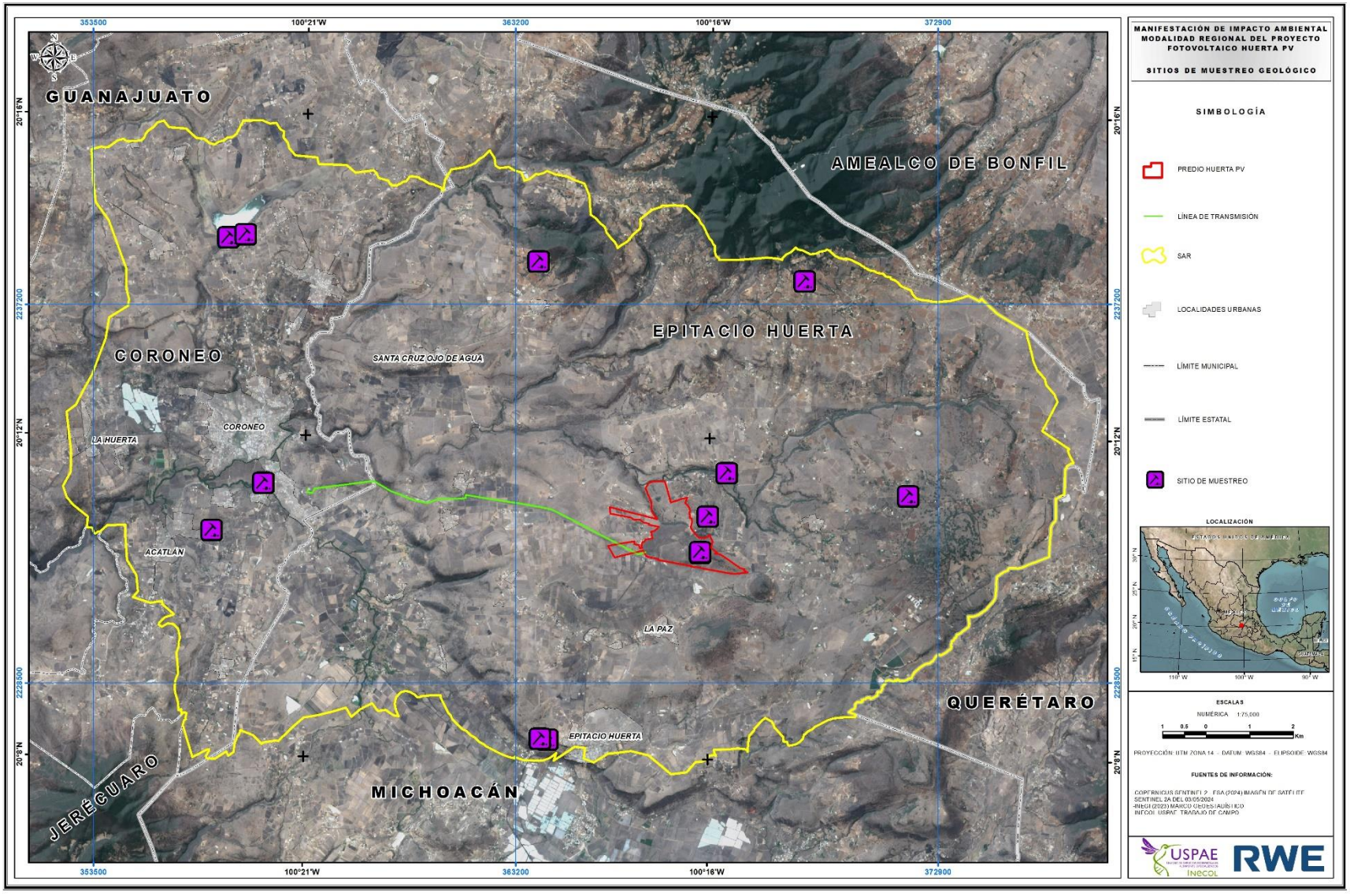


Figura 24. Sitios de muestreo geológico.



Figura 25. Toba ácida.



Figura 26. Toba ácida (Presa Cebolletas).



Figura 27. Basalto.



Figura 28. Arenisca SAR.



Figura 29. Arenisca SAR.



Figura 30. Erosión hídrica en unidades de arenisca.



Figura 31. Banco de ópalo con matriz de riolita en el SAR.



Figura 32. Banco de areniscas y materiales aluviales en el SAR.



Figura 33. Banco de grava volcánica Palos Altos, próximo al predio del proyecto.



Figura 34. Interfase basaltos y areniscas.



Figura 35. Arenisca.



Figura 36. Basalto expuesto a corriente.



Figura 37. Banco de riolitas abandonado en el SAR.



Figura 38. Basalto expuesto a corrientes intermitentes.

Sismicidad y fallamientos

A través de una consulta realizada a los registros del Servicio Sismológico Nacional para un cuadrante entre las latitudes 19.83 y 20.54 y las longitudes -100.08 a -99.8, para el periodo de los últimos 30 años, correspondiente a septiembre de 1994 a septiembre de 2024, con magnitud igual o superior a 3 grados Richter y tomando en cuenta todas las profundidades; se observó que las incidencias sísmicas registradas durante este periodo indican que ocurrieron únicamente 13 eventualidades en las proximidades del SAR, más no al interior del mismo (*Cuadro 10*). En contraste, consultando también la zonificación sísmica de México (INEGI,2005), se identificó que el SAR del proyecto se encuentra en su totalidad dentro de la zona B, lo que corresponde a una sismicidad intermedia donde se presentan sismos no tan frecuentes o pueden ser afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de aceleración del suelo.

Si bien, en México la sismicidad trasciende a una escala regional por la presencia del cinturón de fuego en la zona del pacífico, a nivel local también se puede presentar sismicidad a causa de fallamiento y actividad volcánica. Aunque dentro del SAR no existe el registro de fallas geológicas, en áreas aledañas se presenta una incidencia considerable, desarrolladas por los sistemas de grabens presentes en el centro del país. El sistema de fallamientos aledaños al área de estudio forma parte del graben de Acambay.

Como dato histórico, un martes 19 noviembre de 1912, se presentó un sismo de magnitud 6.9 grados Richter, el cual originó en el municipio de Acambay, Estado de México. Causó daños considerables en poblaciones cercanas del epicentro, alcanzando intensidades de hasta X (escala modificada de Mercalli). Se considera uno de los movimientos telúricos más importantes registrados en el Eje Volcánico Transmexicano (EVT), el cual afectó severamente los municipios cercanos al epicentro.

El municipio de Acambay se sitúa 80 kilómetros al noroeste de la Ciudad de México, dentro del Eje Volcánico Transmexicano, donde se encuentran numerosas fallas geológicas regionales con distintos grados de actividad sísmica. El graben de Acambay es una estructura que tiene 40 km de longitud y 15 km de ancho, aproximadamente. Está delimitado por cuatro fallas normales mayores de orientación este-oeste (E-O): las fallas Acambay-Tixmadejé y Epitacio Huerta, por el norte; y las fallas Venta de Bravo y Pastores, por el sur. En el centro del graben, el sistema de fallas Temascalcingo-Tepuxtepec-Acámbaro, atraviesa toda la cuenca de E-O.

Aunque no existe registro de afectaciones significativas en la zona del SAR, es necesario la contextualización de los peligros que se pudieran presentar a nivel local, ya que como se ha mencionado, el proyecto se encuentra dentro del mismo sistema de fallamientos activos. Otro sistema de fallamientos a nivel local es el atribuido a las fallas de la caldera de Amealco, la cual se encuentra a dos kilómetros al sureste del SAR (*Figura 39*).

Cuadro 10. Registros sísmicos en sitios en zonas aledañas al SAR en un periodo de 30 años (1994-2024).

FECHA	HORA	MAG	LAT	LONG	PROF. KM	REFERENCIA
31/08/2005	21:45:54	3.8	20	-100.45	73	12 km al norte de Maravatío, Mich.
07/02/2013	19:24:58	3.8	20.1235	-100.475	6.5	26 km al norte de Maravatío, Mich.
15/03/2013	07:26:50	3.7	20.0985	-100.232	2	31 km al noroeste de Temascalcingo, Mex.
19/09/2017	13:06:24	3.1	20.164	-100.087	10	27 km al suroeste de S Juan del Rio, Qro.
31/12/2021	12:36:49	3.6	19.77	-100.231	5	26 km al sureste de Maravatío, Mich.
09/02/2022	06:47:56	3.2	20.027	-99.9733	12.2	13 km al norte de Temascalcingo, Mex.
02/10/2022	08:40:28	3.9	20.0557	-100.779	15	7 km al noroeste de Acámbaro, Gto.
23/01/2023	16:52:27	3.8	20.0467	-100.214	7	26 km al noroeste de Temascalcingo, Mex.
23/01/2023	16:53:51	3.3	19.894	-100.218	7	23 km al oeste de Temascalcingo, Mex.
23/01/2023	20:18:43	3.6	20.0223	-100.13	7	18 km al noroeste de Temascalcingo, Mex.
23/01/2023	23:12:26	3.5	19.9855	-100.156	5	18 km al noroeste de Temascalcingo, Mex.
13/07/2023	00:33:00	3.7	19.9602	-100.506	5	10 km al noroeste de Maravatío, Mich.
28/12/2023	03:07:17	3.8	19.9103	-100.163	3.1	17 km al oeste de Temascalcingo, Mex.

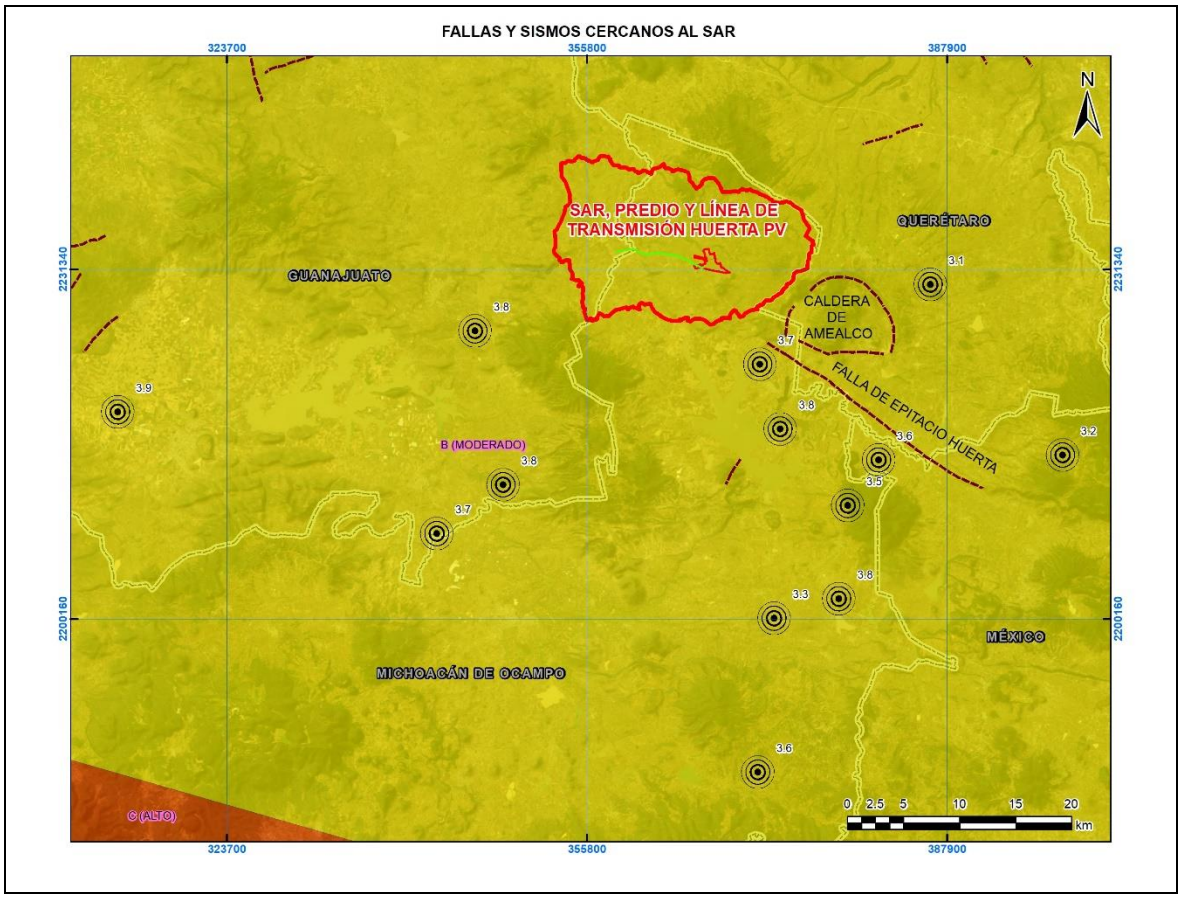


Figura 39. Zonificación sísmica, sismos y fallamientos en zonas aledañas al SAR.

IV.3.1.3 EDAFOLOGÍA

El suelo es el conjunto de partículas naturales sobre la corteza terrestre que sirve de soporte a las plantas, con un límite inferior que coincide con el de los minerales inconsolidados, o material orgánico que se encuentra en la zona de raíces de plantas perennes; o, donde se han desarrollado horizontes impenetrables a las raíces. Dicho de otra manera, es la capa superior de la corteza terrestre que posee propiedades diferentes de la roca infrayacente, como resultado de interacciones entre clima, organismos vivos, roca madre y relieve.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define el suelo forestal como el cuerpo natural que se encuentra sobre la superficie de la corteza terrestre, compuesto de material mineral orgánico, líquidos y gases que presentan horizontes o capas y que es capaz de soportar vida; que han evolucionado bajo una cubierta forestal y que presentan características que les confirió la vegetación forestal que en él se ha desarrollado (DOF 28/04/22).

Los suelos son un recurso clave que abre posibilidades, y son fundamentales para generar multitud de bienes y servicios esenciales para los ecosistemas y el bienestar humano. El mantenimiento o la mejora de los recursos mundiales de suelos son esenciales para satisfacer las necesidades globales de alimentos, agua y seguridad energética de la humanidad en consonancia con el derecho soberano de cada Estado sobre sus recursos naturales. En concreto, los aumentos previstos en la producción de alimentos, fibras y combustibles que se exigen para alcanzar la seguridad alimentaria y energética supondrán mayor presión sobre los suelos (FAO, 2015).

Los suelos son el resultado de las diferencias locales en la intensidad del efecto de los factores formadores como el material parental, clima, relieve, organismos, tiempo y actividades humanas, así como de los procesos pedogenéticos que prevalezcan (Bautista y Palacio, 2011).

Para González *et al*. (2002), los suelos se originan a partir de los macizos rocosos preexistentes que conforman la roca madre, que posteriormente es sometida a la acción ambiental disgregadora de la erosión en tres fases:

1. Física: Se produce principalmente por cambios de temperatura, esta oscilación genera distenciones entre los minerales, lo que ocasiona que se desarrollen fisuras en las rocas. Otro proceso físico es la acción mecánica del agua, ya sea de; forma directa, como es el caso de la gelifracción y la termoclastia; o de forma indirecta como agente transportador de los fragmentos ya erosionados.
2. Biológica: Consiste principalmente en la acción mecánica de las raíces de las plantas en la búsqueda de mejores condiciones de nutrientes y humedad. Así mismo, se puede presentar la acción biológica por actividad bacteriana o de pequeños invertebrados por procesos de putrefacción de materiales orgánicos y mezclarlo con partículas de origen fisicoquímicos.

3. Química: Originada a través de disolución de sales, procesos de oxidación (minerales de hierro), reacción del agua con los minerales (hidrolisis), cementación (carbonatos previamente disueltos en agua), etc.

A nivel macrorregión y considerando lo mencionado anteriormente, el área del proyecto y el SAR se encuentran en la porción central de la provincia del Eje Neovolcánico, en la zona que comprende los límites entre los estados de Michoacán, Guanajuato y Querétaro, por lo que el material parental del suelo se ha originado por los procesos vulcanológicos que rigen a esta provincia y a la erosión fluvial posterior que originó sitios de deposición de materiales en piedemontes y llanuras intermontanas. Los suelos de mayor dominancia en esta parte del país es el Phaeozem, Luvisol y Vertisol.

Los Phaeozems (del griego phaios, oscuro y del ruso zemlja, tierra) son suelos porosos, oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que se utilizan intensivamente en la agricultura; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Se utilizan para la producción de granos (soya, trigo y cebada, por ejemplo) y hortalizas, y como zonas de agostadero cuando están cubiertos por pastos. Se encuentran en climas templados y húmedos con vegetación natural de pastos altos o bosques. A nivel mundial ocupan alrededor de 190 millones de hectáreas, de las cuales cerca de una cuarta parte se encuentra en las pampas argentinas y uruguayas (IUSS, 2007). En México, están en aproximadamente 22.5 millones de hectáreas que se distribuyen, en porciones del Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Occidental, la Península de Yucatán, Guanajuato y Querétaro, principalmente.

En el caso de los Luvisoles (del latín luere, lavar), son suelos que se forman a partir de una gran variedad de materiales no consolidados, tales como las terrazas aluviales o los depósitos glaciales, eólicos, aluviales y coluviales. Son muy comunes en climas templados y fríos o cálidos húmedos con marcada estacionalidad de lluvia y sequía. Se encuentran dentro de los suelos más fértiles, por lo que su uso agrícola es muy elevado, sobre todo para la producción de granos pequeños, forrajes y caña de azúcar. Los Luvisoles se extienden por alrededor de 500 a 600 millones de hectáreas en el mundo y en México en 17.3 millones, siendo la Sierra Madre Occidental, Guerrero, Oaxaca, Campeche y la Península de Yucatán, algunas de sus principales zonas de distribución.

Los Vertisoles (del latín vertere, invertir) son suelos muy comunes de climas semiáridos a subhúmedos y de tipo mediterráneo, con marcada estacionalidad de sequía y lluvias. La vegetación natural que se desarrolla en ellos incluye sabanas, pastizales y matorrales. Se pueden encontrar en los lechos lacustres, en las riberas de los ríos o en sitios con inundaciones periódicas. Se caracterizan por su alto contenido de arcillas que se expanden con la humedad y se contraen con la sequía, lo que puede ocasionar grietas en esta última temporada. Esta propiedad hace que, aunque son muy fértiles, también sean difíciles de trabajar debido a su dureza durante el estiaje y a que son muy pegajosos en las lluvias y con alto riesgo de salinización (IUSS, 2007). Su uso agrícola, particularmente de riego, es muy extenso, variado y productivo. A nivel mundial ocupan alrededor de 335 millones de hectáreas, de las cuales cerca de la

mitad se destinan al cultivo de maíz. En México cubren 16.5 millones de hectáreas y ocupan gran parte de los principales distritos de riego en Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz.

Para la descripción edafológica del Sistema Ambiental Regional (SAR), se consultó la clasificación de suelos del Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos 1:250,000 serie II del INEGI (2007). También se revisaron los Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos de la FAO, estableciéndose equivalencias entre FAO e INEGI con el fin de identificar unidades edáficas en el SAR. Para validar la información descrita en las cartas edáficas, se realizó una salida de trabajo de campo para la identificar y reconocer el tipo de suelos en dicha área.

De acuerdo con la cartografía (*Figura 40*), se estimó que, dentro del SAR, la unidad con mayor extensión es el suelo Phaeozem con el 65.03% de la superficie (*Cuadro 11*), siguiéndole el suelo Luvisol con el 18.18%, mientras que la unidad edáfica con menos extensión superficial es el Leptosol con el 0.12% (*Cuadro 11*). Para el caso específico del predio del proyecto, el suelo Vertisol tiene una dominancia del 96.78% (*Cuadro 12*), siguiéndole el suelo Phaeozem y Luvisol con un 2.24% y 0.098%, respectivamente.

Cuadro 11. Superficies por unidades edafológicas en el SAR.

SAR		
SUELO	**SUPERFICIE (KM²)**	**PORCENTAJE**
Phaeozem	161.54	65.03
Luvisol	45.18	18.19
Vertisol	39.01	15.71
Cuerpo de agua	2.35	0.95
Leptosol	0.30	0.12
Total	**248.39**	**100**

Cuadro 12. Superficies por unidades edafológicas en el predio del proyecto.

PREDIO		
SUELO	**SUPERFICIE (HA)**	**PORCENTAJE**
Vertisol	247.91	96.78
Luvisol	2.51	0.98
Phaeozem	5.75	2.24
Total	**256.158**	**100**

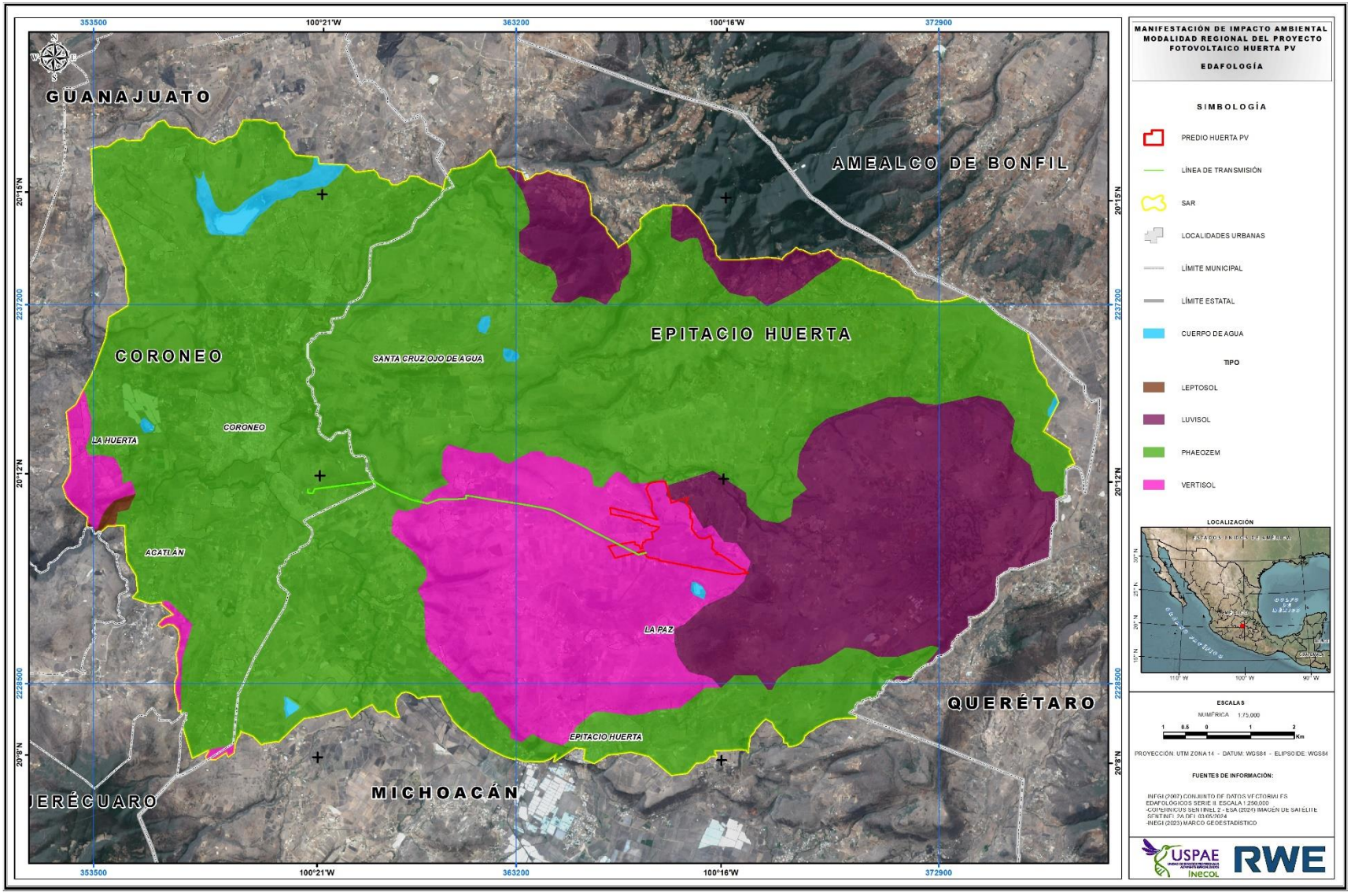


Figura 40. Tipos de suelos presentes en el SAR del proyecto.



Figura 41. Suelo luvisol con grietas por alto contenido de arcillas expansivas y alta sequía.



Figura 42. Producción pecuaria sobre terrenos visiblemente erosionados por sobrepastoreo.



Figura 43. Potreros previamente incendiados en el predio del proyecto.

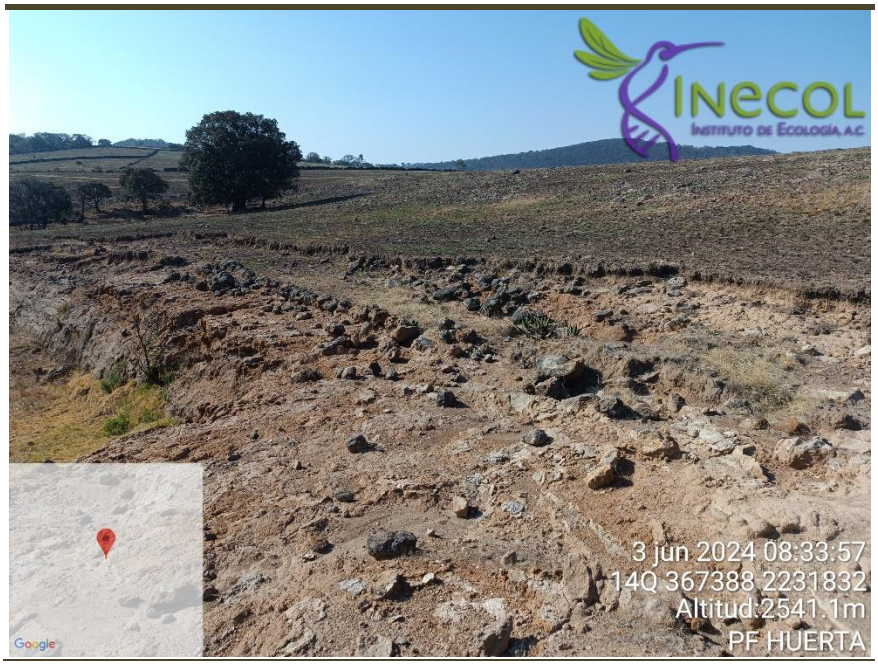


Figura 44. Retroceso de cabecera por desestabilización de ladera.



Figura 45. Incendio sin control en zonas aledañas a la comunidad de Palos Altos, Mich.

A continuación, se describen los tipos de suelos presentes al interior del SAR y predio del proyecto:

Phaeozem

En esta región presentan alta saturación de bases, desarrollo de perfil del tipo AhBwC. El horizonte Ah se encuentra con una alta estructuración, alta saturación de bases y un contenido de materia orgánica que va desde lo moderado a lo alto. Esta unidad de suelo es apta para la agricultura de temporal y riego, siempre y cuando se ubique en lugares con pendientes menores al 15% y sin fase física o química. Es calificado con aptitud para desarrollo urbano y asentamientos humanos ya que no posee restricciones para este tipo de uso.

Son suelos pardos, con capa superficial obscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes. Los usos productivos son variados ya que se identificaron con uso forestal, pecuario y agrícola. Para el caso agrícola, las áreas de cultivo que tienen buena aportación de lluvias o bajo métodos tecnificados de riego presentan altos rendimientos, sobre todo en cultivos de hortalizas, legumbres y plantíos de maíz, frijol o trigo, entre otros. Los suelos de tipo Phaeozem se encuentran localizados sobre lomeríos bajos y piedemonte de lomeríos medios, así como en abanicos aluviales de las laderas de los lomeríos bajos.

Vertisol

El nombre vertisol proviene del latín verteré “que vuelve”, debido a un ciclo interno por el que pasa el material edáfico, el cual consiste en la circulación de las capas inferiores a las superiores influenciada por cambio de humedad y temperatura. Por lo regular, presentan acumulación de calcio, tienen buena

profundidad y tienden a ser de tonalidades oscuras a negras. Sus horizontes superficiales son ricos en materia orgánica, de textura fina arcilloso-limoso con estructura de bloques angulares y subangulares.

Son suelos que tienen una secuencia de horizontes ABsC. Contienen alto contenido de arcillas con tonalidades oscuras y con alta proporción de arcillas expandibles. Se localizan en partes bajas del relieve y cuando se secan forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo, lo que permite la mezcla constante de los horizontes superiores. Son pesados en época de secas y pegajosos en época de lluvias, por lo que las labranzas se desarrollan al inicio de las temporadas de precipitación. El manejo en ellos es de suma importancia para conseguir altos rendimientos agrícolas (WRB, 2006).

Su formación se desarrolla a partir de materiales parentales ricos en esmectita, considerado el primer mineral que se forma por meteorización de rocas en zonas subtropicales y semiáridas. Las arcillas de esmectita retienen gran parte de los iones, especialmente CA_2 y Mg_2, liberados en la meteorización de silicatos primarios. Si el lixiviado es intenso estos cationes básicos pueden ser arrastrados y pueden tener alta capacidad de intercambio catiónico, el cual oscila entre los 30 y los 80 cmol (+)/Kg. En cuanto al PH, tienden a ser neutros con fluctuaciones ligeras entre ácido y alcalino (rango de pH de 6.0 a 8.0) (Blokhuis, 1982).

Luvisol

Los luvisoles se caracterizan por la presencia de horizonte Bt argico de acumulación de arcilla. La secuencia de horizontes puede ser ABtC o AEBtC, como resultado de la movilización de coloides minerales que permiten el desarrollo de un horizonte de acumulación de arcillas migradas de los horizontes superiores. Son suelos fértiles en planicies y piedemonte, con una amplia variedad de usos agrícolas de tipo temporal.

Se distribuyen en montañas y lomeríos en las provincias Sierra Madre del Sur y Sistema Volcánico Transversal, donde predominan climas templados con lluvias en verano, tropical lluvioso con lluvias en verano y semiárido. En planicies, los luvisoles suelen ser suelos agrícolas altamente productivos, sin embargo, condiciones de pendientes mayores a 15° se requiere aplicar medidas para controlar la erosión, ya que el horizonte Bt impide la infiltración y promueve la escorrentía. Tras este proceso le sigue la aparición de grandes cárcavas, la consecuente degradación del suelo y la perdida de sus funciones ambientales.

Leptosol

Presentan una secuencia de horizontes AC y ABwC, menores de 25 cm de profundidad sobre roca continua; contienen alto contenido de gravas y rocas. Se encuentran en zonas montañosas con piedemontes pronunciados. Se encuentran asociados a cambisoles (ABw), regosoles (AC), luvisoles (ABtC) e histosoles (AhC). Provocan serias restricciones para los cultivos por su escasa profundidad

efectiva y por la baja capacidad de almacenamiento de agua para las plantas cuando se encuentran en las partes altas tienen alto riesgo de erosión.

Resultados

En general, el SAR del proyecto se ubica principalmente sobre terrenos clasificados como Phaeozem en los extremos oeste, norte y sur, mientras que en la zona central y oeste se localizan los suelos Vertisol y Luvisol. Para el área del proyecto, caso contrario a las condiciones del SAR, el suelo de dominancia es el Vertisol, sin embargo, la línea de transmisión ocupa una pequeña zona de Phaeozem en la zona oeste, hacia la dirección del municipio de Coroneo.

Adicionalmente, y con el objetivo de realizar una caracterización más detallada de los suelos que se encuentran dentro del SAR y predio del proyecto, se realizaron 16 perfiles de suelo (*Figura 46*). Para la definición de los sitios, se tomó en cuenta la distribución dentro del SAR, así como las diferentes coberturas de acuerdo con la Carta de Uso del Suelo y Vegetación serie VII (INEGI, 2018), buscando que los sitios se distribuyeran con las unidades de suelos más relevantes a lo largo del área de estudio.

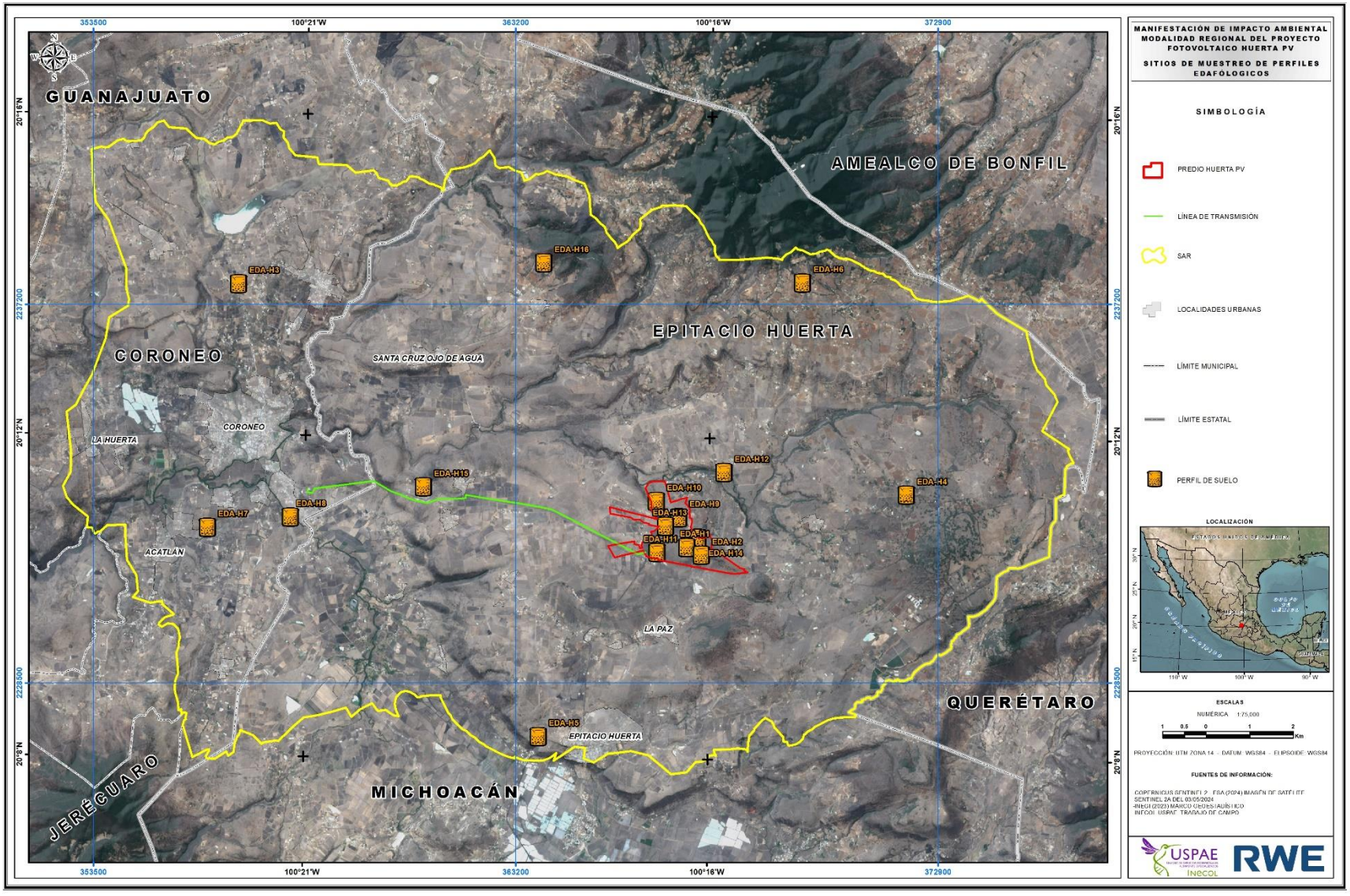


Figura 46. Mapa de perfiles de suelos.

EDA-H1

Altitud (s. n. m.): 2552.2

Suelo: Vertisol

Uso de suelo y vegetación: Pastizal cultivado-Pecuario extensivo

Limitación física: Pedregosa

Substrato geológico: Ígnea extrusiva

Pendiente en grados: 0 a 10

Relieve: Ondulado

Pedregosidad: Ligeramente pedregoso (1-15%)

Afloramiento rocoso: Escasos (1-15%)

Grietas o fisuras: Agrietado (> 10 mm)

Drenaje externo: Nulo

Drenaje interno: Nulo

Material limitante: Capa cementada

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Laminar

Grado de erosión: Moderado

Influencia Humana: Alta

Factor nocivo: Sobrepastoreo, alta compactación

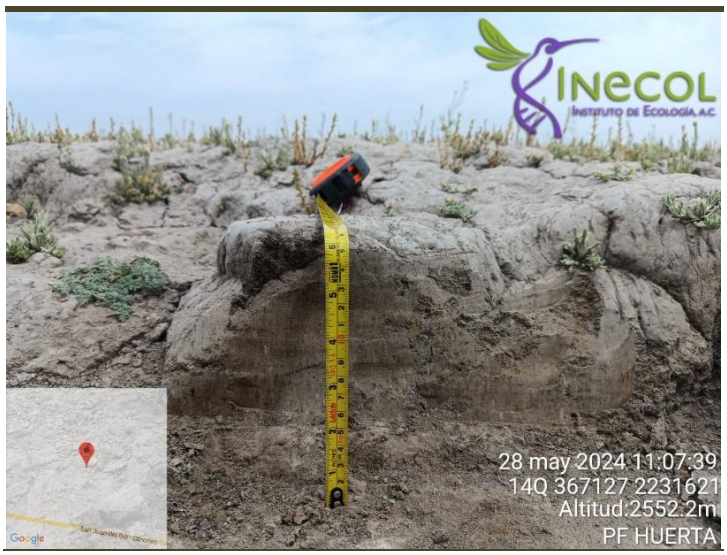


Figura 47. Perfil EDA-H1. Vertisol.

EDA-H2

Altitud (s. n. m.): 2538.1

Suelo: Fluvisol

Uso de suelo y vegetación: Pastizal cultivado-Pecuario extensivo

Limitación física: Gravosa

Substrato geológico: Ígnea extrusiva

Pendiente en grados: 0 a 10

Relieve: Ondulado

Pedregosidad: Pedregoso (16-30%)

Afloramiento rocoso: Moderados (16-30%)

Grietas o fisuras: Finamente fisurado (< 3mm)

Drenaje externo: Escasamente drenado

Drenaje interno: Moderadamente drenado

Material limitante: Capa cementada

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Cárcavas

Grado de erosión: Moderado

Influencia Humana: Moderada

Factor nocivo: Sobrepastoreo e incendio

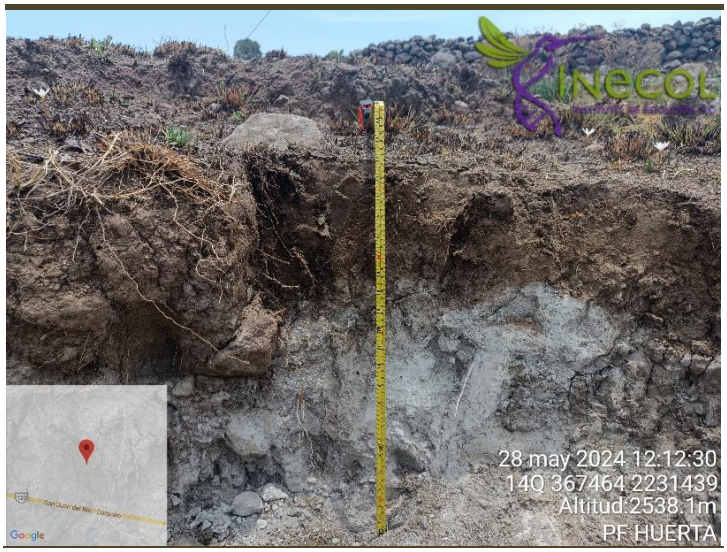


Figura 48. Perfil EDA-H2. Fluvisol.

EDA-H3

- Altitud (s. n. m.): 2439.1
- Suelo: Phaeozem
- Uso de suelo y vegetación: Pastizal
- Limitación física: Ninguna
- Substrato geológico: Sedimentaria
- Pendiente en grados: 0 a 10
- Relieve: Levemente ondulado
- Pedregosidad: Ligeramente pedregoso (1-15%)
- Afloramiento rocoso: Moderados (16-30%)
- Grietas o fisuras: Sin grietas y/o Fisuras

- Drenaje externo: Escasamente drenado
- Drenaje interno: Escasamente drenado
- Material limitante: Ninguno
- Tipo de erosión: Antropogénico
- Forma de erosión: Laminar
- Grado de erosión: Leve
- Influencia Humana: Moderada
- Factor nocivo: Quema o Incendio



Figura 49. EDA-H3. Phaeozem.

EDA-H4

Altitud (s. n. m.): 2608

Suelo: Fluvisol

Uso de suelo y vegetación: Bosque de encino

Limitación física: Gravosa

Substrato geológico: Ígnea extrusiva

Pendiente en grados: 10 a 20

Relieve: Levemente ondulado

Pedregosidad: Ligeramente pedregoso (1-15%)

Afloramiento rocoso: Escasos (1-15%)

Grietas o fisuras: Finamente fisurado (< 3mm)

Drenaje externo: Drenado

Drenaje interno: Moderadamente drenado

Material limitante: Regolita

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Cárcavas

Grado de erosión: Fuerte

Influencia Humana: Moderada

Factor nocivo: Deforestación



Figura 50. EDA-H4. Fluvisol.

EDA-H5

Altitud (s. n. m.): 2442.1

Suelo: Phaeozem

Uso de suelo y vegetación: Bosque de encino

Limitación física: Pedregosa

Substrato geológico: Ígnea extrusiva

Pendiente en grados: 20 a 30

Relieve: Abrupto

Pedregosidad: Excesivamente pedregoso (valor > 61%)

Afloramiento rocoso: Excesivamente rocoso (valor > 61%)

Grietas o fisuras: Sin grietas y/o Fisuras

Drenaje externo: Excesivamente drenado

Drenaje interno: Excesivamente drenado

Material limitante: Roca

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Cárcavas

Grado de erosión: Fuerte

Influencia Humana: Moderada

Factor nocivo: Deforestación



Figura 51. Perfil EDA-H5. Phaeozem.

EDA-H6

Altitud (s. n. m.): 2700.5

Suelo: Luvisol

Uso de suelo y vegetación: Bosque de encino y pino

Limitación física: Pedregosa

Substrato geológico: Ígnea extrusiva

Pendiente en grados: 20 a 30

Relieve: Levemente ondulado

Pedregosidad: Fuertemente pedregoso (31-60%)

Afloramiento rocoso: Abundantes (31-60%)

Grietas o fisuras: Sin grietas y/o Fisuras

Drenaje externo: Muy drenado

Drenaje interno: Moderadamente drenado

Material limitante: Roca

Tipo de erosión: Antropogénico

Forma de erosión: Mina a cielo abierto

Grado de erosión: Moderado

Influencia Humana: Alta

Factor nocivo: Extracción de material



Figura 52. Perfil EDA-H6. Luvisol.

EDA-H7

Altitud (s. n. m.): 2281.5

Suelo: Phaeozem

Uso de suelo y vegetación: Matorral

Limitación física: Pedregosa

Substrato geológico: Sedimentaria-conglomerado

Pendiente en grados: 0 a 10

Relieve: Ondulado

Pedregosidad: Pedregoso (16-30%)

Afloramiento rocoso: Moderados (16-30%)

Grietas o fisuras: Agrietado (> 10 mm)

Drenaje externo: Excesivamente drenado

Drenaje interno: Moderadamente drenado

Material limitante: Regolita

Tipo de erosión: Antropogénico

Forma de erosión: Mina a cielo abierto

Grado de erosión: Fuerte

Influencia Humana: Muy alta

Factor nocivo: Extracción de material

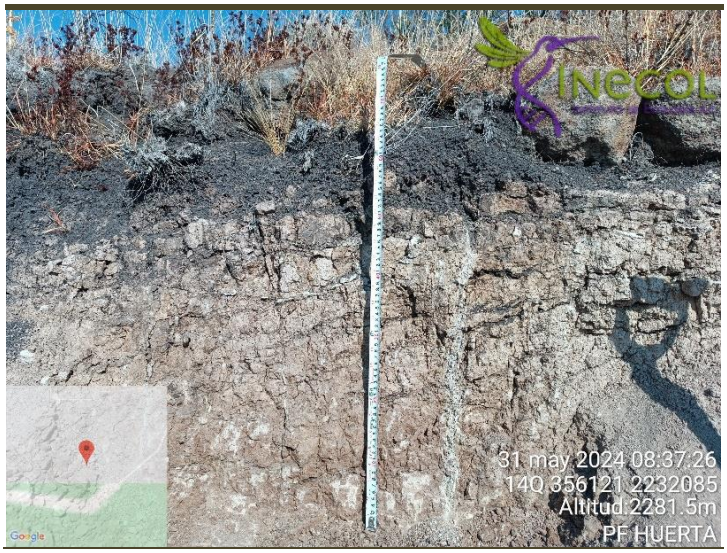


Figura 53. Perfil EDA-H7. Phaeozem.

EDA-H8

Altitud (s. n. m.): 2260.9

Suelo: Phaeozem

Uso de suelo y vegetación: Vegetación riparia

Limitación física: Pedregosa

Substrato geológico: Suelo Aluvial

Pendiente en grados: 0 a 10

Relieve: Fuertemente ondulado

Pedregosidad: Fuertemente pedregoso (31-60%)

Afloramiento rocoso: Moderados (16-30%)

Grietas o fisuras: Sin grietas y/o Fisuras

Drenaje externo: Muy drenado

Drenaje interno: Moderadamente drenado

Material limitante: Roca

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Sitios de acumulación

Grado de erosión: Medio

Influencia Humana: Moderada

Factor nocivo: Urbanización



Figura 54. Perfil EDA-H8. Phaeozem.

EDA-H9

Altitud (s. n. m.): 2502.8

Suelo: vertisol

Uso de suelo y vegetación: Pastizal cultivado -Pecuario extensivo

Limitación física: Gravosa

Substrato geológico: Ígnea extrusiva

Pendiente en grados: 10 a 20

Relieve: Ondulado

Pedregosidad: Pedregoso (16-30%)

Afloramiento rocoso: Moderados (16-30%)

Grietas o fisuras: Agrietado (> 10 mm)

Drenaje externo: Drenado

Drenaje interno: Moderadamente drenado

Material limitante: Regolita

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Cárcavas

Grado de erosión: Moderado

Influencia Humana: Alta

Factor nocivo: Deforestación y sobrepastoreo



Figura 55. Perfil EDA-H9. Vertisol.

EDA-H10

Altitud (s. n. m.): 2468.7

Suelo: vertisol

Uso de suelo y vegetación: Pastizal cultivado -Pecuario extensivo

Limitación física: Pedregosa

Substrato geológico: Sedimentaria

Pendiente en grados: 20 a 30

Relieve: Ondulado

Pedregosidad: Fuertemente pedregoso (31-60%)

Afloramiento rocoso: Abundantes (31-60%)

Grietas o fisuras: Fisurado (3 a 10 mm)

Drenaje externo: Escasamente drenado

Drenaje interno: Moderadamente drenado

Material limitante: Regolita

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Cárcavas

Grado de erosión: Fuerte

Influencia Humana: Alta

Factor nocivo: Sobrepastoreo



Figura 56. EDA-H10. Vertisol.

EDA-H11

Altitud (s. n. m.): 2536.9

Suelo: Vertisol

Uso de suelo y vegetación: Pastizal cultivado - Pecuario extensivo

Limitación física: Pedregosa

Substrato geológico: Ígnea extrusiva

Pendiente en grados: 10 a 20

Relieve: Levemente ondulado

Pedregosidad: Fuertemente pedregoso (31-60%)

Afloramiento rocoso: Excesivamente rocoso (valor > 61%)

Grietas o fisuras: Fisurado (3 a 10 mm)

Drenaje externo: Escasamente drenado

Drenaje interno: 2: Escasamente drenado

Material limitante: Roca

Tipo de erosión: Antropogénico

Forma de erosión: Zona de Montículos

Grado de erosión: Fuerte

Influencia Humana: Muy alta

Factor nocivo: Sobrepastoreo e incendio

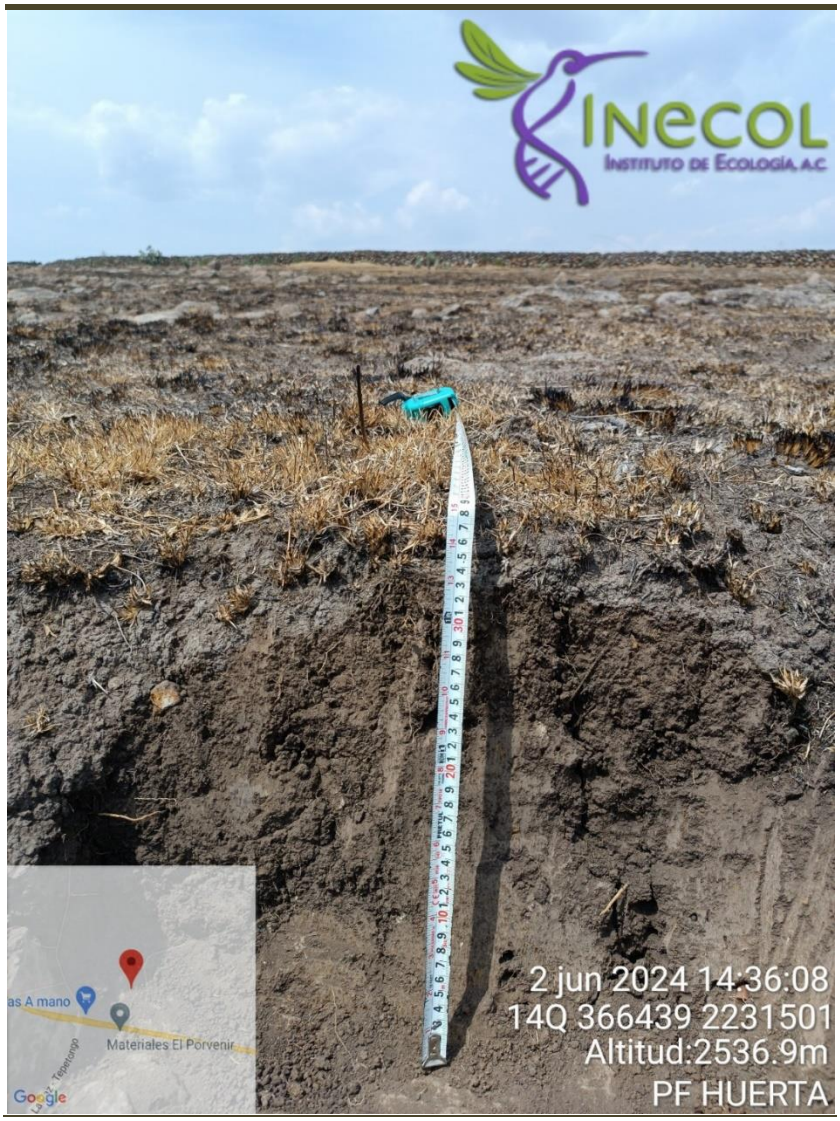


Figura 57. Perfil EDA-H11. Vertisol.

EDA-H12

Altitud (s. n. m.): 2451.4

Suelo: luvisol

Uso de suelo y vegetación: Bosque de encino

Limitación física: Pedregosa

Substrato geológico: Ígnea extrusiva

Pendiente en grados: 30 a 40

Relieve: Abrupto

Pedregosidad: Fuertemente pedregoso (31-60%)

Afloramiento rocoso: Excesivamente rocoso (> 61%)

Grietas o fisuras: Sin grietas y/o Fisuras

Drenaje externo: Escasamente drenado

Drenaje interno: Drenado

Material limitante: Roca

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Cárcavas

Grado de erosión: Fuerte

Influencia Humana: Moderada

Factor nocivo: Contaminación

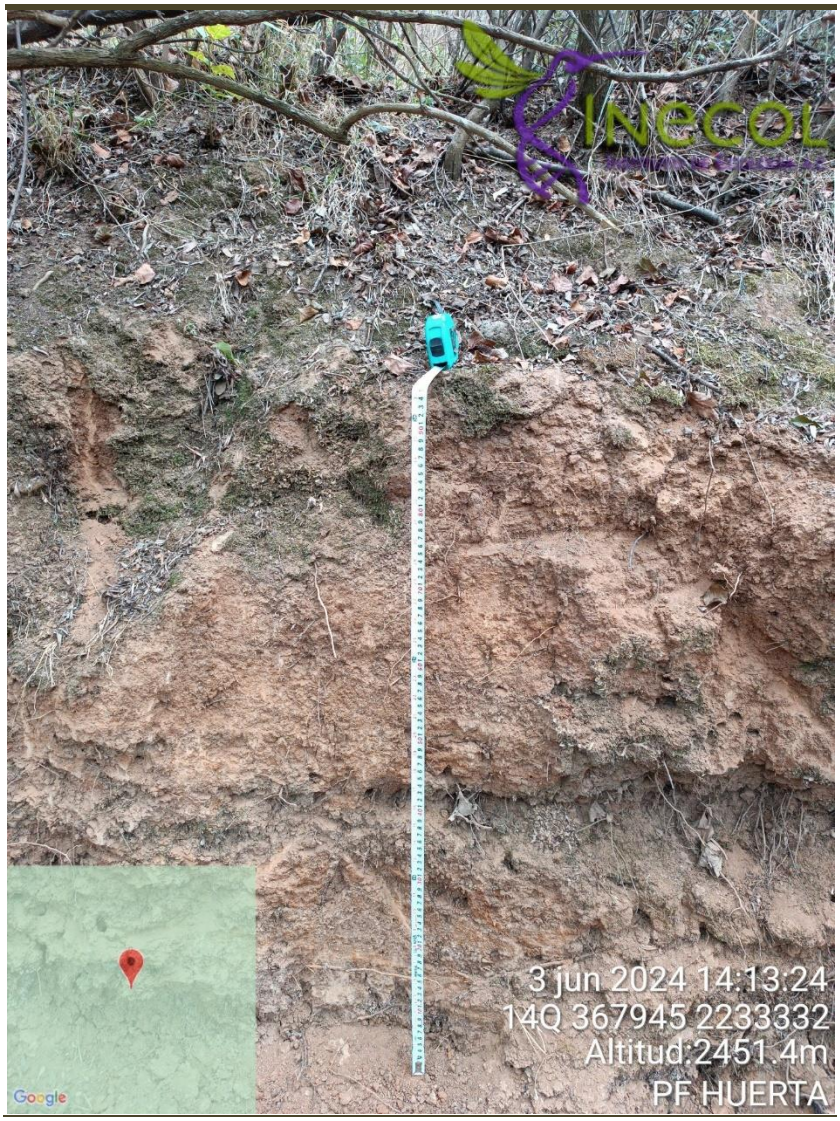


Figura 58. Perfil EDA-H12. Luvisol.

EDA-H13

Altitud (s. n. m.): 2551.7

Suelo: Leptosol

Uso de suelo y vegetación: Pastizal cultivado

Limitación física: Pedregosa

Substrato geológico: Ígnea extrusiva

Pendiente en grados: 10 a 20

Relieve: Fuertemente ondulado

Pedregosidad: Excesivamente pedregoso (> 61%)

Afloramiento rocoso: Excesivamente rocoso (> 61%)

Grietas o fisuras: Fisurado (3 a 10 mm)

Drenaje externo: Muy escasamente drenado

Drenaje interno: Escasamente drenado

Material limitante: Roca

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Laminar

Grado de erosión: Fuerte

Influencia Humana: Muy alta

Factor nocivo: Sobrepastoreo



Figura 59. Perfil EDA-H13. Leptosol.

EDA-H14

Altitud (s. n. m.): 2541.7

Suelo: Vertisol

Uso de suelo y vegetación: Pastizal cultivado

Limitación física: Ninguno

Substrato geológico: Sedimentaria

Pendiente en grados: 20 a 30

Relieve: Ondulado

Pedregosidad: Pedregoso (16-30%)

Afloramiento rocoso: Abundantes (31-60%)

Grietas o fisuras: Fisurado (3 a 10 mm)

Drenaje externo: Drenado

Drenaje interno: Moderadamente drenado

Material limitante: Regolita

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Cárcavas

Grado de erosión: Fuerte

Influencia Humana: Alta

Factor nocivo: Sobrepastoreo



Figura 60. Perfil EDA-H14. Vertisol.

EDA-H15

Altitud (s. n. m.): 2400

Suelo: vertisol

Uso de suelo y vegetación: Pastizal cultivado -Pecuario extensivo

Limitación física: Pedregosa

Substrato geológico: Sedimentaria

Pendiente en grados: 10 a 20

Relieve: Ondulado

Pedregosidad: Ligeramente pedregoso (1-15%)

Afloramiento rocoso: Escasos (1-15%)

Grietas o fisuras: Sin grietas y/o Fisuras

Drenaje externo: Muy escasamente drenado

Drenaje interno: Moderadamente drenado

Material limitante: Regolita

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Surcos

Grado de erosión: Extremo

Influencia Humana: Alta

Factor nocivo: Extracción de material

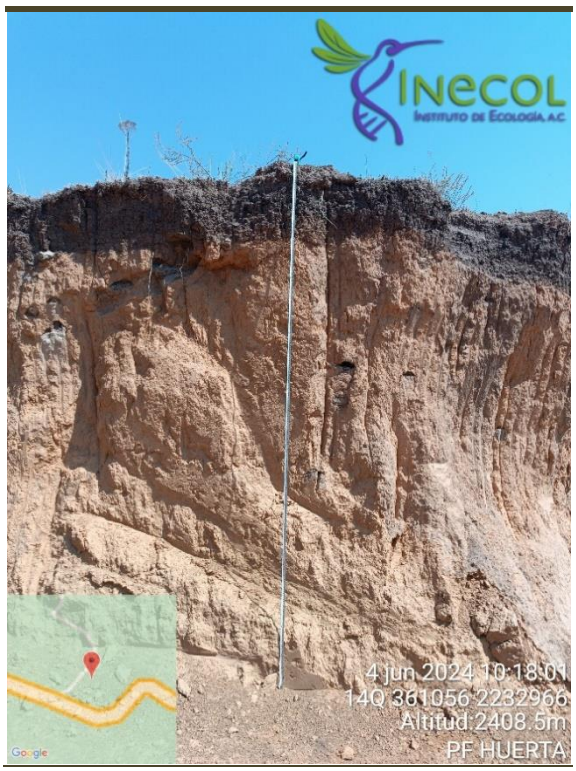


Figura 61. Perfil EDA-H15A. Vertisol.

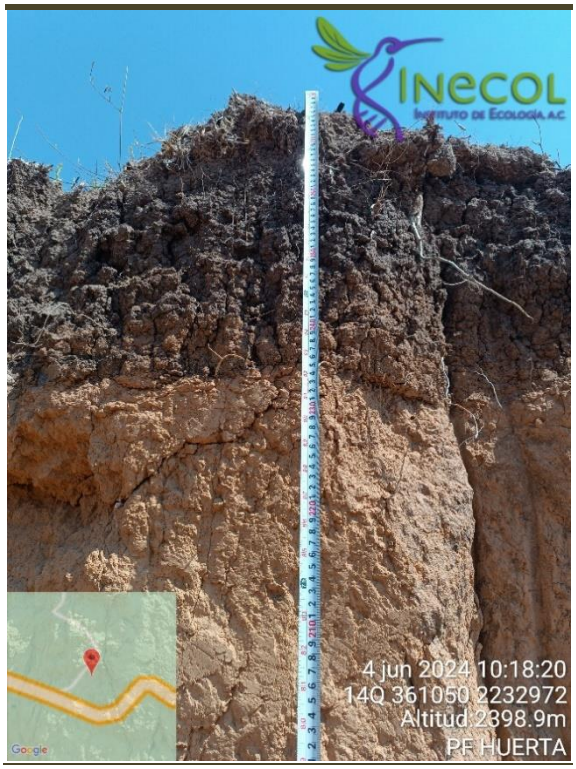


Figura 62. Perfil EDA-H15B. Vertisol.

EDA-H16

Altitud (s. n. m.): 2586.9

Suelo: luvisol

Uso de suelo y vegetación: Bosque de pino-encino

Limitación física: Gravosa

Substrato geológico: Metamórfica

Pendiente en grados: 20 a 30

Relieve: Fuertemente ondulado

Pedregosidad: Pedregoso (16-30%)

Afloramiento rocoso: Moderados (16-30%)

Grietas o fisuras: Sin grietas y/o Fisuras

Drenaje externo: Excesivamente drenado

Drenaje interno: Muy drenado

Material limitante: Roca

Tipo de erosión: Hídrica

Forma de erosión: Laminar

Grado de erosión: Leve

Influencia Humana: Escasa

Factor nocivo: Deforestación y extracción de material pétreo a pequeña escala

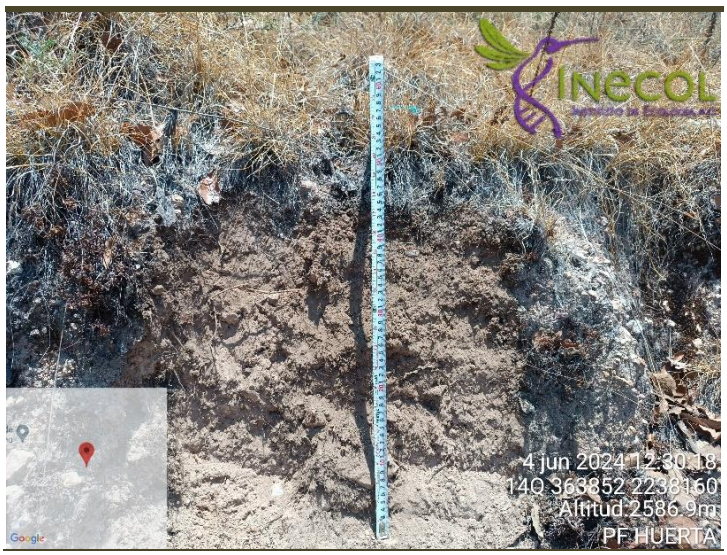


Figura 63. Perfil EDA-H16. Luvisol.

IV.3.1.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Hidrología superficial

El agua es un recurso natural indispensable para todas las actividades humanas, sin embargo, su manejo inadecuado se manifiesta actualmente en escasez y contaminación, lo que desencadena desequilibrios ambientales y sociales que se manifiestan en la generación de conflictos entre los principales actores involucrados.

Se realizó una revisión de diversas fuentes de información, incluyendo instrumentos de regionalización y planeación hidrológica, documentos de consejos de cuenca, bases de datos, sistemas de información geográfica, libros, artículos y otras publicaciones útiles para detallar las características de la hidrología en el SAR del Proyecto; esto, para describir los aspectos ambientales relevantes y las interacciones del proyecto con los recursos hídricos, lo que ayudará a prever los posibles impactos potenciales que podrían presentarse y así como determinar las medidas de mitigación a implementar para su desarrollo de manera sostenible.

Partiendo de lo general a lo local, la Comisión Nacional del Agua (Conagua), como órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo encargado de la gestión del agua en México, desempeña funciones a través de 13 organismos de cuenca, cuyo ámbito de competencia son las Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA), las cuales están formadas por agrupaciones de cuencas, consideradas unidades básicas para la gestión de los recursos hídricos. En este aspecto, el proyecto se encuentra sobre las regiones VIII Lerma-Santiago-Pacífico (99.90% del SAR) y IX Golfo Norte (0.10% del SAR) (*Figura 64*).

La RHA VIII se encuentra ubicada en la zona centro occidente del país, su extensión territorial es de aproximadamente 192,72 km^2 (9.7% del territorio nacional), en la que se localizan de forma total o parcial los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Colima, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas. En la región se estima un escurrimiento superficial natural medio del orden de los 25, 423 hm^3 al año y una disponibilidad media anual de 6103.55 hm^3 (CONAGUA, 2024). Esta región está conformada por 93 subcuencas hidrográficas que se agrupan en tres consejos de cuenca: Lerma-Chapala, Río Santiago y Costa Pacífico Centro.

Mientras que la RHA IX se localiza en la zona noreste del país, sobre la vertiente del Golfo de México, comprende en su totalidad o parte de los estados de Guanajuato, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz. Cuenta con una superficie de 127,971 064 km^2, representando el 6.4% del territorio nacional. La RHA Golfo Norte está integrada por 100 subcuencas hidrográficas que se agrupan en las cuencas Río Pánuco, Soto la Marina y El Salado (CONAGUA, 2024).



Figura 64. Regiones Hidrológico-Administrativas de México (CONAGUA, 2023).

Regiones Hidrológicas

Las cuencas son unidades naturales del terreno, definidas por la existencia de una división de las aguas superficiales debida a la conformación del relieve. Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas (RH), las cuales se muestran en la *Figura 65*, que, a la vez, para efectos de

administración se agrupan en las 13 regiones hidrológico-administrativas que se han mencionado anteriormente. De estas 37 RH, el SAR del Proyecto Fotovoltaico Huerta se encuentra establecido sobre las regiones 12-Lerma-Santiago y 26. Pánuco. Estas dos grandes áreas definen el rasgo fisiográfico que conforma el denominado parteaguas continental a partir del cual las aguas drenan hacia el Golfo de México a través del Río Pánuco, y al Océano Pacífico por medio del río Santiago.

La RH 12 presenta una superficie 132,916 km^2 y de acuerdo con CONAGUA (2020), el escurrimiento natural superficial es de 13240 hm^3 anules, mientras que la precipitación normal anual es de 717 mm. Esta región está constituida por 58 cuencas hidrológicas. El SAR del proyecto se encuentra dentro de esta región con un 99.97% y el predio del proyecto se encuentra en su totalidad dentro de esta RH (*Cuadro 13*). El resto de la superficie del SAR (0.03%) corresponde a la RH 26, la cual presenta una extensión territorial de 96,989 km^2, una precipitación normal anual de 855 mm y un escurrimiento medio de 20,372 hm^3. A esta región la conforman un total de 77 cuencas hidrológicas.

Cuadro 13. Regiones hidrológicas de CONAGUA, en el SAR y predio del proyecto.

REGIONES HIDROLÓGICAS	SAR ÁREA KM^2	PORCENTAJE	PREDIO ÁREA HA	PORCENTAJE
12-Lerma-Santiago	248.31	99.97	256.158	100
26-Pánuco	0.08	0.03	-	-
TOTAL	**248.39**	**100**	**256.158**	**100**



Figura 65. Regiones hidrológicas de México (CONAGUA, 2023).

Cuencas

Respecto a las cuencas en las que se sitúa el proyecto, del lado de la RH 12 - Lerma-Santiago el proyecto se encuentra en el extremo noreste de la cuenca RH12A - Río Lerma-Toluca, mientras que en la RH 26 - Pánuco el proyecto forma parte de la cuenca RH26D - Río Moctezuma.

En la cuenca del Río Lerma-Toluca también conocida como cuenca alta del Lerma, el afluente principal es el río Lerma, el cual se origina en el municipio de Almoloya del Río y recorre los estados de Querétaro, Michoacán, Guanajuato y Jalisco para desembocar en el Lago de Chapala. Especialmente esta cuenca presenta grandes problemáticas ambientales, sobre todo por profundos desequilibrios respecto al agua superficial y subterránea.

La explicación oficial respecto a esta crisis enfatiza la ocurrencia de un período extraordinario de años secos, los cuales se presentan en un ciclo de alrededor de 50 años. Otra componente es el crecimiento de la demanda para todos los usos, aunque su ritmo ha tendido a estabilizarse en la última década. De cualquier manera, la principal explicación de la crisis está en las deficiencias históricamente acumuladas en la regulación del uso del agua en toda la cuenca.

Así mismo, se estima que existe un importante sobreconcesionamiento, esto es, el gobierno federal otorgó históricamente más derechos de uso que el volumen de agua disponible, particularmente para uso agrícola, en parte por el manejo fragmentado y poco coordinado entre las instituciones públicas de los distintos niveles de gobierno, pero también por el fuerte carácter político del manejo centralizado del agua desde la década de 1920 hasta principios de 1990 (Mollard y Vargas, 2005; Wester *et al.*, 2004).

Cabe resaltar que la porción de la cuenca donde se encuentra el proyecto son las zonas más bajas de la zonificación de la cuenca alta del Lerma, por lo que la corriente principal del río no se traspone con las poligonales del proyecto Huerta PV, si no que las corrientes que se generan en el sistema ambiental se vuelven tributarios a la gran red de drenaje de la cuenca. El sistema ambiental del proyecto se encuentra en un 99.7% dentro de la RH12A, el 0.03% restante de la superficie del SAR corresponde a la cuenca RH26D- Río Moctezuma (*Cuadro 14*).

La cuenca del río Moctezuma se localiza en el centro de México (coordenadas extremas: 98° 100° LW y 20° 22° LN), fluye en sentido nordeste a través del Altiplano mexicano, Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental, cruzando una compleja orografía y diversidad de ambientes terrestres, siendo el límite de transición de dos regiones biogeográficas (Neotropical y Neártica).

El Río Moctezuma es el afluente más caudaloso dentro de la cuenca, es perenne y desemboca en el Río Pánuco. Este río cambia de nombre a lo largo de su recorrido, adoptando el nombre de Moctezuma en el Valle de México, sirviendo como canal de desagüe para el drenaje profundo de la Ciudad de México;

posteriormente sus aguas circulan por el Río Tula y pasan por las presas Requena, Endhó y Tlamaco, continuando su recorrido hasta llegar al embalse de la presa de Zimapán, en Hidalgo.

En estas dos cuencas hidrológicas se encuentran las subcuencas de los escurrimientos presentes dentro de SAR, las cuales corresponden a la subcuenca Río Tigre y Atlacomulco-Paso de Ovejas para el caso de la cuenca Lerma-Toluca y la subcuenca Drenaje Caracol para la cuenca del Río Moctezuma. A continuación, en la *Figura 66*, se representa el SAR del proyecto en el contexto hidrológico regional desde las categorías de RH, cuencas y subcuencas.

Cuadro 14. Superficie del proyecto respecto a las cuencas hidrológicas.

CUENCAS HIDROLÓGICAS	SAR ÁREA KM^2	PORCENTAJE	PREDIO ÁREA HA	PORCENTAJE
RH 12A-R. Lerma-Toluca	248.31	99.97	256.158	100
RH26D- Río Moctezuma	0.08	0.03	-	-
Total	**248.39**	**100**	**256.158**	**100**

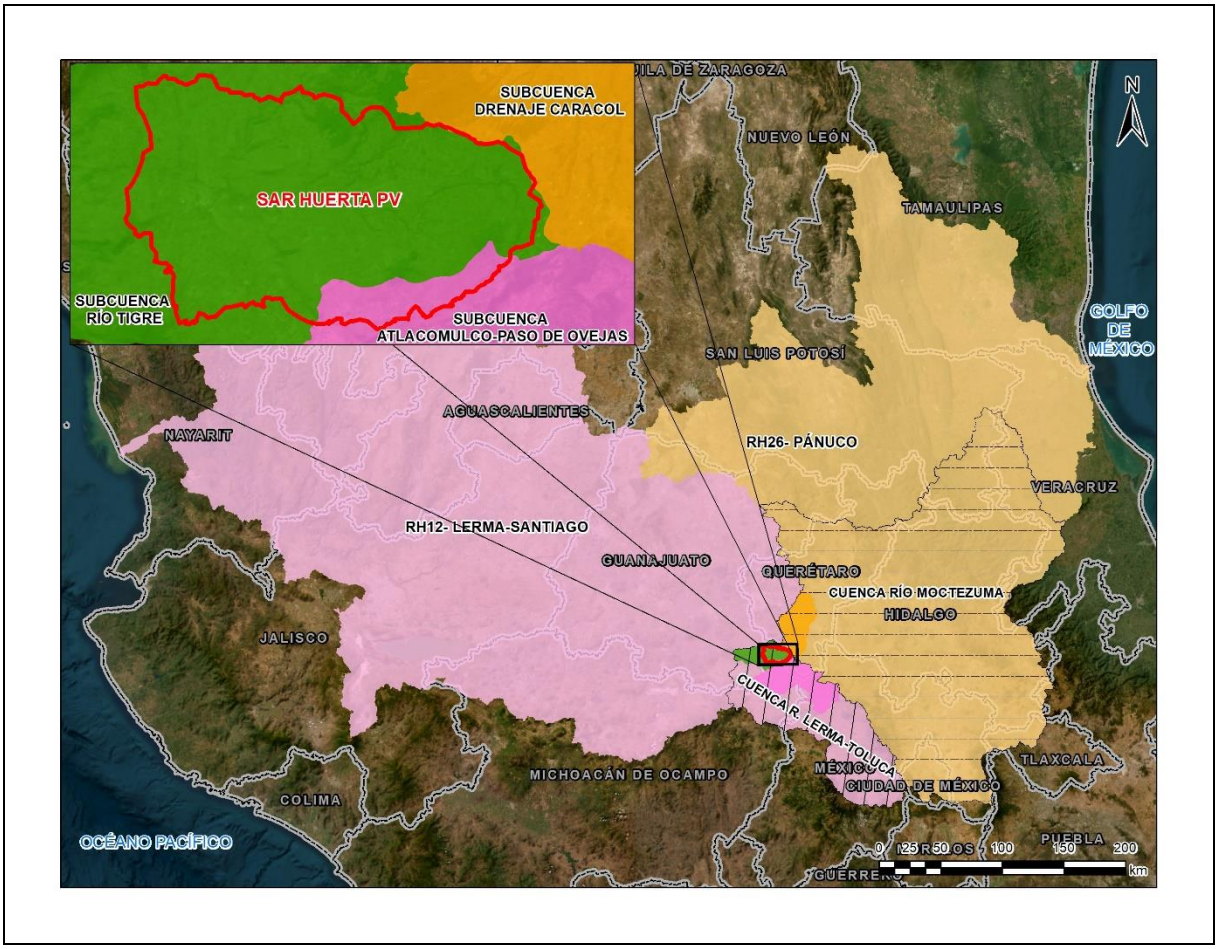


Figura 66. Contexto general del SAR, respecto a las regiones, cuencas y subcuencas en las que se encuentra inmerso.

Subcuencas dentro de SAR

Como ya se ha hecho mención, el SAR del proyecto se encuentra en términos hidrológicos configurado por tres subcuencas (*Cuadro 15*), sin embargo, la que mayor peso concentra en los patrones de escurrimientos es la subcuenca del Río Tigre debido que el SAR concentra tanto el escurrimiento principal como las zonas de captación lo que sería equiparable a la parte media y alta de la subcuenca. A nivel SAR, la parte alta se encuentra en la porción centro-este con la presencia de cañones jóvenes de disección media debido a los escurrimientos de etapa inicial. La parte media de la subcuenca se distribuye en la porción centro-oeste; en esta zona se presentan cañones y barrancas fuertemente diseccionadas por la acción de cauces concentrados que confluyen, aumentando la capacidad erosiva (*Figura 67*).

En el caso de la subcuenca de Atlacomulco-Paso de Ovejas, en el SAR únicamente se encuentran algunas zonas de captación con escurrimientos que se desarrollan en dirección norte-sur. A nivel de geomorfología de cuenca, esta porción del SAR es equiparable a la fase inicial de escurrimiento sobre la parte alta de la ladera debido a que no es visible una configuración compleja de patrones de drenaje a causa de una escaza superficie de captación. Las características anteriores aplican únicamente para la porción de la subcuenca que se encuentra dentro del SAR, ya que a nivel general los patrones de escurrimiento se desarrollan de manera compleja.

Para el caso de la subcuenca de Drenaje Caracol, dentro del SAR únicamente se presenta pequeñas secciones de la zona de parteaguas, lo que genera que no haya gran significancia hidrológica respecto a la porción que se encuentra dentro del sistema ambiental.

Cuadro 15. Superficies del SAR del proyecto respecto a las subcuencas.

SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS	SAR ÁREA KM^2	PORCENTAJE	PREDIO ÁREA HA	PORCENTAJE
RH12Ac - R. Tigre	227.17	91.5	256.158	100
RH12Ac - R. Atlacomulco-Paso de Ovejas	20.98	8.4	-	-
RH26De – Drenaje Caracol	0.24	0.1	-	-
Total	**248.39**	**100**	**256.158**	**100**

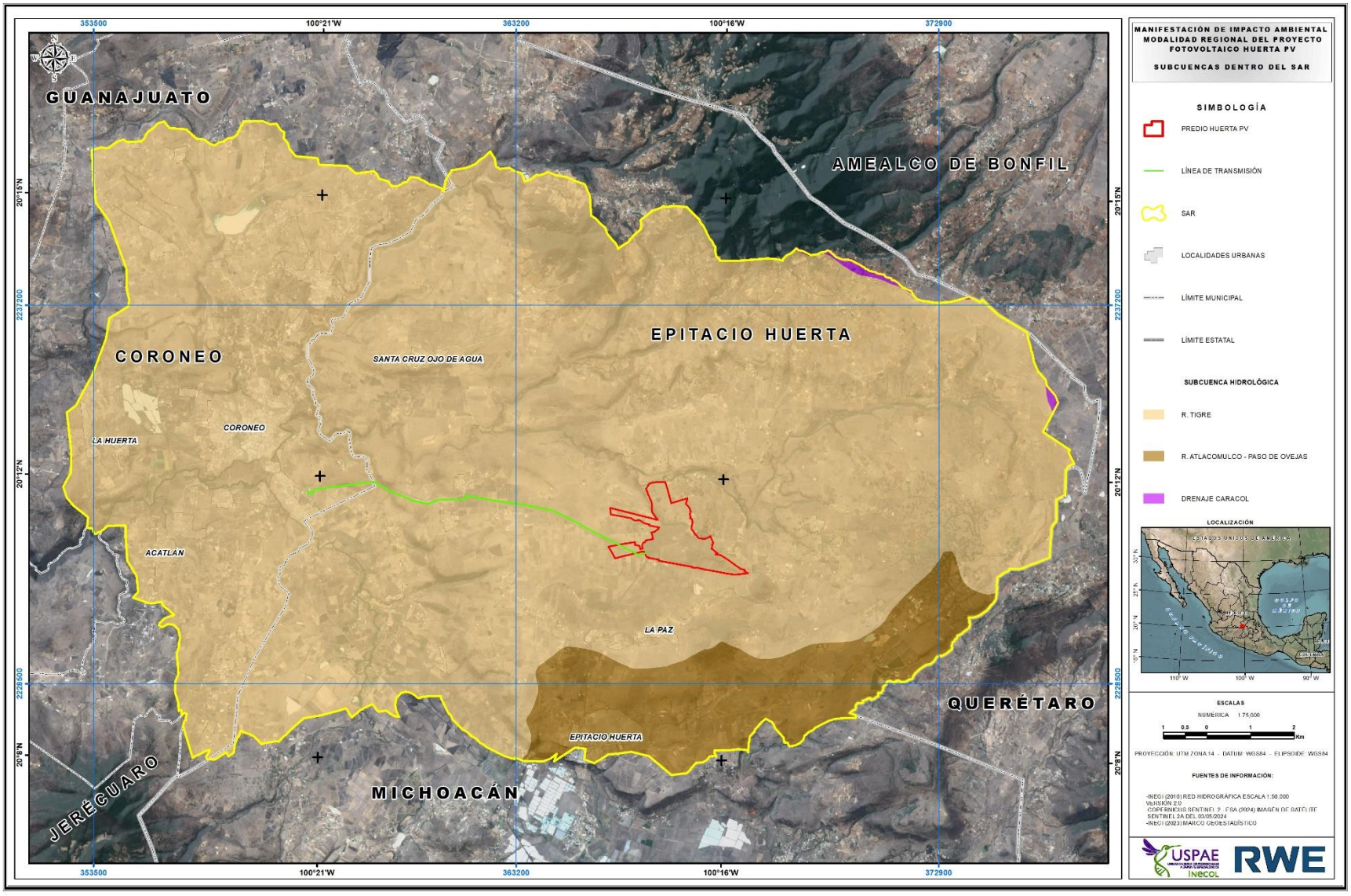


Figura 67. Mapa de subcuencas dentro de SAR.

Escurrimientos y cuerpos de agua

A nivel morfológico de cuencas, el sitio se encuentra en la vertiente noroeste de la parte baja de la subcuenca Lerma-Toluca, la cual es caracterizada por tener menor superficie de escurrimiento. Esta característica, aunado a la alta permeabilidad del terreno y alta estacionalidad de la sequía condicionan las características de los escurrimientos. En la zona del SAR se presentan ríos y arroyos con una dominancia intermitente, es decir, que sólo escurre agua superficial en época de precipitaciones (*Figura 68*). Así mismo, como el terreno en las zonas de valles contienen materiales con permeabilidad alta, al infiltrarse el agua de las corrientes propician una alta recarga de acuíferos, sin embargo, el líquido de manera subterránea puede llegar a escasear en ciertas zonas por perdida horizontal del agua que discurre hacia zonas vecinas.

En el SAR únicamente se presentan dos corrientes de carácter perenne de origen natural, una es conocida como El Salitre, la cual se genera aguas arriba por la confluencia del arroyo El Salitre y el arroyo El Zapote. Este escurrimiento se ubica en la zona extrema suroeste del SAR y fluye con dirección sur-norte, para integrarse al Río Tigre. El segundo escurrimiento perenne se desarrolla a partir del agua excedente de la presa Cebolletas, ubicada al norte de la ciudad de Coroneo. Este escurrimiento también se integra al Río Tigre y ambos forman parte de la misma subcuenca (R. Tigre). En menor orden y con condición intermitente, aguas arriba se encuentran los arroyos Durazno, El Tejocote, Las Trojas, La Jabonera, El Varal, Las Varas y Peña Blanca, entre otros. Todos estos escurrimientos se integran al Río Tigre, que escurre en el SAR desde el extremo este para salir del sistema ambiental en el extremo oeste formando un patrón de escurrimientos de tipo dendrítico. Por otro lado, en la subcuenca R. Atlacomulco - Paso de Ovejas únicamente se contienen dentro del SAR los escurrimientos intermitentes de La Ladera, Cerro de la Campana y El Milagro, los cuales escurren sin integrarse a algún escurrimiento hasta fuera del SAR.

En relación con los cuerpos de agua que se encuentran dentro del SAR, en su totalidad, son de carácter antrópico siendo la de mayor magnitud la Presa Cebolletas, ya que cuenta con una capacidad NAMO de 6.3 mm^3 y NAME de 6.5 mm^3, una longitud de cortina de 217 m y una altura de 9m; con un espejo de agua de 158.62 hectáreas. Esta presa se localiza en el Municipio de Coroneo y forma parte de la cuenca del R. Tigre. El agua contenida en esta presa es destinada principalmente para las actividades de riego, pesca, turismo y actividades recreativas (Neri-Palafox, 2016).

De acuerdo con el estudio realizado por Osuna-Paredes *et al.* (2017), respecto a las características fisicoquímicas del agua de la Presa Cebolletas, se trata de un cuerpo de agua impactado por las actividades que se desarrollan en la cuenca de drenaje, lo que se refleja en la gran carga de nutrimentos que entra, principalmente en la época de lluvias. El embalse se clasifica como polimíctico cálido continuo (Lewis, 1983), es decir, la circulación es constante y la columna de agua se encuentra bien oxigenada. La temperatura promedio anual es de 20.2°C. Bécares *et al.* (2004) op. cit., establece que

en los lagos someros no existe estratificación y la masa de agua tiende a estar completamente mezclada debido a la acción del viento. Como en todos los cuerpos de agua cálidos, la dinámica hidrológica de la presa está definida por la temporada de secas y lluvias que inciden directamente en la entrada de agua proveniente de la cuenca de drenajes, así como, de la constante entrada de aguas residuales que son descargadas por las comunidades aledañas.

A parte de la presa Cebolletas, se encuentran otros cuerpos de agua con una capacidad más reducida de almacenamiento de agua. A estos embalses superficiales se les conoce como jagüeyes, aljibes, cajas de agua, bordos de agua o embalses. Es una técnica que se utiliza para designar depresiones del terreno o a pequeñas y medianas presas artificiales, que permiten almacenar el agua proveniente de los escurrimientos superficiales y destinarla para fines pecuarios, de riego o para satisfacer las necesidades humanas.

Los jagüeyes son obras comunes en el SAR, pero es una práctica habitual en todo el centro de México, especialmente en zonas áridas y semiáridas. Muchas de estas infraestructuras son acompañadas de complejos sistemas de conducción o canales con los que se encausan los escurrimientos de las laderas cercanas hacia el área de almacenamiento. Los usos dentro del área de estudio están destinados principalmente a la agricultura de temporal y la ganadería.

Entre los embalses con el estatus perenne se encuentran: Los Carrizos, Los Árboles, La Botijas. La Trinidad y La Laguna, entre otros con nombres no especificados. Por otro lado, entre los jagüeyes de carácter intermitentes figuran los denominados como: Bordo Leopoldo, Bordo Los Acebuches, Bordo San Isidro, Bordo Guadalupe, Bordo Grande, El Mimbre, El Coyote, San Jorge, La Esperanza, Bordo Chueco, La Plaza y La Cruz entre otros. En el predio del proyecto se identificaron en los trabajos de campo 5 estructuras activas, las cuales son utilizadas para uso pecuario.

En general según los datos vectoriales de INEGI (2010), se estima que existen dentro del SAR, alrededor de 1120 jagüeyes. Esto significa un beneficio importante en términos hidrológicos, ya que al colectar agua de lluvia se evita la dependencia de recursos hídricos subterráneos, lo que reduce la presión sobre los recursos hídricos naturales. A esto se le suma que el agua de lluvia no pasa de manera rápida por los canales de escurrimiento, fomentando a su vez la filtración lenta pero constante del agua hacia los acuíferos. Y, por último, los jagueyes como fuente de agua para especies animales silvestres en una zona con escasez de fuentes naturales superficiales funge un papel muy importante en el ecosistema, donde se permite que tanto el aspecto natural como social se vean beneficiados.

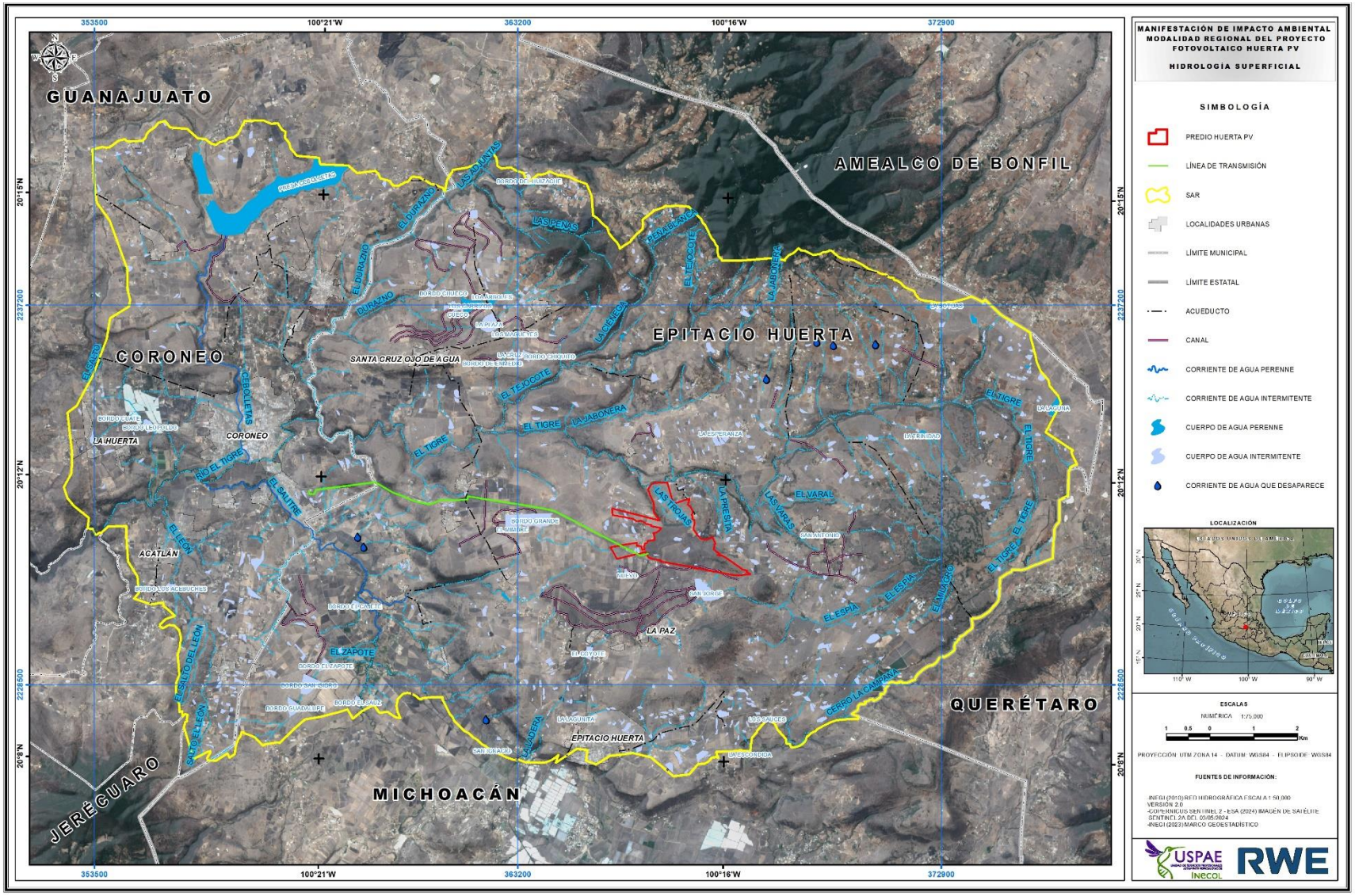


Figura 68. Hidrología superficial dentro del SAR.

Calidad de las aguas superficiales

Como ya se ha venido mencionando, en el sitio son escazas las fuentes de agua perennes y no se presentan dentro del SAR muestreos de estudios de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial (CONAGUA,2023). Las muestras más cercanas fueron tomadas en el cauce principal del Río Lerma, a 24 km al oeste fuera del límite del SAR, por lo que los resultados, en su mayoría en semáforo rojo, no se consideraron representativos del área de estudio.

En búsqueda de fuentes de información donde se pudieran contener aspectos fisicoquímicos de algún cuerpo de agua, se encontró un análisis realizado para la elaboración del Plan de Manejo Pesquero de la Presa Cebolletas (*Figura 69*), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 04 de marzo de 2021. El estudio indica que las características de este cuerpo de agua se determinan por el impacto de las actividades que se desarrollan en la cuenca de drenaje, lo que se ve reflejado en una carga significativa de nutrientes que aportan los escurrimientos en la época de lluvias.

Con relación a sus propiedades ópticas, debido a la entrada constante de sólidos y materia orgánica suspendida, así como la presencia de abundante biomasa fitoplanctónica, se determinó que estas son las causas de la poca transparencia encontrada en la presa, la cual se encuentra por debajo de los 0.20 metros durante la época de secas y menor a 0.40 metros en lluvias, cuando el volumen de agua hace un efecto de disolución.

Las concentraciones de oxígeno disuelto encontradas fueron significativas, a pesar de los fuertes procesos de oxidación de la materia orgánica que se puede presentar. Normalmente en las horas matutinas, la acción del viento es muy fuerte en este embalse, lo que provoca la oxigenación de la masa de agua; sin embargo, durante las horas nocturnas, las grandes cantidades de sustancias orgánicas emitidas a los cuerpos de agua representan un problema, ya que al realizarse los procesos naturales de descomposición provoca una carencia de oxígeno, de las cuales, en su mayoría resultan fatales para los organismos acuáticos, además de la liberación de amonio, principal producto final de la degradación de la materia orgánica (Andrews, 1972; Mason, 1984).

Con respecto a la cantidad de compuestos iónicos, de acuerdo con las concentraciones de alcalinidad, la Presa puede clasificarse como un cuerpo de agua con una muy baja alcalinidad (Kevern, 1989), donde la alcalinidad total está dada por los bicarbonatos (HCO_3).

El contenido de formas de nitrógeno (nitritos NO_2 y nitratos NO_3) es muy bajo durante todo el año, a diferencia del amonio, que presenta concentraciones muy altas, sobre todo en épocas de lluvia. Con respecto a los compuestos fosforados, tanto el fósforo total como el ortofosfato disuelto (fósforo inorgánico) presentan valores altos en toda la presa, estos valores están presentes en toda la columna de agua; sin embargo, en el fondo se pueden encontrar concentraciones más elevadas.

La abundancia de nutrimentos se refleja en las concentraciones de clorofila a que son muy elevadas en la mayor parte del ciclo anual, lo que indica la gran cantidad de nutrimentos disponibles para el acelerado crecimiento algal, ya que los factores principales que determinan el crecimiento de la biomasa algal son los nutrimentos nitrógeno y fósforo (EPA, 2000). Bécares *et al*. (2004) op. cit., señalan que el estrecho contacto entre el sedimento y el agua en los lagos someros provoca un rápido reciclaje de nutrientes y una mayor productividad. Por ello los lagos someros son, naturalmente más eutróficos que los lagos profundos.

Las altas concentraciones de fósforo inorgánico que se encuentran dentro de la Presa no permiten considerar a este elemento como el principal factor limitante de la productividad, por lo que hay que considerar al nitrógeno. De acuerdo con Wetzel (1983) op.cit., el fósforo es el factor limitante por excelencia en la mayoría de los lagos, pero cuando se supera la limitación de fósforo en aguas con altas proporciones de este elemento, se puede producir un aumento continuo de la fotosíntesis hasta que el siguiente anión llega a ser limitante.

En cuanto a las pequeñas represas, bordos de almacenamiento o jagueyes de agua utilizados para el suministro al ganado, el promovente realizó una consulta específica ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), otorgando dicha dependencia una respuesta por escrito (oficio B00.915.04.-170/2024, del 14 de mayo de 2024) en la que los mismos no cuentan con las dimensiones que señala la Ley de Aguas Nacionales para considerarlos como parte de los bienes nacionales a cargo de la propia CONAGUA, además de que no fueron construidas ni financiadas por el gobierno federal (Anexos capítulo IV).

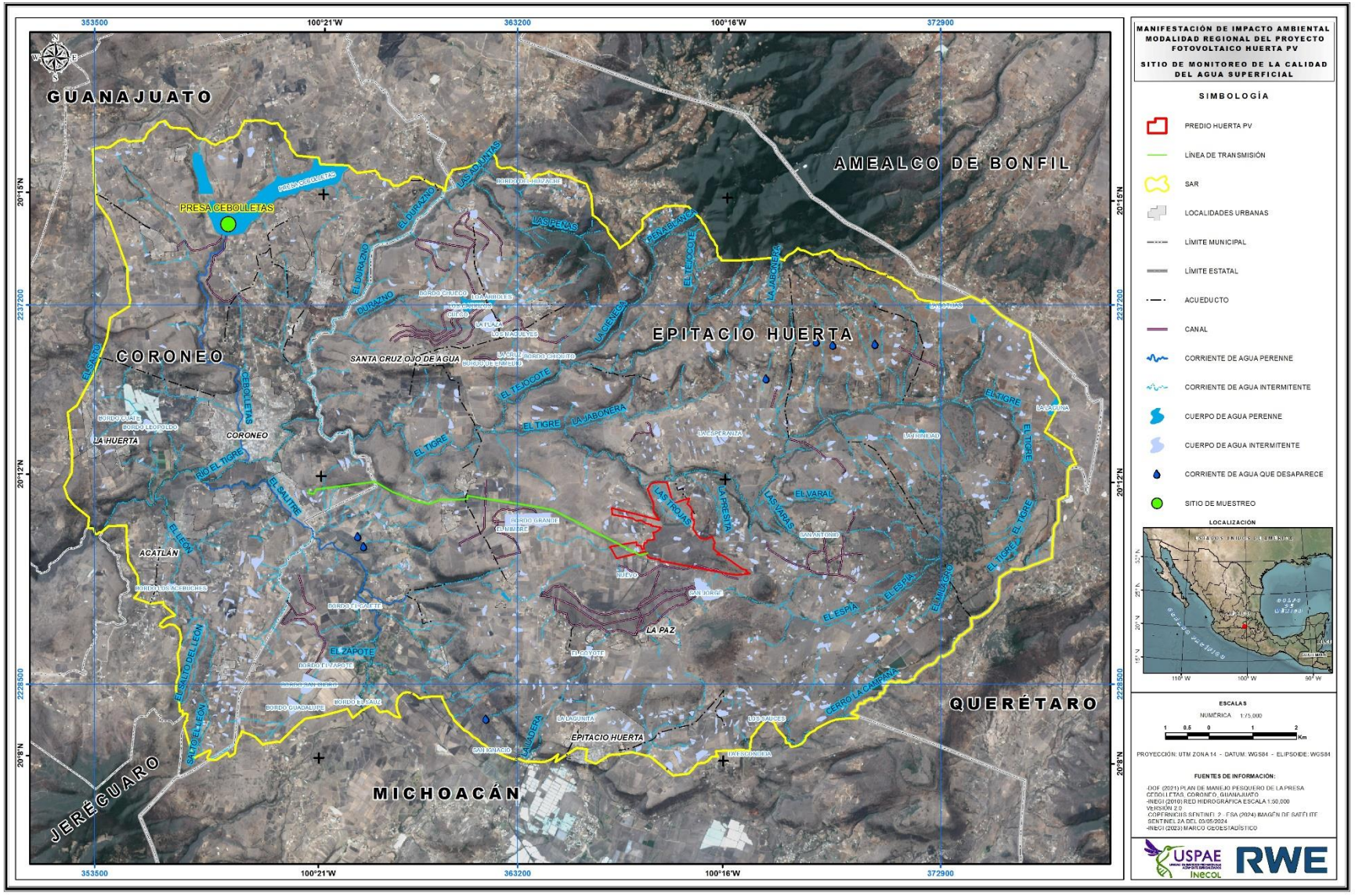


Figura 69. Ubicación del sitio de monitoreo de aguas superficiales respecto al SAR.

Trabajo de campo

Tras las visitas de campo se obtuvieron 17 sitios de inspección hidrológica, de los cuales cuatro corresponden al predio del proyecto y el restante se distribuyen en el SAR. A continuación, se anexa el mapa de distribución de los sitios inspeccionados (*Figura 70*), así como las imágenes con la descripción para cada sitio.

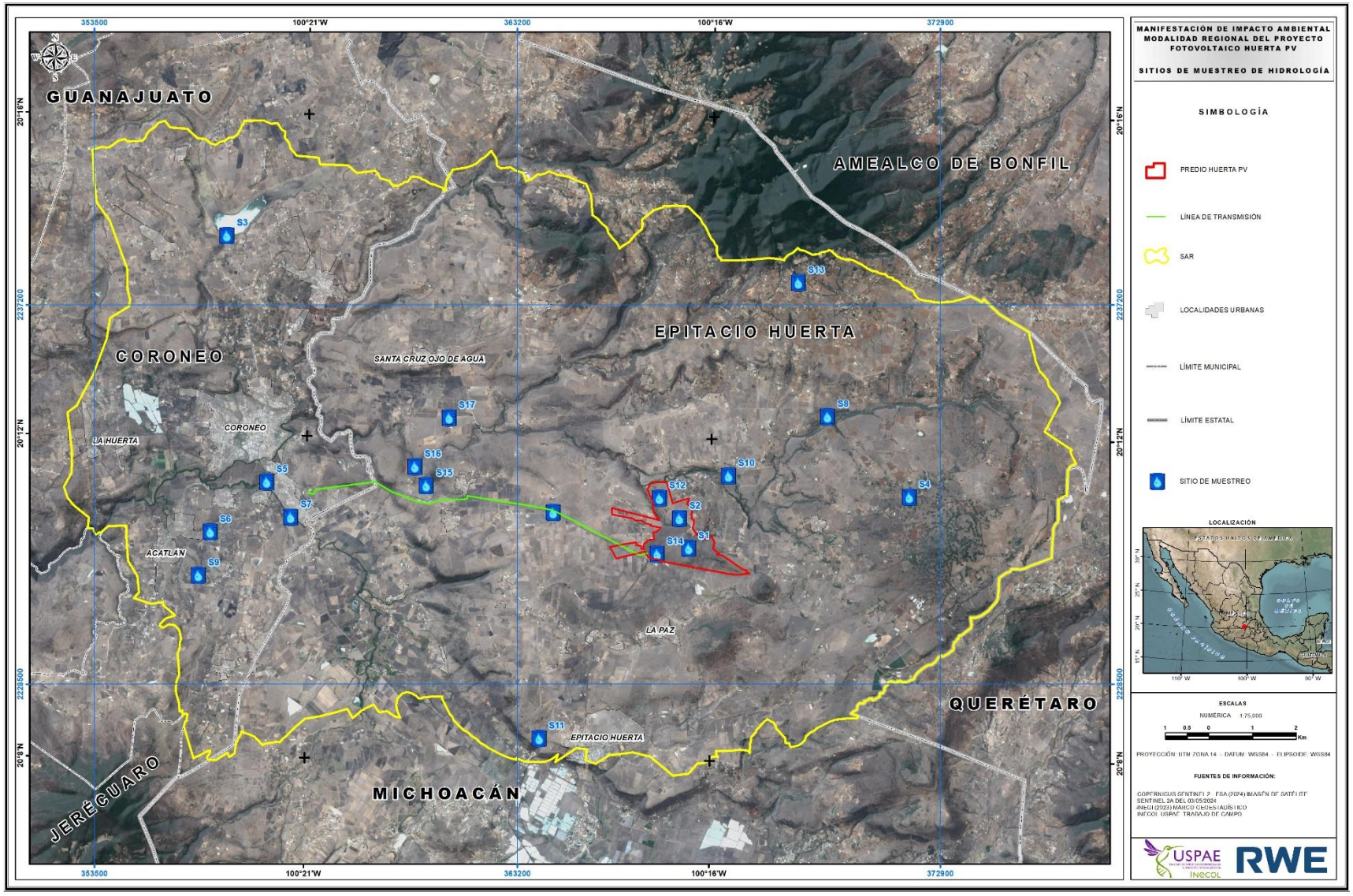


Figura 70. Sitios de hidrología.

Sitio 1

Temporada de estiaje



Figura 71. Jagüey con proceso de desecación originado por la intensidad de la sequía. Procesos de agrietamiento que evidencian una evaporación alta y sedimentos con concentraciones de arcillas expansivas.

Temporada de lluvias



Figura 72. Jagüey con niveles superiores a la época de sequía.

Sitio 2

Temporada de estiaje



Figura 73. Jagüey en el predio del proyecto generado a partir de diques sólidos. Las características arcillosas del suelo permiten el confinamiento del agua, siendo la evaporación el motivo principal de la perdida. Ninguna infraestructura se colocará en estos cuerpos de agua.

Temporada de lluvias



Figura 74. Jagüey con niveles de acumulación máximos. Ninguna infraestructura se ubicará en estos jagueyes.

Sitio 3

Temporada de estiaje



Figura 75. Presa Cebolletas en niveles más bajos en décadas. Actualmente se sigue aprovechando para riego ya que la sequía atrasó las siembras. Se llegó a un consenso entre las cooperativas para el aprovechamiento, ya que el agua se está perdiendo por evaporación.



Figura 76. Aunque los niveles eran demasiado bajos para el trampeo de especies acuáticas, si se observó un elevado índice de actividad de peces y aves, lo que es un buen bioindicador de una calidad aceptable del recurso líquido.

Temporada de lluvias



Figura 77. Presa Cebolletas con niveles normales de almacenamiento.



Figura 78. Niveles máximos en los últimos 7 años.

Sitio 4



Figura 79. Área con procesos de acarcavamiento. Actualmente las cárcavas parecen estar estabilizándose, ya que se encuentran individuos de encinos en el cauce. Se desconoce si se han aplicado técnicas de ralentización de caudal en partes superiores.

Sitio 5

Temporada de estiaje



Figura 80. Agua estancada en la mayor parte del cauce. La alta densidad de vegetación de galería indica alto contenido de humedad por proximidad al nivel freático.

Temporada de lluvias



Figura 81. Escurrimiento en época de lluvias.

Sitio 6

Temporada de estiaje



Figura 82. Acumulación de agua en banco de explotación de materiales pétreos.

Temporada de lluvias



Figura 83. Banco de materiales inundado por escurrimientos aledaños.



Figura 84. Desviación de escurrimientos.

Sitio 7

Temporada de estiaje



Figura 85. Escurrimiento intermitente con agua estancada sobre el cual pasa un camino. Se encontraron sobre el cauce presencia de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.

Temporada de lluvias



Figura 86. Aguas turbias por lluvias recientes.

Sitio 8



Figura 87. Cauce con agua acumulada. El patrón incisivo tanto vertical como lateral es somero, ya que la dureza del basalto supera el potencial erosivo del material transportado por la corriente. Destaca la falta de cantos rodados, guijarros y bloques.

Sitio 9



Figura 88. Alta concentración de diques. La retención de escurrimientos en la zona es de gran importancia para las actividades agrícolas y ganaderas.

Sitio 10

Temporada de estiaje



Figura 89. Escurrimiento con agua estancada. El sitio puede concentrar un foco importante de infecciones por funcionar como tiradero de residuos biológicos y urbanos por parte de localidades vecinas.

Temporada de lluvias



Figura 90. Flujo constante por lluvias recientes.

Sitio 11



Figura 91. Salto a desnivel de corrientes intermitentes. El caudal puede llegar a ser significativo ya que existe presencia de arrastre de rocas mayores al metro. La morfología del cauce es mediante desniveles escalonados en un perfil longitudinal relativamente corto con terrazas que superan los 80° de inclinación.

Sitio 12



Figura 92. Jagüey en el predio del proyecto. Es la reserva de agua con mayor volumen que se identificó dentro de la propiedad ya que la superficie de captación la comprenden al menos 4 laderas.

Sitio 13

Temporada de estiaje



Figura 93. Jagüey de poca capacidad y con alto contenido de material poroso, lo que propicia una rápida infiltración del agua.

Temporada de lluvias



Figura 94. Jagüey con acumulación por lluvias y sin presencia de escurrimientos aledaños.

Sitio 14



Figura 95. Estanque de agua en el límite sureste del predio. Se encuentra destinado como abrevadero.

Sitio 15

Temporada de estiaje



Figura 96. Sitio con corrientes intermitentes. Dentro del SAR, es el sitio con mayor signo de erosión hídrica, ya que presenta todos los tipos de erosión como lo son laminar, pluvial, lineal, erosión por surcos, por cárcavas, por canales, por disolución y en ciertos sectores antrópica.

Temporada de lluvias



Figura 97. Surgencia de agua activo por presencia de humedad y saturación del suelo.

Sitio 16

Temporada de estiaje



Figura 98. Escurrimiento intermitente. El lecho del río se encuentra confinado por roca basáltica. Se observó evidencia de escurrimientos recientes.

Temporada de lluvias



Figura 99. Cauce con escurrimientos eventuales por presencia de lluvias.

Sitio 17

Temporada de estiaje



Figura 100. Jagüey en niveles extremadamente bajos. De acuerdo con la consulta de imágenes satelitales, en su capacidad máxima el agua alcanza la cerca que se observa en primer plano.

Temporada de lluvias



Figura 101. Dique con niveles máximos de almacenamiento.

Hidrología subterránea

Para fines de la administración del agua subterránea, el país se ha dividido en 653 acuíferos, cuyos nombres oficiales fueron publicados en el DOF el 5 de diciembre de 2001. A partir de ese momento se inició un proceso de delimitación, estudio y disponibilidad anual de los acuíferos. De acuerdo con esta demarcación, según datos de la última actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos en el país publicada en el DOF el 29 de febrero del año 2024; para el caso del estado de Michoacán de Ocampo, de los 22 acuíferos, 9 presentan déficit de agua, mientras que los 13 restantes se encuentran con una disponibilidad media anual positiva; con respecto al estado de Guanajuato, de los 20 acuíferos que presenta la entidad, tanto de manera total como parcial, 15 presentan valores negativos en cuanto a la disponibilidad de agua subterránea y tan sólo 5 son catalogados con niveles positivos.

El SAR del proyecto se encuentra ubicado dentro de los acuíferos 1601 (Maravatío-Contepec-E. Huerta), 1116 (Valle de La Cuevita) y 2209 (Valle de Amealco) (*Figura 102*). En cuanto a localización y distribución, en la zona oeste del SAR, se encuentra el acuífero Valle de la Cuevita, el cuál ocupa la segunda mayor extensión en cuanto al territorio del SAR con un 26.15% y pertenece al estado de Guanajuato. En la zona centro, sur y este se distribuye el acuífero 1601, el cuál corresponde al estado de Michoacán, conteniendo un área del 73.81% del SAR; así mismo, sobre esta unidad geohidrológica se encuentra el predio del proyecto con un total de 215.76 hectáreas. Finalmente, en la zona extrema

noreste y sureste se presenta el área del acuífero del Valle de Amealco el cual corresponde únicamente al 0.03 % (*Cuadro 16*).

Cuadro 16. Acuíferos de CONAGUA, respecto al SAR y AP.

ACUÍFERO	SAR ÁREA KM²	PORCENTAJE	PREDIO ÁREA HA	PORCENTAJE
1601 - Maravatío -Contepec-E. Huerta	183.34	73.81	252.61	98.62
1116 - Valle de La Cuevita	64.96	26.15	3.55	1.38
2209 - Valle de Amealco	0.08	0.03	-	-
Total	**248.39**	**100**	**256.158**	**100**

Por otro lado, la composición geohidrológica dentro del SAR es conformada por tres unidades (*Figura 102*). La primera unidad es Material consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero" y se encuentra constituida, en su mayoría, por unidades litológicas de ígneas extrusivas del cenozoico que corresponden a tobas ácidas en la zona norte del SAR y rocas basálticas poco fragmentadas en la zona sur. La superficie que ocupa la unidad respecto al SAR corresponde al 78.15% y el 100% para el predio del proyecto (*Cuadro 17*).

La segunda unidad geohidrológica está constituida por Material no consolidado con posibilidades altas para ser aprovechado como acuífero (12.32% dentro del SAR), constituida principalmente por arenas y gravas que forman parte de sedimentos aluviales del cenozoico o unidades cronoestratigráficas de areniscas. Estas unidades cuentan con materiales no cementados, sin embargo, pueden presentar compactación y tener un cierto grado de coherencia, aunque sigan permitiendo el fluido de agua subterránea a través del espacio de sus granos.

Por último, la unidad de menor superficie presente en el SAR corresponde a la de Material no consolidado con posibilidades medias. Se encuentra constituida tanto por los materiales sedimentarios aluviales y de tipo arenisca, como por los materiales de tipo volcánicos presentes a lo largo del SAR; principalmente en zonas de fracturación de materiales basálticos, piedemontes y planicies onduladas. La superficie con respecto al SAR es de 8.40%.

Cuadro 17. Unidades geohidrológicas dentro del SAR y AP.

UNIDAD GEOHIDROLÓGICA	SAR ÁREA KM²	PORCENTAJE	PREDIO ÁREA HA	PORCENTAJE
Cuerpo de agua intermitente	2.81	1.13	-	-
Material consolidado con posibilidades bajas	194.11	78.15	250.59	97.83
Material no consolidado con posibilidades altas	30.61	12.32	-	-
Material no consolidado con posibilidades medias	20.86	8.40	5.57	2.17
TOTAL	248.39	100	228.61	100

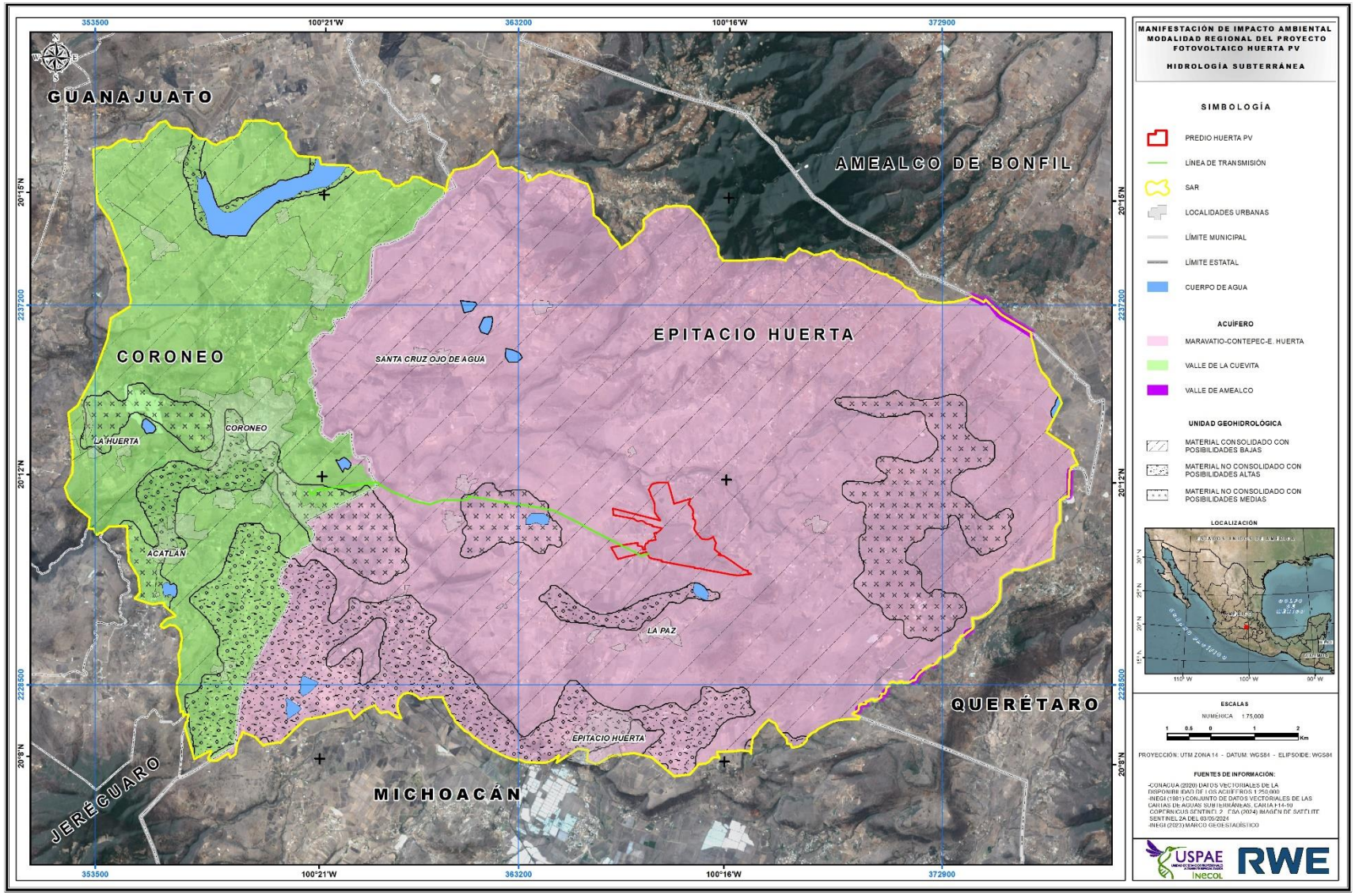


Figura 102. Hidrología subterránea del SAR del proyecto.

Acuífero 1601-Maravatío-Contepec-E. Huerta

El acuífero Maravatío–Contepec–Epitacio Huerta, definido con la clave 1601 de la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la parte noreste del estado de Michoacán, entre los paralelos 19° 40' y 20° 18' de latitud norte y los meridianos 100° 04' y 100° 42' de longitud oeste, abarca una superficie aproximada de 2,083 km^2 y la totalidad de los municipios Maravatío, Contepec, Epitacio Huerta, Tlalpujahua y Senguio, así como una pequeña porción de Irimbo, Zinapécuaro, Aporo e Hidalgo.

El acuífero colinda al norte con los acuíferos Valle de Acámbaro y Valle de la Cuevita, del estado de Guanajuato y Valle de Huimilpan del estado de Querétaro; al este con el acuífero Valle de Amealco del estado de Querétaro; al sureste con Ixtlahuaca-Atlacomulco del estado de México; al suroeste con el acuífero Ciudad Hidalgo-Tuxpan del estado de Michoacán; y al oeste con los acuíferos Morelia-Queréndaro del estado de Michoacán y Lago de Cuitzeo de Guanajuato. En términos administrativos, el acuífero pertenece al Organismo de Cuenca VIII "Lerma-Santiago-Pacífico", y es jurisdicción territorial de la Dirección Local Michoacán.

Con respecto a las características geohidrológicas, la configuración piezométrica define flujos laterales provenientes de las rocas volcánicas permeables colindantes, un parteaguas hidrodinámico por el poblado Epitacio Huerta desarrollado por topografía y bombeo, gradientes hidráulicos de 4.525 a 68.493, con 24.831 m/km de promedio. Cuya variación es por cambios de gasto y permeabilidad, así como una dirección general de flujo norte–sur, oriente a poniente y sur–noroeste, las equipotenciales van de 2500 a 1960 m, de las partes elevadas a la salida de la cuenca. No se registran conos de abatimiento por explotación del acuífero.

En cuanto a profundidad del nivel estático (*Figura 103*), varía de 70 a 20 m en el centro y norte del acuífero, de 40 a 100 en su lado occidental, entre 30 y 45 al oriente, tiene 10 m o menos por la presa Tepuxtepec, al sur fluctúa de 80 a 150, entre 5 y 20 por Maravatío, Campo Hermoso y Apeo, entre 60 y 90 al noroeste de Maravatío, y de 30 a 25 m en Epitacio Huerta y Ejido Ojo de Agua.

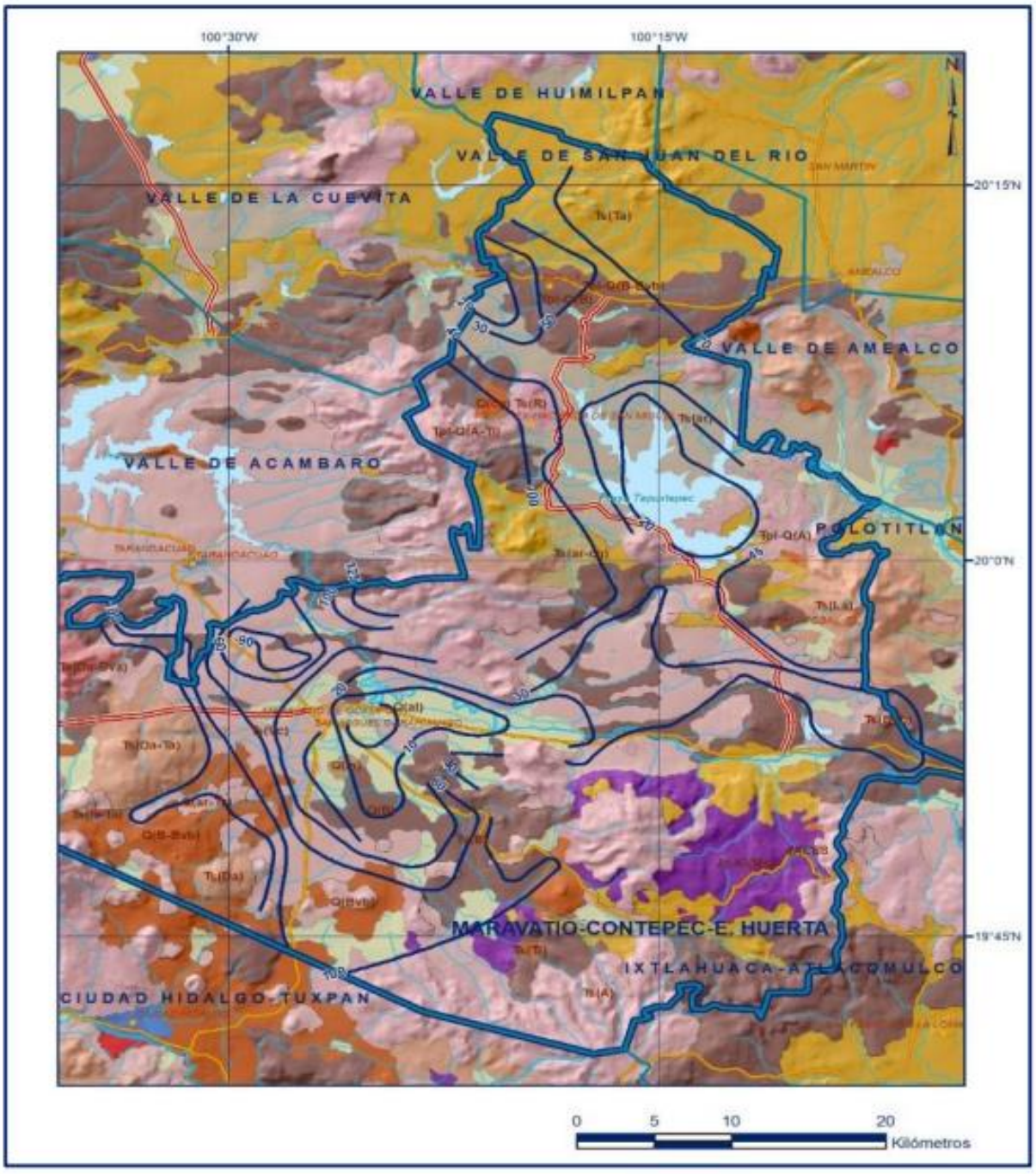


Figura 103. Profundidad del nivel estático en m (2004), en el acuífero 1601.

En 2007 se censaron 300 obras de agua subterránea; 76% son pozos y 24% manantiales; 47.78% de las obras tienen uso agrícola, 38.52% se destina al abastecimiento de agua potable, 9.26% se emplea con fines domésticos, 1.11% para abrevadero, 0.37% para la industria y 0.37% es recreativo. La extracción total es 64.5 hm^3 /año, del cual 19.0 hm^3 /año corresponde a descarga de manantiales y

45.5 hm^3 /año a la extracción por bombeo; el 70.87% se destina a riego, 13.45% a agropecuario, abrevadero y doméstico, 7.93% a fines potables y 7.75% a recreativos.

La principal forma de recarga se ejerce de manera horizontal, es decir, que el agua escurre a través de fracturas de las rocas desde las zonas más altas y piedemontes para terminar recargando el acuífero y las zonas de explotación mediante flujos subterráneos 120.9 hm^3 /año. La segunda forma de recarga del acuífero se presenta por infiltración vertical a través de las precipitaciones y del agua infiltrada a lo largo de los escurrimientos de los arroyos, lo que corresponde a 51.3 hm^3 /año. Por último, la menor fuente de entrada al acuífero es generada a través de la recarga inducida, es decir, agua infiltrada procedente de las actividades agrícolas o de fugas de la red de agua pública urbana; esto equivale a 10hm^3 /año.

Según datos de del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA, 2022), a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022, se estima que el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 85,895,762 m^3 anuales, mientras que para el año 2023 la recarga equivale a 1.0044238 hm^3/año, lo que resulta en un volumen disponible de 1,004,238 m^3 anuales para otorgar nuevas concesiones (CONAGUA, 2024).

Acuífero 1116-Valle de La Cuevita

El acuífero Valle de la Cuevita, definido con la clave 1116 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en el extremo suroriental del estado de Guanajuato, en el límite con los estados de Michoacán y Querétaro, entre los paralelos 20° 06' y 20° 27' de latitud norte y los meridianos 100° 19' y 100° 43' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 783 km^2. Geopolíticamente, el acuífero cubre en su totalidad el municipio de Coroneo, la mayor parte de Jerécuaro y parcialmente los municipios de Apaseo El Alto, y Tarímoro.

Limita al norte con el acuífero Valle de Celaya, al sur con Valle de Acámbaro, al oeste con Salvatierra-Acámbaro, todos ellos pertenecientes al estado de Guanajuato; noreste y este con el acuífero Valle de Huichapan del estado de Querétaro y al sureste con Maravatío-Contepec-E. Huerta, perteneciente al estado de Michoacán. En términos administrativos, el acuífero pertenece al Organismo de Cuenca VIII "Lerma-Santiago-Pacífico", al consejo de Cuenca Lerma-Chapala, instalado el 28 de enero de 1993, y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Guanajuato.

Su territorio se encuentra totalmente vedado y sujeto a las disposiciones del decreto de veda. "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en diversos Municipios del Estado de Guanajuato", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 14 de noviembre de 1983; esta veda se clasifica como tipo II, en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos.

Con respecto a las características geohidrológicas, la configuración piezométrica define flujos con dirección preferencial sur-norte, con alimentaciones provenientes de los flancos oriental y occidental.

No se observan conos de abatimiento debido a que, por elevación de los niveles del agua subterránea y los rasgos indicadores del sistema de flujo, esta zona parece ser una zona de recarga hacia la región de Los Apaseos en el Valle de Celaya y hacia el Acuífero Valle de Huimilpan, en el estado de Querétaro.

La profundidad al nivel estático para el 2013 presentó valores que varían de 40 a 220 m (*Figura 104*), que de manera general se incrementan a partir de la zona más baja de los valles, conforme se asciende topográficamente. Los niveles más someros, con valores de 40 a 60 m, se presentan en la región sur y suroriental del acuífero, hacia la presa Las Adjuntas y en torno del poblado Coroneo, respectivamente, incrementándose rápidamente hacia las sierras volcánicas que delimitan el acuífero.

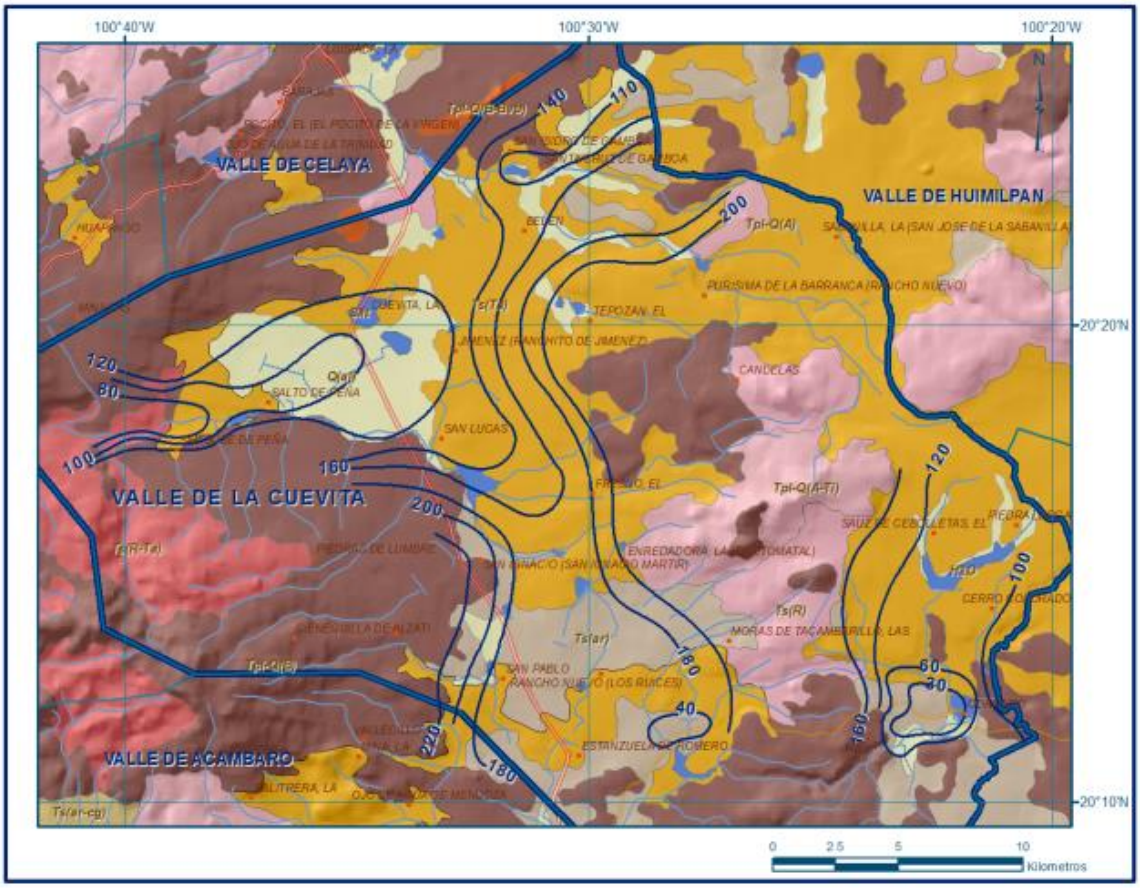


Figura 104. Profundidad del nivel estático en m (2013), en el acuífero 1116.

De acuerdo con los resultados del censo realizado en 2015 (CEAG, 2016) se identificaron un total de 98 captaciones del agua subterránea: 90 pozos, 5 norias y 3 manantiales; de los cuales 94 se consideran activos y 4 inactivos de manera temporal. Del total de obras 36 son para uso agrícola, 60 para abastecimiento de agua potable y 2 para otros usos. El volumen total de extracción estimado es de 8.6 hm^3 /año, de los cuales, 5.7 hm^3 /año (66.3 %) son para uso agrícola y 2.9 hm^3 /año (33.7%) es para uso público-urbano. El volumen para otros usos es muy pequeño. Adicionalmente, a través de los 3

manantiales se descarga un caudal de 9.5 lps, que representa un volumen anual de 0.3 hm^3, destinado al uso público-urbano. El volumen de extracción de aguas subterráneas es de 10,823,916 m^3 anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022.

La recarga total media anual que recibe el acuífero, corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, tanto en forma de recarga natural como incidental. Para este caso, su valor es de 9.9 hm^3 anuales, de los cuales 9.0 hm^3 corresponden a la recarga natural y 0.9 hm^3 a recarga incidental.

Finalmente, la disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es 1,223,916 m^3 anuales.

Acuífero 2209 - Valle de Amealco

El acuífero Valle de Amealco, definido con la clave 2209 por la Comisión Nacional del Agua, comprende una superficie aproximada de 304 km^2, se encuentra ubicado en la parte sur del estado de Querétaro, y colinda al norte y noreste con el acuífero de San Juan del Río de la misma entidad; al suroeste colinda con el estado de Michoacán y al sureste con el estado de México. Geográficamente se localiza entre los paralelos 20° 02' y 20° 16', y entre los meridianos 99° 59' y 100° 15' al oeste de Greenwich.

Geopolíticamente se localiza dentro del municipio de Amealco de Bonfil, por lo tanto, pertenece al Organismo de Cuenca Golfo Norte y es jurisdicción territorial de la Dirección Local Querétaro. El territorio del acuífero no se encuentra sujeto a veda para extracción de agua subterránea y actualmente presenta un flujo que muestra un comportamiento semejante en las últimas décadas del siglo pasado; es decir, la recarga principal se origina de la infiltración de agua de lluvia que se presenta en áreas permeables de las partes altas y bajas de la zona.

De acuerdo con la configuración de la elevación del nivel estático se determinó que existe una recarga principal del acuífero que proviene de la infiltración de agua de lluvia que se precipita en las partes altas ubicada al norte del área y que fluye con dirección NE-SW; tendiendo hacia las partes de valle y a las inmediaciones del río Lerma; asimismo, se aprecia una recarga proveniente de la zona oriental, con flujos que presentan dirección perpendicular a la dirección del cauce del río Lerma.

De la información piezométrica del acuífero, que cuenta con datos del período 1981- 1986 y del año 1994, se ha observado una pequeña región donde se registran abatimientos, con un valor promedio del orden de –0.20 m. Sin embargo, también se registran recuperaciones de los niveles del agua

subterránea. Estos abatimientos pueden llegar a ser estacionales, por tanto, se considera que el acuífero en su generalidad presenta un abatimiento de niveles estáticos que tiende a cero.

En la *Figura 105* se muestra una configuración de la evolución del nivel estático para el período 1982-1994, la cual se seleccionó por contar con el mayor número de pozos que presentan lecturas de niveles estáticos. Al respecto se observa que los abatimientos oscilan entre 0.0 y –5.0 m, con promedio del orden de –2.5 m (-0.2 m/año).

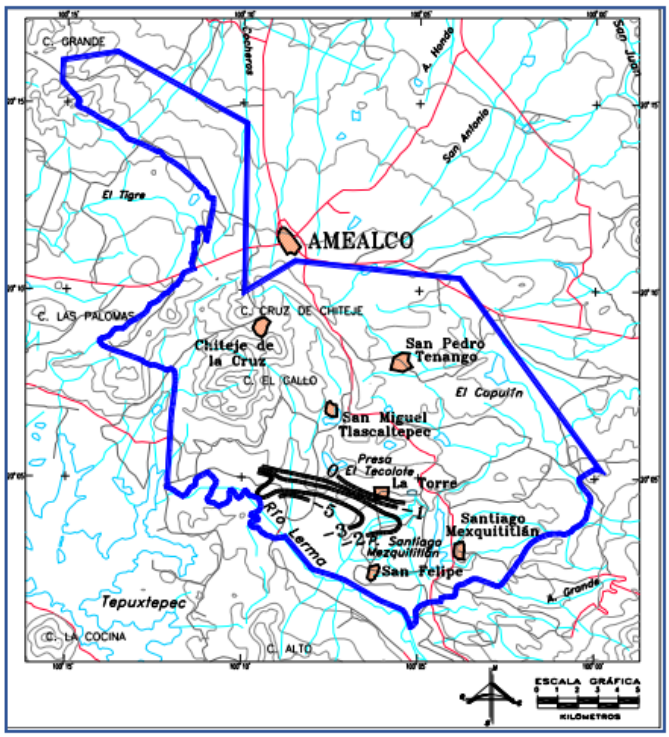


Figura 105. Profundidad de nivel estático en m (1982-1994), del acuífero 2209.

De acuerdo con el censo realizado en 1994, en la zona donde se encuentra el acuífero Valle de Amealco se localizaron un total de 82 aprovechamientos de los cuales 52 son pozos, 4 norias y 26 manantiales. De los 52 pozos, en 41 se conoce su profundidad total, de los cuales solamente 4 tienen profundidades menores a 150 m, en general las norias presentan profundidades de hasta 15 m.

Así mismo, del total de aprovechamientos censados, 67 se encuentran activos los cuales corresponden a 38 pozos, 3 norias y 26 manantiales; de los sitios donde no se recabaron datos, 7 pozos se encontraban inactivos y el resto se encontraban secos o tapados. De los aprovechamientos activos, 31 son para uso agrícola, 14 para uso público urbano, 3 uso pecuario, 1 uso industrial y 18 para otros usos.

De la información de hidrometría realizada paralelamente al censo, así como de información recopilada por la Comisión Estatal de Aguas, el estudio de 1994 estimó una extracción de agua del orden de 11.2

hm^3 anuales, de los cuales 9.0 son para uso agrícola (80.3%), 1.7 hm^3 más (15.2%) para uso público-urbano, 0.1 (0.9%) para uso industrial y los restantes 0.4 hm3 (3.6 %) se destinan a otros usos múltiples. Adicionalmente, se descarga a través de manantiales un volumen de 0.8 hm^3 anuales destinados al uso agrícola.

Con respecto a la recarga del acuífero esta se genera principalmente por escurrimientos horizontales (13.5 hm^3), por recarga vertical (6.2 hm^2) y a través de recarga inducida (2.8 hm^3). De acuerdo con los datos de ingreso y perdida, CONAGUA (2024), estima que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de 2,649,258 m^3 anuales.

Calidad del agua subterránea

En 2023 la red de agua subterránea estuvo constituida por 606 sitios. El análisis de calidad del agua para estos sitios considera 14 parámetros indicadores fisicoquímicos y microbiológicos: Fluoruros, Coliformes fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total, Plomo Total, Alcalinidad, Conductividad eléctrica, Dureza Total, Sólidos Disueltos Totales, Hierro Total y Manganeso Total. Con base en estos parámetros se califica el cumplimiento o el incumplimiento de la calidad del agua destinada para uso potable, de consumo o en riego agrícola.

Así mismo, se estableció un semáforo de calidad del agua subterránea: verde cuando hay cumplimiento de los 14 parámetros indicadores. Amarillo cuando se incumple en uno o más de los siguientes parámetros: Alcalinidad total, Conductividad eléctrica, Dureza total, Sólidos Disueltos Totales, Hierro Total y Manganeso Total. Rojo cuando se incumple en uno o más de los siguientes parámetros: Fluoruros, Coliformes fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total y Plomo Total. Con base en ello, en el año 2023, en el territorio nacional se calificaron en verde el 55.4% de los sitios, el 12.9% de los sitios en amarillo y el 31.7% de los sitios en rojo.

Para el caso específico del SAR se encontraron 7 sitios de muestreo recabados entre el periodo de 2012 y el 2023 (*Cuadro 18*). Del total de los sitios dentro del SAR únicamente 3 se encuentran en semáforo verde. Los sitios DLGUA6007 y DLGUA6006 se ubican en la zona norte y noroeste de la zona urbana de Coroneo (*Figura 106*). A pesar de encontrarse dentro de la ciudad, las muestras revelaron la inexistencia de coliformes fecales y de elementos que puedan perjudicar a la salud, por lo que se encuentra catalogada como apta y excelente para consumo humano. El sitio DLGUA6021 se encuentra en la zona norte de la localidad de Epitacio Huerta, aunque las características son similares a las dos muestras anteriores, en este sitio se identificó pequeñas cantidades de coliformes fecales, lo cual puede estar asociado a filtración de fosas sépticas, sin embargo, los valores no son alarmantes en cuanto al semáforo de calidad de agua, por lo que también es considerada como de buena calidad para consumo humano.

Respecto a los sitios establecidos en semáforo rojo (DLGUA6097, DLGUA6095, DLGUA6094 y DLGUA6096), en términos generales cuentan con buena calidad de agua en la mayoría de los

parámetros analizados, sin embargo, esta no es apta como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable (FAAP) debido a la existencia de altas concentraciones de plomo en el agua, lo cual puede desencadenar enfermedades nocivas para la salud. El plomo en estos sitios puede presentarse de manera natural en las capas litológicas sin que haya contaminación antrópica de por medio.

Cuadro 18. Datos de muestreo fisicoquímico del agua subterránea dentro del SAR.

CLAVE	DLGUA6097	DLGUA6095	DLGUA6094	DLGUA6006	DLGUA6096	DLGUA6007	DLGUA6021
Sitio	Municipio de Coroneo (La Huerta)	Municipio de Coroneo 7	Municipio de Coroneo 4	Pozo Bodo, Coroneo	Municipio de Coroneo 8	Pozo El Calvario, Coroneo	Pozo No. 1 Dr. Mora
Acuífero	Valle de La Cuevita	Valle de La Cuevita	Valle de La Cuevita	Valle de La Cuevita	Valle de La Cuevita	Valle de La Cuevita	Maravatío-Contepec-e. Huerta
Subtipo	POZO	POZO	POZO	POZO	POZO	POZO	POZO
Longitud	-100.399	-100.378	-100.37	-100.374	-100.366	-100.365	-100.297
Latitud	20.1946	20.1776	20.1686	20.1989	20.2035	20.2103	20.1615
Calidad_alc	Media	Alta	Media	Alta	Media	Media	Media
Calidad_conduc	Buena para riego	Buena para riego	Buena para riego	Buena para riego	Buena para riego	Buena para riego	Buena para riego
SDT_mg/L	226	252.5	254	280	200	200	188
Calidad_SDT_ra	Excelente para riego	Excelente para riego	Excelente para riego	Excelente para riego	Excelente para riego	Excelente para riego	Excelente para riego
Calidad_SDT_salin	Potable - Dulce	Potable - Dulce	Potable - Dulce	Potable - Dulce	Potable - Dulce	Potable - Dulce	Potable - Dulce
Fluoruros_mg/L	0.4977	0.5259	0.5038	0.3586	0.4027	0.4013	0.3705
Calidad_Fluo	Media	Media	Media	Baja	Media	Media	Baja
DUR_mg/L	61.9008	61.9008	63.8976	117.8112	79.872	81.8688	69.888
Calidad_DUR	Potable - Moderadamente suave	Potable - Moderadamente suave	Potable - Moderadamente suave	Potable - Moderadamente suave	Potable - Moderadamente suave	Potable - Moderadamente suave	Potable - Moderadamente suave
Calidad_COLI_FEC	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Buena calidad
Calidad_N_NO3	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Calidad_AS	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Calidad_CD	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Calidad_CR	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Calidad_HG	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
PB_TOT_mg/L	0.0225	0.045375	0.018625	<0.005	0.109125	<0.005	<0.005
Calidad_PB	No apta como FAAP	No apta como FAAP	No apta como FAAP	Potable - Excelente	No apta como FAAP	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Calidad_MN	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente

CLAVE	DLGUA6097	DLGUA6095	DLGUA6094	DLGUA6006	DLGUA6096	DLGUA6007	DLGUA6021
Calidad_FE	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Semáforo	Rojo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo	Verde	Verde
Contaminantes	PB,	PB,	PB,		PB,		

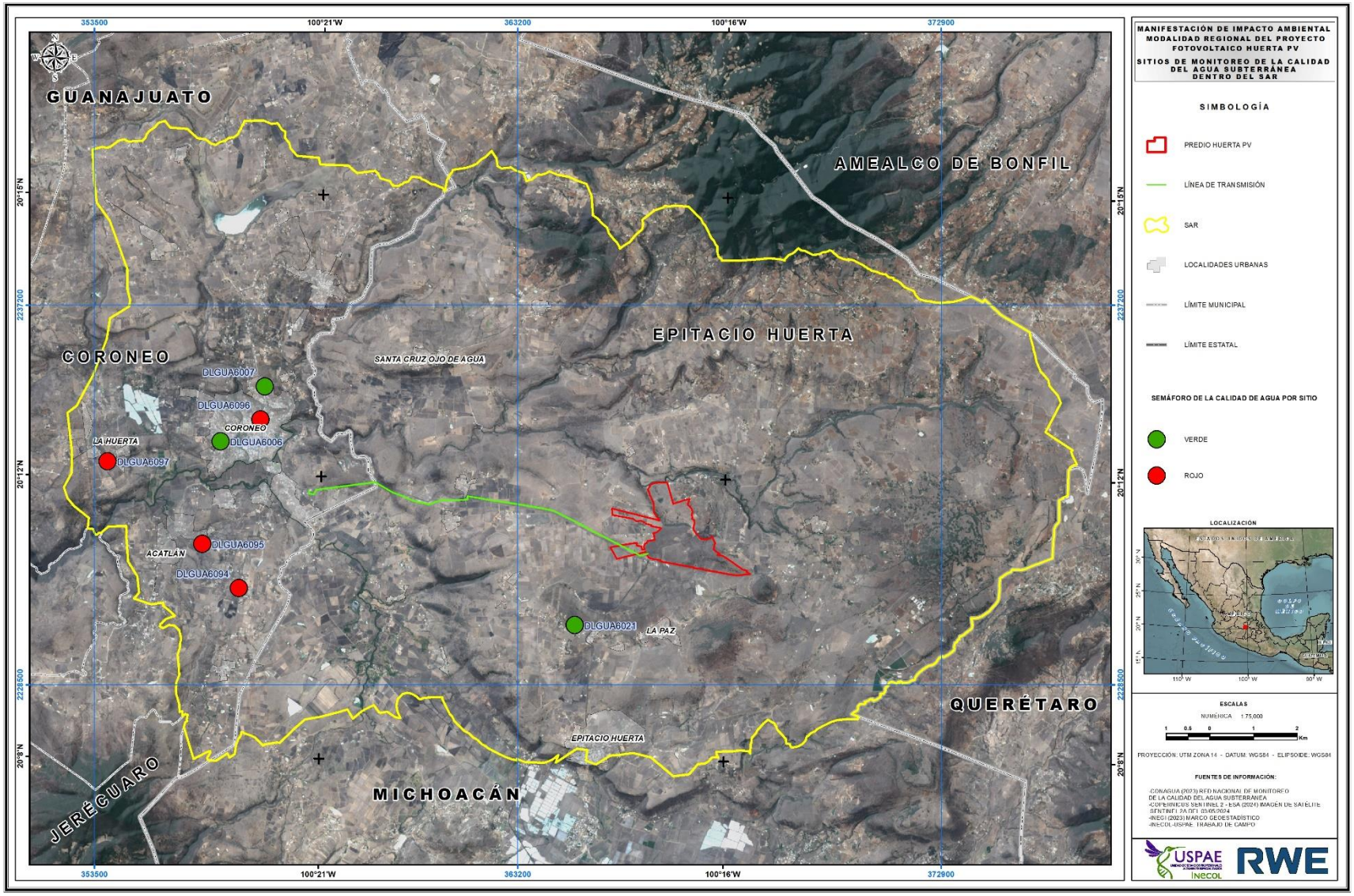


Figura 106. Sitios de monitoreo de hidrología subterránea en el SAR del proyecto.

IV.3.2. MEDIO BIÓTICO

IV.3.2.1 VEGETACIÓN

Introducción

El Sistema Ambiental Regional del Proyecto (SAR) se encuentra en la Provincia Florística Altiplanicie. Esta provincia destaca por el número de especies endémicas y su abundancia es favorecida por la diversidad de substratos geológicos (Rzedowski, 1978). También confluye con la región conocida como El Bajío, cuya flora ha sido estudiada intensivamente en las últimas décadas. La vegetación natural en el SAR se encuentra muy fragmentada por el establecimiento de pastizales de uso ganadero y cultivos agrícolas. No obstante, algunos de los fragmentos de bosque de encino, bosque de encino – pino y matorral crasicaule aún conservan su estructura típica y una composición de especies importante.

En esta sección se analiza la estructura y composición florística de la vegetación presente en el SAR y AP, a fin de obtener una línea base, que permita dimensionar los posibles impactos al componente vegetal y plantear medidas de prevención, mitigación y compensación adecuadas.

Metodología

Para determinar el uso de suelo y vegetación actual del Proyecto Fotovoltaico Huerta FV se utilizó una imagen de satélite SENTINEL-2A con fecha 3 de mayo del 2024, con una resolución espacial de 10 m, misma que sirvió para realizar una clasificación supervisada de uso de suelo y vegetación.

Con el software ArcGIS 10.8 y con la ayuda de la herramienta Composite bands se unieron las bandas espectrales 2,3,4 y 8 de la imagen Sentinel, para posteriormente unificarlas y realizarle un corte a la escena para la zona del SAR, esto, con la finalidad de excluir áreas que no interesan en el análisis.

Clasificación supervisada de uso de suelo y vegetación

Para llevar a cabo la clasificación supervisada de uso de suelo y vegetación fue necesario realizar trabajo de campo (del 27 de mayo al 8 de junio 2024 y del 26 de agosto al 6 de septiembre del 2024) para obtener mediante un GPS la localización geográfica de puntos de muestreo y verificación de los distintos tipos de uso de suelo y vegetación presentes dentro del SAR y del área del Proyecto. Fueron levantados un total de 37 puntos de verificación del uso de suelo y vegetación.

De vuelta en el trabajo de gabinete se cargaron en el software ArcMap 10.8 los puntos recolectados en campo con el GPS para visualizar en conjunto con la imagen de satélite los sitios en los que se tomó la coordenada. Mediante ello se pudieron apreciar visualmente las características de color y textura que muestra la imagen en el sitio que se visitó y en cual se identificó la vegetación y uso de suelo.

Tomando en cuenta las observaciones de los recorridos de campo y la interpretación visual de la imagen satelital se procedió a crear más puntos en la computadora (sitios de entrenamiento), para

realizar la clasificación supervisada. Se crearon un total de 57 sitios de entrenamiento, combinando entre sí los puntos de campo y los puntos realizados visualmente tomando en cuenta las características de textura y color de la imagen.

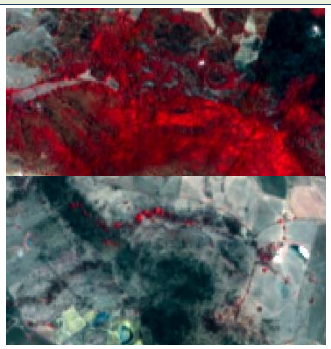
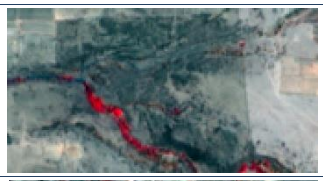
Posteriormente en el software ArcMap 10.8 se realizó la clasificación supervisada usando la combinación de bandas RGB 4-3-2 (infrarrojo). Se usó el algoritmo de máxima verosimilitud (Maximum Likelihood) y se obtuvieron las firmas espectrales de cada sitio de entrenamiento, las cuales permiten diferenciar los objetos en la superficie terrestre (tipos de vegetación) ya que emiten distintos patrones de reflectancia característicos para cada uso del suelo y tipo de vegetación.

Finalmente, después de haber generado varias clasificaciones se tomó la que más se asemejaba a la realidad y que no confundía distintos usos de suelo o tipos de vegetación. Inmediatamente de ello, la clasificación se convirtió en formato vectorial con la herramienta Raster to polygon, lo que permitió realizarle una minuciosa verificación visual en donde se hicieron correcciones manuales para asegurar que no hubiera zonas que se confundieran con otro tipo de vegetación y si fuera así recodificar o editar la zona que tuviera error. Cabe mencionar que se eliminaron todas las superficies/polígonos menores a 1 hectárea, ello con la finalidad de aplicarle un refinamiento cartográfico a los datos (mínimo cartografiable). Adicionalmente, los asentamientos urbanos fueron digitalizados en pantalla sobre la imagen de satélite para posteriormente anexarlos a la clasificación previa.

Para obtener la clasificación supervisada algo que también fue de ayuda es el empleo de distintas fuentes de información para comprobar la clasificación, como es el caso de otras clasificaciones de uso de suelo existentes (INEGI serie VII) o incluso una aplicación que vincula al SIG ArcMap 10.8 con Google Earth y se puede visualizar la misma zona en ambos programas con fines de validación

Como resultado, se detectaron 7 categorías, las cuales reflejan los distintos tipos de uso de suelo y vegetación de la zona, mismas que fueron determinadas y sustentadas con trabajo de campo, trabajo de gabinete (Uso de suelo y Vegetación INEGI Serie VII), e interpretación visual sobre la imagen clasificada. Los usos de suelo y vegetación registrados en el SAR son bosque de encino, bosque de encino – pino, vegetación de galería, matorral crasicaule, agropecuario (agricultura y pastizal), cuerpo de agua, urbano – infraestructura (*Cuadro 19*, *Figura 107*). En el *Cuadro 20* se indican las superficies por tipo de vegetación y uso de suelo del SAR y en el *Cuadro 21* se indica la superficie por tipo de vegetación del AP. Es importante resaltar que en el Área del Proyecto se registraron usos de suelo y vegetación agropecuario, bosque de encino y cuerpo de agua.

Cuadro 19. Tipos de vegetación identificados en las imágenes se satélite y en los recorridos de campo.

TIPO DE VEGETACIÓN/USO DE SUELO	EJEMPLO
Bosque de encino	
Bosque de encino - pino	
Vegetación de galería	
Matorral Crasicaule	
Agropecuario (a) Agricultura y b) Pastizal)	
Cuerpo de agua	
Urbano - Infraestructura	

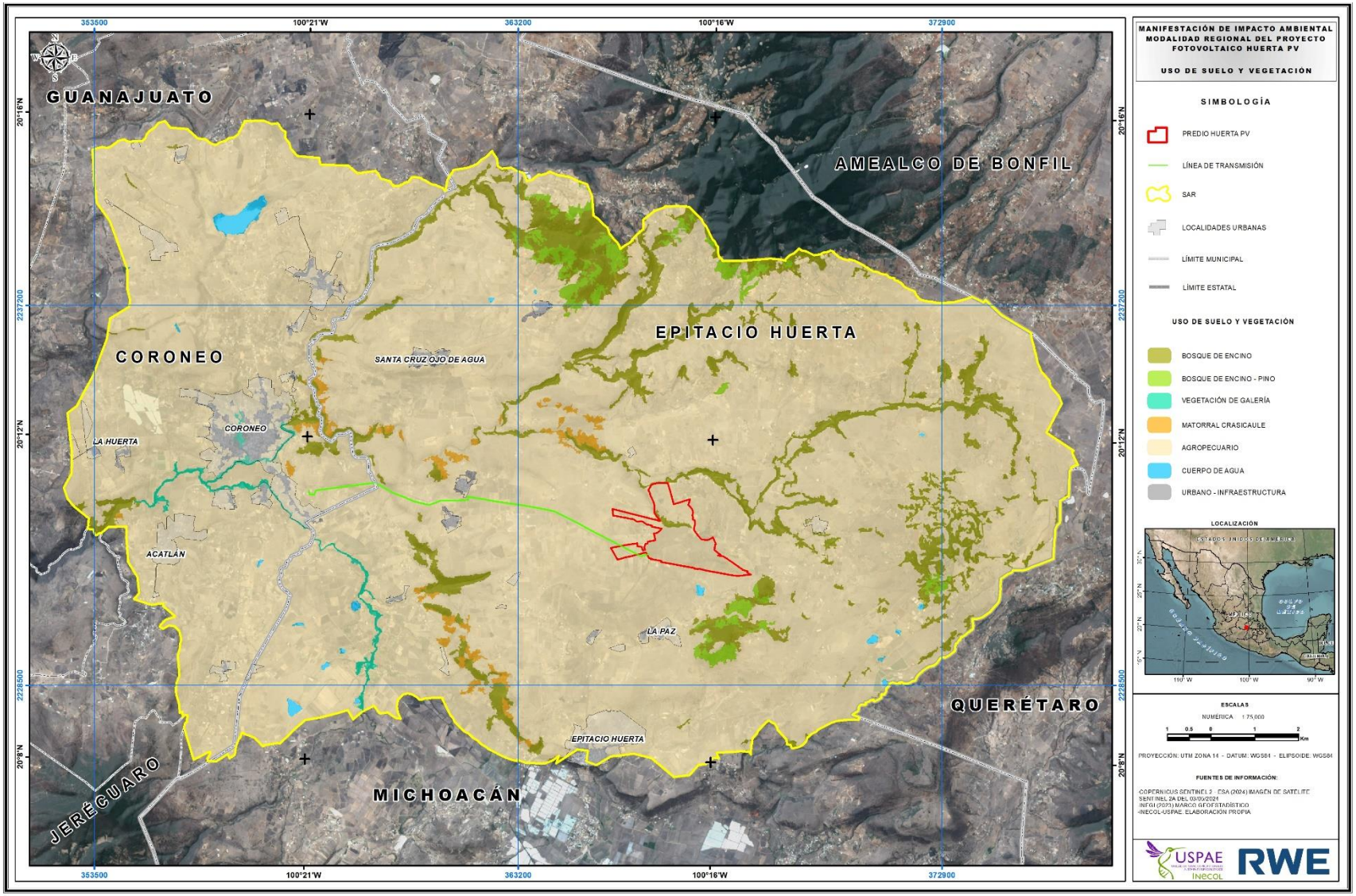


Figura 107. Mapa de uso de suelo y vegetación.

Cuadro 20. Superficie de los tipos de uso de suelo y vegetación SAR.

TIPO	AREA KM²	HECTÁREAS	AREA M²	PORCENTAJE %
Agropecuario	220.99	22098.61	22,098,6125.77	88.968
Bosque de encino	17.66	1765.90	1,765,9001.56	7.109
Urbano - Infraestructura	3.07	307.27	307,2687.57	1.237
Bosque de encino - pino	2.94	293.87	293,8708.74	1.183
Matorral Crasicaule	1.78	177.72	177,7167.58	0.715
Vegetación de galería	1.08	108.36	108,3588.27	0.436
Cuerpo de agua	0.87	87.19	87,1939.55	0.351
Total	248.39	24,838.92	248,389,219.04	100

Cuadro 21. Superficie de los tipos de uso de suelo y vegetación AP.

TIPO	AREA KM²	HECTÁREAS	AREA M²	PORCENTAJE %
Agropecuario	2.19	218.75	2187472.72	95.69
Bosque de encino	0.10	9.86	98613.35	4.31
Total	2.29	228.61	2286086.07	100

Caracterización de la flora y vegetación

La vegetación es básica en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres para el desarrollo normal del resto de organismos del sitio ya que proporciona alimento, refugio y microambientes regulando la temperatura y la humedad de una forma muy fina. Así mismo, la cobertura de vegetación interviene en los procesos de erosión e intemperismo al formar una cubierta protectora. La vegetación da estructura al ecosistema y en los ecosistemas templados la diversidad y la estructura de la vegetación son indicadores indispensables que es posible evaluar con rapidez.

La vegetación se caracterizó por su composición florística y por su estructura vertical y horizontal. La identificación de las especies se realizó utilizando bases literatura especializada de la región. Esta información se complementó con bases de datos de la localidad como Naturalista (https://www.naturalista.mx/) y las bases de datos del Herbario MEXU de la UNAM (https://datosabiertos.unam.mx/). La caracterización vertical se hizo por estratos, señalando en cada estrato las especies que lo integran. La estructura horizontal se describió mediante la densidad de plantas leñosas y su cobertura. También se estimó el índice de valor de importancia (IVI) para las especies en cada tipo de vegetación. Los IVI's se generaron ponderando la densidad relativa, la cobertura y la frecuencia relativa de cada una de las especies (Matteucci y Colma 1982).

La densidad relativa (DR) resulta de dividir la densidad absoluta de cada especie, entre la densidad de todas las especies presentes, multiplicado este valor por cien.

La frecuencia relativa (FR%) resulta de dividir la frecuencia absoluta de cada especie entre la sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies, multiplicando el resultado por cien.

La cobertura relativa (Cr) resulta de dividir la cobertura de área basal absoluta de cada especie arbórea entre la cobertura de área basal de todas las especies, multiplicando el resultado por cien.

El Índice de Valor de importancia (IVI) es la sumatoria de la densidad relativa más la frecuencia relativa:

$$IVI = Dr + Fr + Cr$$

Para la caracterización de la vegetación del AP y del SAR, se realizaron dos campañas, una en la temporada de sequía y otra en la temporada de lluvias (del 27 de mayo al 8 de junio 2024 y del 26 de agosto al 6 de septiembre del 2024). Las unidades de muestreo para la descripción de los parámetros comunitarios de la vegetación en el SAR y AP fueron cuadrantes rectangulares de 600 m2 (20 x 30 m). En cada sitio se registraron las coordenadas del cuadrante. A cada cuadrante se le asignó un número para su identificación en la libreta de campo anotando sus coordenadas y el tipo de vegetación que representa. Se establecieron un total de 37 cuadrantes de muestreo, 13 en el AP correspondientes a agropecuario (9) y bosque de encino (4); en el SAR se establecieron 24 cuadrantes de muestreo en uso de suelo agropecuario (8), bosque de encino (9), bosque pino-encino (3), matorral crasicaule (2) y vegetación de galería (2) (*Cuadro 22*, *Figura 108*).

Cuadro 22. Coordenadas de los sitios de muestreo.

SAR/AP	VEGETACIÓN	SITIO	COORDENADAS UTM (WGS-84)		
			REGIÓN	X	Y
AP	Agropecuario	1	14Q	367193	2231724
AP	Agropecuario	2	14Q	367444	2231517
AP	Bosque de encino	3	14Q	367593	2231407
SAR	Agropecuario	4	14Q	356860	2238778
SAR	Bosque de encino	5	14Q	372232	2232803
SAR	Bosque de encino	6	14Q	363725	2227275
SAR	Matorral crasicaule	7	14Q	356252	2232112
SAR	Vegetación de galería	8	14Q	358046	2232320
AP	Bosque de encino	9	14Q	367093	2232157
AP	Agropecuario	10	14Q	366949	2232298
AP	Agropecuario	11	14Q	366497	2232672
AP	Agropecuario	12	14Q	366404	2231500
AP	Agropecuario	13	14Q	366621	2232043
SAR	Bosque de encino	14	14Q	367949	2233310
SAR	Agropecuario	15	14Q	356296	2232004

SAR/AP	VEGETACIÓN	SITIO	COORDENADAS UTM (WGS-84)		
			REGIÓN	X	Y
SAR	Bosque de encino	16	14Q	361226	2233059
SAR	Bosque de encino	17	14Q	361089	2233215
SAR	Bosque de encino-pin0	18	14Q	363800	2238157
SAR	Agropecuario	19	14Q	368117	2227741
SAR	Bosque de encino-pin0	20	14Q	369541	2237922
SAR	Agropecuario	21	14Q	356916	2238762
SAR	Vegetación de galería	22	14Q	358108	2232287
SAR	Matorral crasicaule	23	14Q	356306	2232054
AP	Agropecuario	24	14Q	366712	2231303
AP	Agropecuario	25	14Q	367610	2231622
SAR	Bosque de encino-pin0	26	14Q	369665	2237835
AP	Agropecuario	27	14Q	367349	2231838
AP	Bosque de encino	28	14Q	366816	2232150
AP	Bosque de encino	29	14Q	366565	2232307
SAR	Bosque de encino	30	14Q	363710	2227314
SAR	Agropecuario	31	14Q	368177	2233256
SAR	Bosque de encino	32	14Q	372328	2232800
SAR	Agropecuario	33	14Q	360966	2232894
SAR	Bosque de encino	34	14Q	361105	2233235
SAR	Bosque de encino	35	14Q	359997	2233240
SAR	Agropecuario	36	14Q	364679	2232157
SAR	Agropecuario	37	14Q	357440	2233226

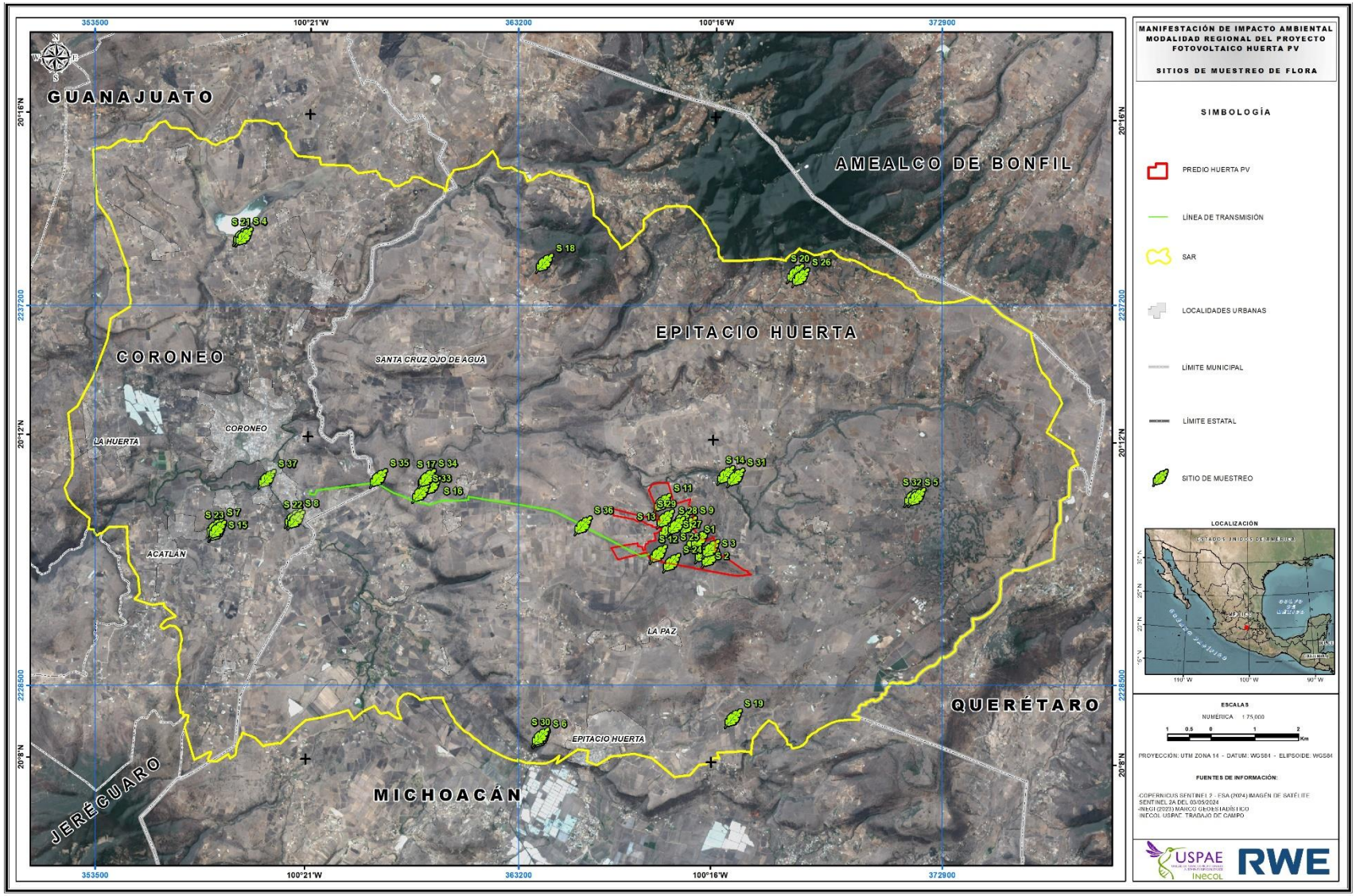


Figura 108. Sitios de colecta de datos.

En los cuadrantes del 600 m^2 se contabilizaron todas las plantas leñosas con diámetro normal mayor o igual a 2 cm (diámetro normal = diámetro a 1.3 m de alto), Se consideraron como parte del estrato arbóreo todos les ejemplares con diámetro normal (DN) mayor o igual a 5 cm y como arbustos todos ejemplares con DN mayor o igual a 2 cm, pero menores a 5 cm de DN. Es importante señalar que en el caso de los individuos que ramificaban por debajo de un metro de alto, cada rama fue medida por separado y evaluada como un ejemplar distinto para fines de abundancia y densidad. En el formato de campo se anotó la especie a la que correspondió cada planta, el diámetro normal y su altura. Para la evaluación del estrato herbáceo, al interior de cada cuadrante de 600 m^2 se trazaron tres subcuadrantes de 4 m2 (2 x 2 m) en el que se contabilizaron los individuos de cada especie presente registrando, su altura promedio y su porcentaje de cobertura dentro del cuadrante.

Para estimar el grado de completitud de los inventarios y la representatividad del muestreo en el SAR y en el AP, se estimó la riqueza esperada, calculada con los estimadores no paramétricos de Chao 1 y ACE que utilizan los datos de abundancia de las especies (Moreno, 2001). El análisis se realizó con el programa EstimateS versión 9.1 (Colwell *et al.* 2012).

Para la estimación de la diversidad alfa, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'). Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad considerando el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies con abundancias bajas, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes (Pla 2006). Este índice es fácil de interpretar y útil para hacer comparaciones ya que adquiere valores entre cero, cuando solo existe una especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Complementariamente, se calculó el índice de equidad de Pielou (J') que adquiere valores entre 0 cuando hay una gran disparidad entre las abundancias registradas, y 1 cuando todas las especies son igualmente abundantes (Moreno 2001).

Para determinar la diversidad beta, es decir la diferencia en la composición de especies de un sitio a otro, se empleó el índice de similitud de Morisita utilizando el módulo "Clustering" del software Past v. 4.13 (Hammer, 2001).

Resultados

Descripción de los tipos de vegetación y uso de suelo

Bosque de encino

Este tipo de vegetación presenta 3 estratos bien definidos, arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo oscila entre los 12 y 16 m de alto, aunque en algunos fragmentos es más bajo de entre 4 a 6 m de alto, esto se debe a las especies de encino que se desarrollan en cada sitio dentro del SAR. Las especies más frecuentes en el estrato arbóreo son *Quercus crassipes*, *Quercus diversifolia*, *Quercus eduardi*, *Quercus obtusata*, *Quercus peduncularis* y *Quercus rugosa*. El estrato arbustivo es escaso y oscila entre los 2 3 m de alto. Las especies más frecuentes son *Arbutus spp.*, *Buddleja cordata*, *Crataegus mexicana* y *Prunus serótina*. En el estrato herbáceo es común encontrar pastos, helechos, begonias y compuestas.



Figura 109. Bosque de encino.

Bosque de pino encino

Este boque se desarrolla en las partes más altas del sistema ambiental regional (SAR) y se conforma por 3 estratos, arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo oscila entre los 10 a 15 m de alto, las especies que lo conforman son principales encinos y pinos de las especies *Pinus greggii*, *Pinus teocote*, *Quercus eduardi*, *Quercus obtusata*, *Quercus peduncularis*, *Quercus rugosa*. En estrato arbustivo

alcanza los 4 a 5 metros de alto y se integra por especies como *Alnus jorullensis*, *Arbutus spp.*, *Crataegus mexicana* y *Ocotea sp.* En el estrato herbáceo predominan los pastos, las leguminosas y las compuestas.



Figura 110. Bosque de encino – pino.

Vegetación de Galería

Se desarrolla principalmente en las orillas de ríos y arroyos. Presenta 3 estratos poco definidos, arbóreo, arbustivo y herbáceo. En el estrato arbóreo alcanza los 10 a 12 m de alto, en este predominan especies como *Schinus molle*, *Salix bonplandiana* y *Fraxinus uhdei*. El estrato arbustivo se integra por especies de porte bajo como *Crataegus mexicana* y *Prunus serótina*. En el estrato herbáceo son abundantes las ciperáceas, los pastos y las compuestas.



Figura 111. Vegetación de galería.

Matorral crasicaule

En el SAR el matorral crasicaule se observó en las laderas con pendientes ligeramente pronunciadas y de suelos someros. En algunos puntos se entremezcla con el bosque de encino. Presenta dos o tres estratos dependiendo del estado de conservación. Las cactáceas y en particular los nopales son los que le dan su fisonomía característica. En los sitios donde desarrolla un estrato arbóreo este alcanza los 4 a 6 m de alto. Las especies que lo conforman son *Eysenhardtia polystachya*, *Forestiera phillyreoides* y *Vachellia schaffneri*. El estrato arbustivo oscila entre los 2 y 4 metros de alto, las especies más comunes son *Buddleja cordata*, *Condalia velutina*, *Opuntia tomentosa*, *Opuntia robusta* y *Opuntia streptacantha*. En el estrato herbáceo son frecuentes los pastos, las leguminosas y las compuestas.



Figura 112. Matorral crasicaule.

Agropecuario

En este uso de suelo se agrupan los pastizales y los cultivos agrícolas. Los pastizales presentes en el SAR son de uso ganadero y son cultivados. En los pastizales confluyen especies de pastos nativos y exóticos. Durante la temporada de sequía es poco común encontrar especies de familias distintas a Poaceae, sin embargo, durante la temporada de lluvias prolifera un importe comunidad de hierbas de diversas familias tales como Asteraceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Fabaceae y Lamiaceae. Estructuralmente el pastizal es bastante simple con un único estrato, el herbáceo; aunque también pueden árboles y arbustos dispersos. Las especies más frecuentemente observadas son *Aristida spp.*, *Cyperus spp.*, *Cynodon dactylon*, *Eragrostis intermedia*, *Hilaria cenchroides* y *Sporobolus spp*.



Figura 113. Agropecuario, pastizal en el AP.

Entre los cultivos más comunes están el del maíz, frijol, fresa y hortalizas diversas. Durante los periodos en que la tierra no es utilizada para algún cultivo, en los predios agrícolas se desarrolla una comunidad de plantas herbáceas diversa, tanto de plantas nativas como exóticas.



Figura 114. Agropecuario, cultivos.

Composición Florística

En los sitios de muestreo del SAR y AP se registraron en total 178 especies vegetales, 123 géneros y 53 familias botánicas (*Cuadro 23*). De estas, 146 corresponden al SAR y 80 se registraron en sitios de AP. Las familias mejor representadas son Poaceae con 30 especies, Asteraceae con 26, Fagaceae con 9, Convolvulaceae con 8, Fabaceae con 8, Lamiaceae con 8, Pteridaceae con 8, Commelinaceae con 5, Cyperaceae con 5, Rubiaceae con 4, Cactaceae con 3, Euphorbiaceae con 3, Oxalidaceae con 3, Pinaceae con 3, Rosaceae con 3 (*Figura 115*). Las formas biológicas más frecuentes son hierba con 142 especies, árbol con 18, arbusto con 13 y suculenta con 5 (*Figura 116*). En cuanto a su origen 101 especies son nativas, 48 son nativas endémicas y 17 son exóticas. Es de destacar el elevado nivel de endemismos que se registró, aún en los pastizales.

No fueron registradas especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, se registraron 38 especies incluidas en la lista roja de especies amenazadas de las UICN, 36 en la categoría de preocupación menor (LC), una en peligro de extinción (EN) y una vulnerable (VU). En cuanto a la CITES, cinco estas incluidas en el Apéndice II (*Cuadro 23*).

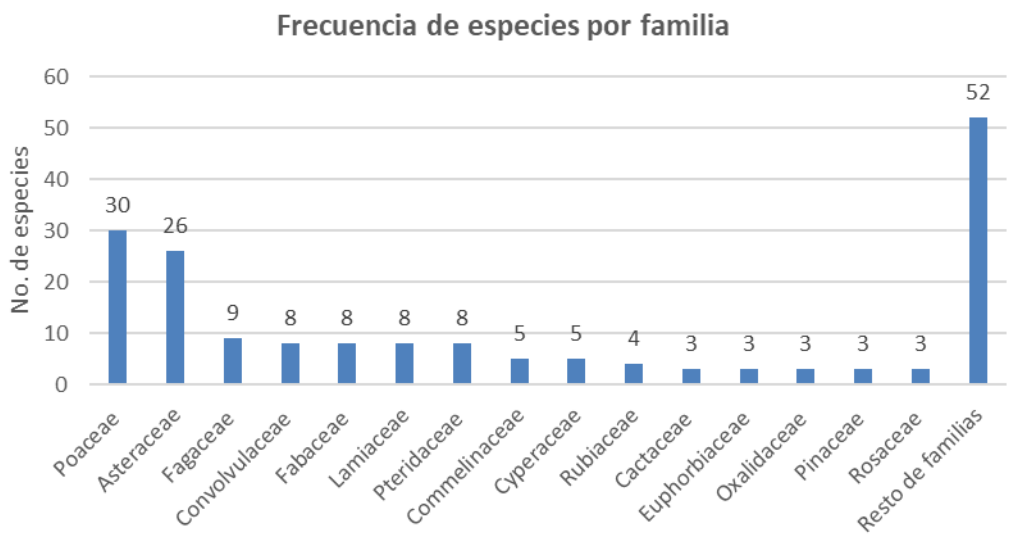


Figura 115. Frecuencia de especies por familia.

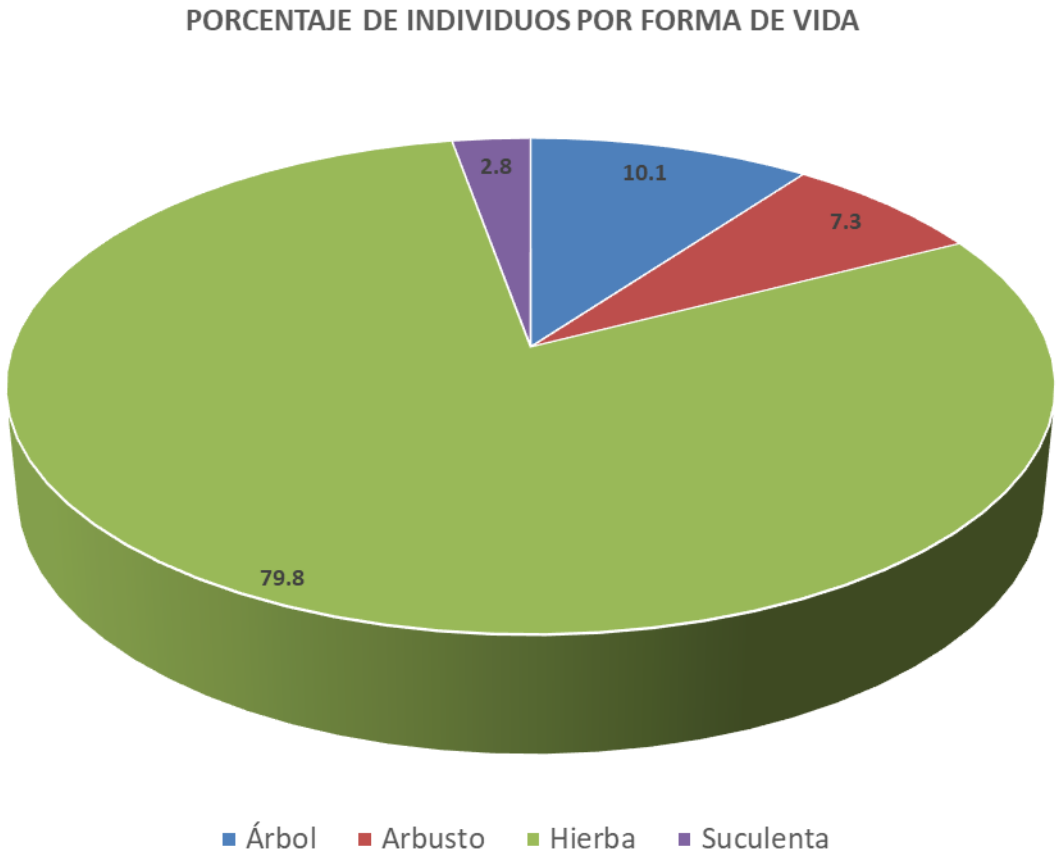


Figura 116. Porcentaje de individuos por forma de vida.

Cuadro 23. Especies registradas en el SAR y AP.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOL.	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	DISTRIBUCIÓN	AP	SAR	AG	BE	BEP	MC	VG
Acanthaceae	*Dyschoriste quadrangularis*	Pegarropa de tres semillas	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Acanthaceae	*Dyssodia pinnata*	Rosilla	Hierba	-	-	-	Endémica	X	-	X	-	-	-	-
Adoxaceae	*Sambucus nigra*	Sambuco negro	Árbol	-	-	-	Exótica	-	X	-	X	-	-	-
Amaranthaceae	*Gomphrena pilosa*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	X	-	-	-	-
Amaryllidaceae	*Zephyranthes cf sessilis*	Lirio de lluvia	Hierba	-	-	-	Endémica	X	-	X	X	-	-	-
Apiaceae	*Arracacia aegopodioides*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Apiaceae	*Eryngium carlinae*	Cabezona	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	-	-	-	-
Apocynaceae	*Asclepias linaria*	Pinillo	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	X	-
Aquifoliaceae	*Ilex sp.*	-	Arbusto	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Asparagaceae	*Agave mapisaga*	Maguey manso	Suculenta	-	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-
Asparagaceae	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Suculenta	LC	-	-	Endémica	-	X	-	X	X	-	-
Aspleniaceae	*Asplenium monanthes*	Helecho perejil	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	-	X	-	-	-
Asteraceae	*Indeterminada 5*	-	Hierba	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X
Asteraceae	*Eutetras pringlei*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	X	X	X	-	-	-	X
Asteraceae	*Galinsoga parviflora*	Estrellita	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	-	-	-	-
Asteraceae	*Grindelia inuloides*	Arnica	Hierba	-	-	-	Endémica	X	X	X	X	-	X	-
Asteraceae	*Pascalium peltatum*	Matarique	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-
Asteraceae	*Psacalium sinuatum*	Calcomeca	Hierba	-	-	-	Endémica	X	-	X	-	-	-	-
Asteraceae	*Schkuhria pinnata*	Escobilla	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	-	-	X	-
Asteraceae	*Schkuhria schkuhrioides*	Anisillo cimarrón	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOL.	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	DISTRIBUCIÓN	AP	SAR	AG	BE	BEP	MC	VG
Asteraceae	*Senecio inaequidens*	Senecio del Cabo	Hierba	-	-	-	Exótica	-	X	-	X	-	-	X
Asteraceae	*Senecio sp.*	-	Hierba	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
Asteraceae	*Sonchus asper*	Cerraja	Hierba	-	-	-	Exótica	X	X	X	-	-	-	X
Asteraceae	*Tagetes filifolia*	Anisillo cimarrón	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	X	-
Asteraceae	*Tagetes lucida*	Pericón	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	-	-
Asteraceae	*Ageratum corymbosum*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Asteraceae	*Baccharis conferta*	Azoyate	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	-	-
Asteraceae	*Baccharis sordescens*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	X	-	-	X	-	-	-
Asteraceae	*Bidens aurea*	Mozote amarilloo	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Asteraceae	*Bidens odorata*	Acahual blanco	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	X	-	-	-
Asteraceae	*Chrysactinia mexicana*	Damiana	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	X	-
Asteraceae	*Cosmos atrosanguineus*	Cosmos de chocolate	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-
Asteraceae	*Dahlia coccinea*	Dalia roja	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	-	X	-	-	X
Asteraceae	*Erigeron longipes*	Chalchuán	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Asteraceae	*Pittocaulon praecox*	Palo loco	Arbusto	LC	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-
Asteraceae	*Verbesina sp.*	-	Arbusto	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-
Begoniaceae	*Begonia gracilis*	Ala de angel	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	-	X	X	-	-
Betulaceae	*Alnus jorullensis*	Aliso	Árbol	LC	-	-	Nativa	-	X	-	X	X	-	X
Blechnaceae	*Blechnum sp.*	Helecho	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	-	X	-	-
Brassicaceae	*Eruca vesicaria*	Arugula del mediterraneo	Hierba	-	-	-	Exótica	-	X	X	-	-	-	-
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOL.	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	DISTRIBUCIÓN	AP	SAR	AG	BE	BEP	MC	VG
Bromeliaceae	*Tillandsia usneoides*	Heno	Hierba	LC	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Cactaceae	*Opuntia robusta*	Nopal camaueso	Suculenta	LC	-	II	Endémica	-	X	X	X	-	-	-
Cactaceae	*Opuntia streptacantha*	Hartón	Suculenta	LC	-	II	Endémica	-	X	-	X	-	-	X
Cactaceae	*Opuntia tomentosa*	Chamacuero	Suculenta	LC	-	II	-	X	X	X	X	-	X	-
Commelinaceae	*Commelina socorrogonzaleziae*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	X	X	-	X	-
Commelinaceae	*Commelina tuberosa*	Quesadilla	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	-	-
Commelinaceae	*Gibasis linearis*	Niño en Barco	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	X	-	-	-	-
Commelinaceae	*Tradescantia crassifolia*	Matlaxóchitl	Hierba	-	-	-	Endémica	X	-	-	X	-	-	-
Commelinaceae	*Tripogandra purpurascens*	Hierba de pollo	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	-	-	X	-
Convolvulaceae	*Dichondra brachypoda*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Convolvulaceae	*Evolvulus alsinoides*	Pico de pajaro	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Convolvulaceae	*Evolvulus nummularius*	Agracejo rastrero	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea capillacea*	Piñitas	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	X	-
Convolvulaceae	*Ipomoea decasperma*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	X	X	X	X	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea hartwegii*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	X	-	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	X	-	X	X	-	-	-
Convolvulaceae	*Ipomoea stans*	Tumbavaqueros	Hierba	-	-	-	Endémica	X	X	X	X	-	-	-
Crassulaceae	*Sedum moranense*	Jaspalache	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Cucurbitaceae	*Sechium sp.*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	-	X	-	-
Cyperaceae	*Indeterminada 6*	-	Hierba	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
Cyperaceae	*Cyperus andinus*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	X	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOL.	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	DISTRIBUCIÓN	AP	SAR	AG	BE	BEP	MC	VG
Cyperaceae	*Cyperus esculentus*	Cebollin	Hierba	-	-	-	Exótica	X	X	X	X	-	-	-
Cyperaceae	*Cyperus surinamensis*	Tule	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	X	-	-	-
Cyperaceae	*Eleocharis acicularis*	-	Hierba	LC	-	-	Nativa	X	X	X	-	-	-	X
Ericaceae	*Arbutus tessellata*	Madroño chino	Árbol	LC	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Árbol	LC	-	-	Nativa	-	X	-	-	X	-	-
Euphorbiaceae	*Croton morifolius*	Palillo	Arbusto	LC	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia anychioides*	-	Hierba	-	-	II	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Euphorbiaceae	*Ricinus comunis*	Higuerilla	Hierba	-	-	-	Exótica	-	X	X	-	-	-	-
Fabaceae	*Desmodium grahamii*	Pegarropa	Hierba	LC	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Fabaceae	*Desmodium orbiculare*	Hierba de la vibora	Hierba	LC	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	-	-
Fabaceae	*Erythrina leptorhiza*	Colorin	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	Arbusto	LC	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	X	-
Fabaceae	*Macroptiliaum gibbosifolium*	Jícama de monte	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	-	-	-	-
Fabaceae	*Medicago sativa*	Alfalfa asiatica	Hierba	-	-	-	Exótica	-	X	-	-	-	X	-
Fabaceae	*Vachellia schaffneri*	Huizache	Arbusto	LC	-	-	Nativa	-	X	X	X	-	X	-
Fabaceae	*Zornia thymifolia*	Hierba de la víbora	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	X
Fagaceae	*Quercus castanea*	Encino blanco	Árbol	LC	-	-	Nativa	-	X	-	-	X	-	-
Fagaceae	*Quercus crassipes*	Encino tesmontillo	Árbol	LC	-	-	Endémica	-	X	-	X	X	-	-
Fagaceae	*Quercus deserticola*	Encino chino	Árbol	LC	-	-	Endémica	-	X	-	-	X	-	-
Fagaceae	*Quercus diversifolia*	Encino	Árbol	EN	-	-	Endémica	X	X	-	X	X	-	-
Fagaceae	*Quercus eduardi*	Encino rojo	Árbol	LC	-	-	Endémica	X	X	-	X	-	-	-
Fagaceae	*Quercus frutex*	Encino	Árbol	LC	-	-	Endémica	-	X	-	X	X	-	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOL.	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	DISTRIBUCIÓN	AP	SAR	AG	BE	BEP	MC	VG
Fagaceae	*Quercus obtusata*	Roble amarillo	Árbol	LC	-	-	Endémica	-	X	-	-	X	-	-
Fagaceae	*Quercus peduncularis*	Encino amarillo	Árbol	LC	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino avellana	Árbol	LC	-	-	Nativa	X	X	X	X	X	-	-
Indeterminada	*Indeterminada 1*	Falso ophioglosum	Hierba	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-
Indeterminada 2	*Indeterminada 2*	Flor blanca diminuta	Hierba	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
Iridaceae	*Nemastylis tenuis*	Zacaya	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Iridaceae	*Sisyrinchium tenuifolium*	Zacate de la muela	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia amarissima*	Hierba del cáncer	Hierba	-	-	-	Endémica	X	-	X	-	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia elegans*	Hierba del burro	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia laevis*	Mirto del monje	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia mexicana*	Tlacote	Hierba	-	-	-	Endémica	X	-	-	X	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia patens*	Flor de gallito	Hierba	-	-	-	Endémica	X	-	-	X	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia purpurea*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	-	X	-	-	-
Lamiaceae	*Salvia regla*	Aretillo	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Lamiaceae	*Stachys coccinea*	Mirto	Hierba	-	-	-	Endémica	X	-	X	-	-	-	-
Lauraceae	*Litsea sp.*	-	Arbusto	-	-	-	Nativa	-	X	-	-	X	-	-
Lauraceae	*Ocotea sp.*	-	Arbusto	-	-	-	Nativa	-	X	-	-	X	-	-
Liliaceae	*Calochortus barbatus*	Ayotiyo	Hierba	-	-	-	Endémica	X	X	X	-	-	X	-
Lythraceae	*Cuphea aequipetala*	Hierba del cáncer	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	X	-
Lythraceae	*Cuphea wrightii*	-	Hierba	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-
Malvaceae	*Sida linearis*	Poleo chiquito	Hierba	-	-	-	Endémica	X	X	X	X	-	-	-
Marsileaceae	*Marsilea mollis*	Trebol de agua	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	-	-	X	-
Oleaceae	*Forestiera phillyreoides*	Acebuche	Arbusto	LC	-	-	Nativa	-	X	X	X	-	X	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOL.	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	DISTRIBUCIÓN	AP	SAR	AG	BE	BEP	MC	VG
Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Fresno	Árbol	LC	-	-	Nativa	X	X	-	X	X	-	X
Onagraceae	*Ludwigia peploides*	Duraznillo de agua	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Orchidaceae	*Habenaria strictissima*	-	Hierba	-	-	II	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Orobanchaceae	*Conopholis alpina*	Elote de coyote	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Oxalidaceae	*Oxalis alpina*	Acedera de montaña	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	-	X	-	-	-
Oxalidaceae	*Oxalis decaphylla*	Acederilla	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Oxalidaceae	*Oxalis divergens*	Xocoyol	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Phytolacaceae	*Phytolacca icosandra*	Mazoquilla	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	-	X	-	-
Phytolacaceae	*Phytolacca octandra*	Mazoquilla	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	-	-	-	X
Pinaceae	*Pinus greggii*	Pino prieto	Árbol	VU	-	-	Endémica	-	X	-	-	X	-	-
Pinaceae	*Pinus patula*	Ocote colorado	Hierba	LC	-	-	Nativa	-	X	-	-	X	-	-
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	Árbol	LC	-	-	Nativa	-	X	-	-	X	-	-
Plantaginaceae	*Mecardonia procumbens*	Hoja de quebranto	Hierba	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
Poaceae	*Aristida divaricata*	Tres barbas	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	-	-
Poaceae	*Avena fatua*	-	Hierba	-	-	-	Exótica	-	X	X	X	-	-	-
Poaceae	*Bothriochloa saccharoides*	Pasto blanco	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Poaceae	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	-	-	-	X
Poaceae	*Bouteloua gracilis*	-	Hierba	LC	-	-	Nativa	-	X	X	-	-	-	-
Poaceae	*Bouteloua aff. Scorpioides*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-
Poaceae	*Cenchrus ciliaris*	Pasto buffel	Hierba	-	-	-	Exótica	X	-	X	-	-	-	-
Poaceae	*Chloris rufescens*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	-	-
Poaceae	*Cynodon dactylon*	Grama	Hierba	-	-	-	Exótica	X	X	X	-	-	X	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOL.	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	DISTRIBUCIÓN	AP	SAR	AG	BE	BEP	MC	VG
Poaceae	*Digitaria ciliaris*	Pangola	Hierba	-	-	-	Exótica	X	X	X	-	-	-	-
Poaceae	*Echinochloa colonum*	Arroz del monte	Hierba	LC	-	-	Exótica	-	X	-	X	-	-	-
Poaceae	*Eragrostis intermedia*	Zazate llanero	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	-	-
Poaceae	*Eragrostis minor*	-	Hierba	-	-	-	Exótica	-	X	X	X	-	-	X
Poaceae	*Hilaria cenchroides*	Espiga negra	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	X	X
Poaceae	*Luziola fluitans*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	-	-	-	-
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto rosado	Hierba	-	-	-	Exótica	-	X	-	X	-	-	-
Poaceae	*Milla biflora*	Estrellita	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia cenchroides*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	-	-	-	-
Poaceae	*Muhlenbergia dubia*	Liendrilla de pinar	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	X	-	-
Poaceae	*Paspalum acuminatum*	-	Hierba	-	-	-	Exótica	X	X	X	-	-	X	-
Poaceae	*Piptochaetium fimbriatum*	Arrocillo	Hierba	-	-	-	Exótica	-	X	-	X	X	-	-
Poaceae	*Schizachyrium cirratum*	Popotillo texano	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	-	-	-	-
Poaceae	*Setaria sp.*	-	Hierba	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
Poaceae	*Sporobolus atrovirens*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	X	X	X	X	-	X	-
Poaceae	*Sporobolus indicus*	Cola de ratón	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	-	-
Poaceae	*Sporobolus trichodes*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	X	X	X	X	-	X	-
Poaceae	*Sprekelia formosissima*	Lirio azteca	Hierba	-	-	-	Endémica	X	X	-	X	-	-	-
Asteraceae	*Stevia cf serrata*	Burrillo	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	-	-
Poaceae	*Urochloa meziana*	Almejita lisa	Hierba	-	-	-	Endémica	X	X	X	-	-	X	-
Poaceae	*Zea mays*	Maíz	Hierba	LC	-	-	Nativa	-	X	X	-	-	-	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOL.	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	DISTRIBUCIÓN	AP	SAR	AG	BE	BEP	MC	VG
Poaceae	*Zuloagaea bulbosa*	Maiz de cuervo	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	X	X	-	X	-
Polygonaceae	*Persicaria lapathifolia*	Chililllo Blanco	Hierba	LC	-	-	Exótica	X	-	X	-	-	-	-
Pontederiaceae	*Heteranthera sp.*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	X	-	-	-	-
Pteridaceae	*Adiantum poiretii*	Cilantrillo	Hierba	-	-	-	Nativa	X	-	-	X	-	-	-
Pteridaceae	*Astrolepis sinuata*	Doradilla	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Pteridaceae	*Gaga kaulfussii*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Pteridaceae	*Myriopteris aurea*	Helecho dorado	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	-	X	-	-	-
Pteridaceae	*Myriopteris myriophylla*	Helecho cola de zorra	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Pteridaceae	*Pellaea cordifolia*	Ítamo real	Hierba	-	-	-	Nativa	X	X	-	X	-	-	-
Pteridaceae	*Pellaea ternifolia*	Helecho de tres hojas	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Pteridaceae	*Pellaea villosa*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-
Rhamnaceae	*Condalia velutina*	Membrillo cimarrón	Arbusto	LC	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	X	-
Rosaceae	*Crataegus mexicana*	Tejocote	Arbusto	LC	-	-	Nativa	-	X	-	X	X	-	X
Rosaceae	*Malacomeles sp.*	-	Arbusto	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Rosaceae	*Prunus serotina*	Capulín	Árbol	LC	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	X
Rubiaceae	*Bouvardia longiflora*	-	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	-	X	-	-	-
Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Rubiaceae	*Crusea diversifolia*	Hierba de la garrapata	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	X	-	X	-
Rubiaceae	*Indeterminada 3*	-	Hierba	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-
Sabiaceae	*Indeterminada 4*	-	Hierba	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-
Salicaceae	*Salix bonplandiana*	Sauce	Árbol	LC	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	X
Scrophulariaceae	*Buddleja cordata*	Tepozán	Arbusto	LC	-	-	Nativa	-	X	-	X	X	-	-

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOL.	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	DISTRIBUCIÓN	AP	SAR	AG	BE	BEP	MC	VG
Selaginellaceae	*Selaginella pallescens*	Doradilla	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	X	-	-	-
Solanaceae	*Solanum rostratum*	Ayohuiztle	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	-	-	-	-	X
Solanaceae	*Solanum stoloniferum*	-	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	-	-	-	-
Verbenaceae	*Priva mexicana*	Pegarropa	Hierba	-	-	-	Nativa	-	X	X	-	-	-	-
Verbenaceae	*Verbena carolina*	Verbena de perro	Hierba	-	-	-	Endémica	-	X	X	-	-	-	-

Densidad y Cobertura SAR

La mayor densidad promedio de árboles se registró en bosque de encino-pino con 122 individuos/ha, seguido de matorral crasicaule con 983.33 ind./ha. Mientras que en el bosque de encino y en agropecuario se registraron densidades de 724.07 ind./ha. y vegetación de galería 675 ind./ha, respectivamente (*Cuadro 24*). En el estrato arbustivo las mayores densidades se registraron bosque de encino con para el matorral crasicaule con 341.67 ind/ha y el bosque de pino encino con 266.67ha. En lo que respecta a la cobertura de área basal, los mayores valores se registraron en el bosque de encino-pino con 35.4962 m^2/ha y en el bosque de encino con 29.2795 m^2, seguido de la vegetación de galería con 29.0022 m^2/ha. En el matorral crasicaule y en agropecuario se registraron valores menores de 6.5150 m^2 y 0.1068 m^2/ha, respectivamente. Para el estrato arbustivo los valores más altos de observaron en el matorral crasicaule y en el bosque de encino-pino.

Cuadro 24. Densidad y cobertura de individuos arbóreos y arbustivos por tipo de vegetación (SAR).

VEGETACIÓN	DENSIDAD (IND./HA)		ÁREA BASAL (M^2/HA)	
	ÁRBOLES	ARBUSTO	ÁRBOLES	ARBUSTO
Agropecuario	6.25	2.08	0.1068	0.4874
Bosque de encino	724.07	142.59	29.2795	85.6781
Bosque de encino-pino	1266.67	266.67	35.4962	200.1562
Matorral crasicaule	983.33	341.67	6.5150	240.5924
vegetación de galería	675.00	158.33	29.0022	95.3236

Riqueza y Diversidad alfa

La mayor riqueza en la temporada de sequía se registró en el bosque de encino con 43 especies, seguido del bosque de encino pino con 14 y de la vegetación de galería con 13 especies. En la temporada lluvias la mayor riqueza nuevamente se registró en el bosque de encino, seguido de agropecuario con 47 especies y del matorral crasicaule con 22 (*Figura 117*). El índice de Shannon - Wiener fue bajo para todos los tipos de vegetación evaluados en la temporada de sequía (1.799 a 0.9603). Sin embargo, en la temporada lluvias se registraron índices de diversidad altos en bosque de encino y agropecuario (3.364 y 3.097, respectivamente). En el resto de los tipos de vegetación fue baja oscilando entre 2.251 y 1.718 (*Cuadro 25*).

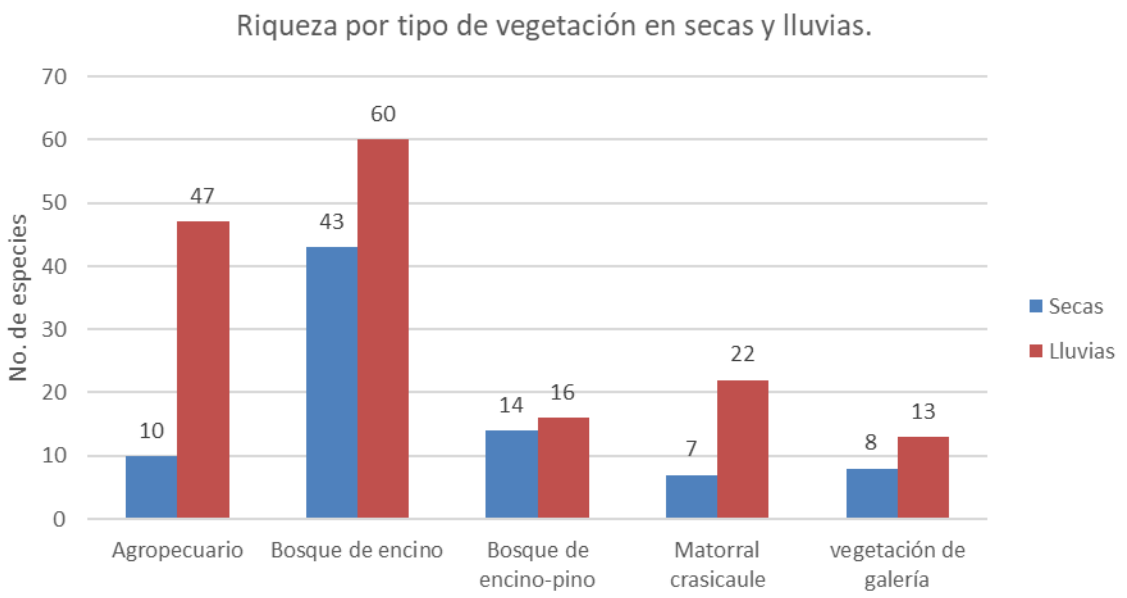


Figura 117. Riqueza por tipo de vegetación para las temporadas de sequía y lluvias.

Cuadro 25. Valores de abundancia, riqueza, diversidad y equitatividad SAR.

PARÁMETRO	SECAS					LLUVIAS				
	AGROPECUARIO	BOSQUE DE ENCINO	BOSQUE DE ENCINO-PINO	MATORRAL CRASICAULE	VEGETACIÓN DE GALERÍA	AGROPECUARIO	BOSQUE DE ENCINO	BOSQUE DE ENCINO-PINO	MATORRAL CRASICAULE	VEGETACIÓN DE GALERÍA
Riqueza_S	10	43	14	7	8	47	60	16	22	13
Abundancia	455	1297	307	215	176	2375	863	130	734	277
Shannon_H	1.685	1.852	1.799	0.9603	1.482	3.097	3.364	2.009	2.251	1.718
Equitability_J	0.7317	0.4924	0.6816	0.4935	0.7129	0.8045	0.8215	0.7246	0.7282	0.6698

Diversidad beta

Los tipos de vegetación y uso de suelo con mayor índice de Similitud de Morisita son el matorral crasicaule y agropecuario con 0.3750 (37.5%), así como el bosque de encino y agropecuario con 0.3172 (31.72%) (*Cuadro 26*). Los sitios con menor Similitud son el bosque de encino-pino y agropecuario con cero similitud. Los bajos valores de similitud obedecen a un alto recambio de especies entre los sitios de muestreo lo cual es indicativo una diversidad Beta alta.

Cuadro 26. Matriz del índice de similitud de Morisita SAR.

	AGROPECUARIO	BE	BEP	MC	VG
Agropecuario	1.0000	0.3172	0.0000	0.3750	0.0996
BE	0.3172	1.0000	0.1739	0.2564	0.0807
BEP	0.0000	0.1739	1.0000	0.0000	0.0458
MC	0.3750	0.2564	0.0000	1.0000	0.0143
VG	0.0996	0.0807	0.0458	0.0143	1.0000

Curva de acumulación de especies SAR

Para determinar el grado de completitud del inventario del SAR se estimó la riqueza esperada, calculada con los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE (Moreno, 2001), basados en datos de abundancia. Empleando el programa EstimateS versión 9.1 (Colwell, 2013) se generó una curva de acumulación de especies con los datos generados (*Figura 118*). Se registró un total de 146 especies y 6,829 individuos. La riqueza esperada según el estimador Chao 1 es de 153 especies y de 156 según el estimador ACE. Por lo que el nivel del inventario se encuentra entre el 95.24% y 93.58%, respectivamente.

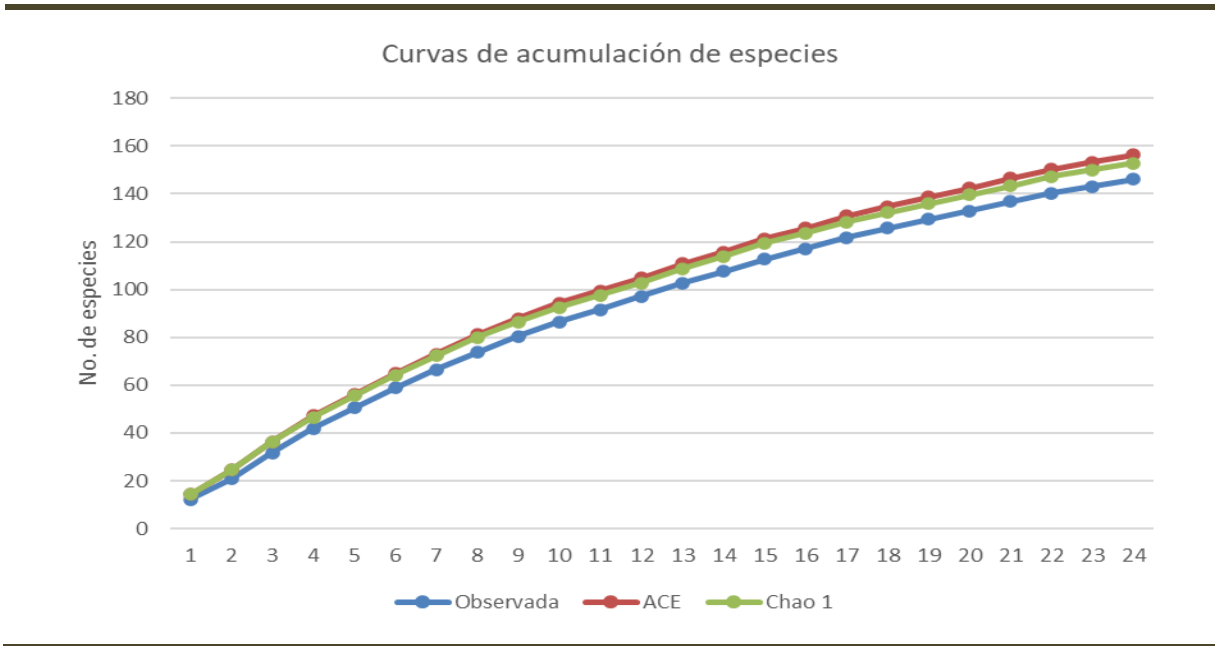


Figura 118. Curva de acumulación de especies SAR.

Densidad y Cobertura AP

La densidad promedio de árboles en el bosque de encino es de 658.33 ind./ha, mientras que la densidad promedio de arbustos es de 79.17 ind/ha (*Cuadro 27*). La cobertura de área basal de los árboles en el bosque de encino es de 41.4177 m^2/ha y la de arbustos es de 0.0474 m^2/ha. La densidad de árboles

en agropecuario es de 3.7 ind./ha, mientras que su área basal promedio es de 0.9977 m^2/ha. No se registraron arbustos en agropecuario.

Cuadro 27. Densidad y cobertura de individuos arbóreos y arbustivos por tipo de vegetación (AP).

VEGETACIÓN	DENSIDAD IND./HA		ÁREA BASAL M^2/HA	
Bosque de encino	658.33	79.17	41.4177	0.0474
Agropecuario	3.70	0	0.9977	0

Índice de Valor de Importancia (AP)

Bosque de encino

En el estrato arbóreo las especies con mayor valor de importancia son Quercus rugosa (252.89), *Quercus diversifolia* (16.61) y *Quercus eduardi* (15.43). En el *Cuadro 28* puede apreciarse el valor de importancia de todas las especies leñosas, así como los valores absolutos y relativos de densidad, cobertura y frecuencia. En el estrato arbustivo las especies con mayor IVI son *Dahlia coccinea* (99.62), *Opuntia tomentosa* (77.83) y *Verbesina sp.* (77.08, *Cuadro 29*). En el estrato herbáceo las especies con mayor IVI son *Muhlenbergia dubia* (29.19), *Chrysactinia mexicana* (29.06), *Baccharis sordescens* (25.08), *Sporobolus trichodes* (18.98), *Evolvulus nummularius* (17.30), *Sporobolus atrovirens* (16.21), *Oxalis alpina* (15.32), *Adiantum poiretii* (14.10, *Cuadro 30*).

Cuadro 28. IVI de especies de árboles en bosque de encino (AP).

ESPECIE	ALTURA PROMEDIO	ABUNDANCIA	ÁREA BASAL (CM^2/HA)	FRECUENCIA	DENS. REL.	COB. REL.	FREC. REL	IVI
Quercus rugosa	8.8	154	97688.30	1.00	97.47	98.28	57.14	252.89
Quercus diversifolia	6.5	2	1050.74	0.25	1.27	1.06	14.29	16.61
Quercus eduardi	8	1	509.29	0.25	0.63	0.51	14.29	15.43
Fraxinus uhdei	7	1	154.06	0.25	0.63	0.15	14.29	15.07
Total general	8.8	158	99402.39	1.75	100	100	100	300

Cuadro 29. IVI de especies de arbustos en bosque de encino (AP).

ESPECIE	ALTURA PROMEDIO	ABUNDANCIA	ÁREA BASAL (CM^2/HA)	FRECUENCIA	DENS. REL.	COB. REL.	FREC. REL	IVI
Dahlia coccinea	3.1	7	42.97	0.25	36.84	37.78	25	99.62
Opuntia tomentosa	2.7	5	30.16	0.25	26.32	26.51	25	77.83
Verbesina sp.	3	5	29.30	0.25	26.32	25.76	25	77.08
Quercus rugosa	3	1	7.96	0.25	5.26	7.00	25	37.26
Total general	2.9	19	113.76	1	100	100	100	300

Cuadro 30. IVI de especies de hierbas en bosque de encino (AP).

ESPECIE	ALTURA PROMEDIO	ABUNDANCIA	COBERTURA (%)	FRECUENCIA	DENS. REL.	COB. REL.	FREC. REL	IVI
Muhlenbergia dubia	12.5	55	48	0.25	16.37	9.49	3.33	29.19
Chrysactinia mexicana	30.5	26	91	0.25	7.74	17.98	3.33	29.06
Baccharis sordescens	125	10	95	0.25	2.98	18.77	3.33	25.08
Sporobolus trichodes	65	26	40	0.25	7.74	7.91	3.33	18.98
Evolvulus nummularius	6	33	21	0.25	9.82	4.15	3.33	17.30
Sporobolus atrovirens	3	30	20	0.25	8.93	3.95	3.33	16.21
Oxalis alpina	8	27	20	0.25	8.04	3.95	3.33	15.32
Adiantum poiretii	19	15	15	0.5	4.46	2.96	6.67	14.10
Pellaea cordifolia	31.6	14	15	0.5	4.17	2.96	6.67	13.80
Salvia purpurea	96.5	9	19	0.5	2.68	3.75	6.67	13.10
Hilaria cenchroides	20	10	30	0.25	2.98	5.93	3.33	12.24
Begonia gracilis	45	15	15	0.25	4.46	2.96	3.33	10.76
Salvia patens	12	6	12	0.25	1.79	2.37	3.33	7.49
Ipomoea purpurea	40	3	15	0.25	0.89	2.96	3.33	7.19
Sprekelia formosissima	37	6	10	0.25	1.79	1.98	3.33	7.10
Commelina tuberosa	61.5	7	7	0.25	2.08	1.38	3.33	6.80
Zephyranthes sessilis	7.5	7	4	0.25	2.08	0.79	3.33	6.21
Zuloagaea bulbosa	80	7	4	0.25	2.08	0.79	3.33	6.21
Tagetes lucida	55	6	4	0.25	1.79	0.79	3.33	5.91
Salvia mexicana	37	4	7	0.25	1.19	1.38	3.33	5.91
Tradescantia crassifolia	23	5	5	0.25	1.49	0.99	3.33	5.81
Falso ophioglosum	10	5	2	0.25	1.49	0.40	3.33	5.22
Asplenium monanthes	10	4	2	0.25	1.19	0.40	3.33	4.92
Chloris rufescens	15	2	2	0.25	0.60	0.40	3.33	4.32
Myriopteris aurea	30	2	1	0.25	0.60	0.20	3.33	4.13
Ipomoea stans	40	1	1	0.25	0.30	0.20	3.33	3.83
Stevia serrata	3	1	1	0.25	0.30	0.20	3.33	3.83
Total general		336	506	7.5	100	100	100	300

Agropecuario

En el estrato arbóreo solo se registró a Quercus rugosa por los que su IVI es de 300. No se registraron especies en el estrato arbustivo. En el estrato herbáceo las especies con mayor IVI son *Sporobolus atrovirens* (44.05), *Cyperus andinus* (24.50), *Hilaria cenchroides* (23.77), *Cynodon dactylon* (16.69), *Ludwigia peploides* (11.89), *Eragrostis intermedia* (11.22), *Sporobolus indicus* (10.15, *Cuadro 31*).

Cuadro 31. IVI de especies de hierbas en agropecuario (AP).

ESPECIE	ALTURA PROMEDIO	ABUNDANCIA	COBERTURA %	FRECUENCIA	DENS. REL.	COB. REL.	FREC. REL	IVI
Sporobolus atrovirens	8.1	481	517	0.44	15.15	25.23	3.67	44.05
Cyperus andinus	25.8	500	123	0.33	15.75	6.00	2.75	24.50
Hilaria cenchroides	14.4	300	237	0.33	9.45	11.57	2.75	23.77
Cynodon dactylon	18	185	185	0.22	5.83	9.03	1.83	16.69
Ludwigia peploides	12	107	137	0.22	3.37	6.69	1.83	11.89
Eragrostis intermedia	39	143	100	0.22	4.50	4.88	1.83	11.22
Sporobolus indicus	32.4	125	71	0.33	3.94	3.47	2.75	10.15
Indeterminada 2	17.6	164	36	0.33	5.17	1.76	2.75	9.67
Sporobolus trichodes	22	52	54	0.56	1.64	2.64	4.59	8.86
Zuloagaea bulbosa	27	105	56	0.22	3.31	2.73	1.83	7.87
Tagetes filifolia	16.6	79	44.5	0.33	2.49	2.17	2.75	7.41
Calochortus barbatus	26.6	63	34	0.33	1.98	1.66	2.75	6.40
Arracacia aegopodioides	10.3	64	32	0.33	2.02	1.56	2.75	6.33
Cyperaceae	4	98	9.5	0.33	3.09	0.46	2.75	6.30
Digitaria ciliaris	32.5	50	40	0.22	1.57	1.95	1.83	5.36
Oxalis divergens	19.3	42	25	0.33	1.32	1.22	2.75	5.30
Asclepias linaria	36.6	13	20	0.44	0.41	0.98	3.67	5.06
Sida linearis	12.5	50	29	0.22	1.57	1.42	1.83	4.82
Aristida divaricata	40	37	25	0.22	1.17	1.22	1.83	4.22
Ipomoea purpurea	34	6	16	0.33	0.19	0.78	2.75	3.72
Nemastylis tenuis	10	53	7	0.22	1.67	0.34	1.83	3.85
Psacalium sinuatum	23	10	9.5	0.33	0.31	0.46	2.75	3.53
Evolvulus nummularius	6.25	30	15.5	0.22	0.94	0.76	1.83	3.54
Baccharis conferta	30	50	20	0.11	1.57	0.98	0.92	3.47

ESPECIE	ALTURA PROMEDIO	ABUNDANCIA	COBERTURA %	FRECUENCIA	DENS. REL.	COB. REL.	FREC. REL	IVI
Persicaria lapathifolia	16.6	9	6	0.33	0.28	0.29	2.75	3.33
Dyssodia pinnata	15	14	16	0.22	0.44	0.78	1.83	3.06
Erigeron longipes	13.5	22	10	0.22	0.69	0.49	1.83	3.02
Desmodium grahamii	4	50	9	0.11	1.57	0.44	0.92	2.93
Tripogandra purpurascens	14.3	34	17	0.11	1.07	0.83	0.92	2.82
Zephyranthes sessilis	15	7	7	0.22	0.22	0.34	1.83	2.40
Urochloa meziana	10	30	12	0.11	0.94	0.59	0.92	2.45
Paspalum acuminatum	25.5	23	16	0.11	0.72	0.78	0.92	2.42
Ipomoea stans	26.5	5	7	0.22	0.16	0.34	1.83	2.33
Salvia amarissima	50	6	5.5	0.22	0.19	0.27	1.83	2.29
Indeterminada	9	8	3	0.22	0.25	0.15	1.83	2.23
Sisyrinchium tenuifolium	17.5	4	2	0.22	0.13	0.10	1.83	2.06
Muhlenbergia dubia	80	17	13	0.11	0.54	0.63	0.92	2.09
Commelina tuberosa	24	2	2	0.22	0.06	0.10	1.83	2.00
Eleocharis acicularis	15	20	10	0.11	0.63	0.49	0.92	2.04
Marsilea mollis	4	27	5	0.11	0.85	0.24	0.92	2.01
Grindelia inuloides	23.6	10	12	0.11	0.31	0.59	0.92	1.82
Milla biflora	40	10	12	0.11	0.31	0.59	0.92	1.82
Oxalis decaphylla	10	15	4	0.11	0.47	0.20	0.92	1.59
Heteranthera sp.	10	8	6	0.11	0.25	0.29	0.92	1.46
Senecio sp.	25	4	5	0.11	0.13	0.24	0.92	1.29
Cyperus esculentus	35	6	3	0.11	0.19	0.15	0.92	1.25
Cenchrus ciliaris	37	5	3	0.11	0.16	0.15	0.92	1.22
Galinsoga parviflora	35	5	3	0.11	0.16	0.15	0.92	1.22
Ipomoea decasperma	8	6	2	0.11	0.19	0.10	0.92	1.20
Desmodium orbiculare	10	2	4	0.11	0.06	0.20	0.92	1.18
Aldama dentata	12.5	6	1.5	0.11	0.19	0.07	0.92	1.18
Dichondra brachypoda	10	2	2	0.11	0.06	0.10	0.92	1.08
Habenaria strictissima	30	2	2	0.11	0.06	0.10	0.92	1.08
Euphorbia anychioides	4	3	1	0.11	0.09	0.05	0.92	1.06

ESPECIE	ALTURA PROMEDIO	ABUNDANCIA	COBERTURA %	FRECUENCIA	DENS. REL.	COB. REL.	FREC. REL	IVI
Stachys coccinea	15	3	1	0.11	0.09	0.05	0.92	1.06
Opuntia tomentosa	10	1	2	0.11	0.03	0.10	0.92	1.05
Eutetras pringlei	20	1	1	0.11	0.03	0.05	0.92	1.00
Sonchus asper	5	1	1	0.11	0.03	0.05	0.92	1.00
Total general	20.7	3175	2049	12.11	100	100	100	300

Riqueza y Diversidad alfa (AP)

En la temporada de sequía se registró una riqueza de 17 especies para agropecuarios y de 13 especies para el bosque de encino (*Figura 119*). En la temporada de lluvias la riqueza en agropecuario aumentó a 47 especies y en bosque de encinos a 22. La diversidad alfa estimada con el índice de Shannon-Wiener resultó baja en secas tanto para agropecuario como para bosque de encino (1.751 y 2.174, respectivamente). En la temporada de lluvias la diversidad fue alta en agropecuario con 3.001 y baja en bosque de encino con 2.345 (*Cuadro 32*).

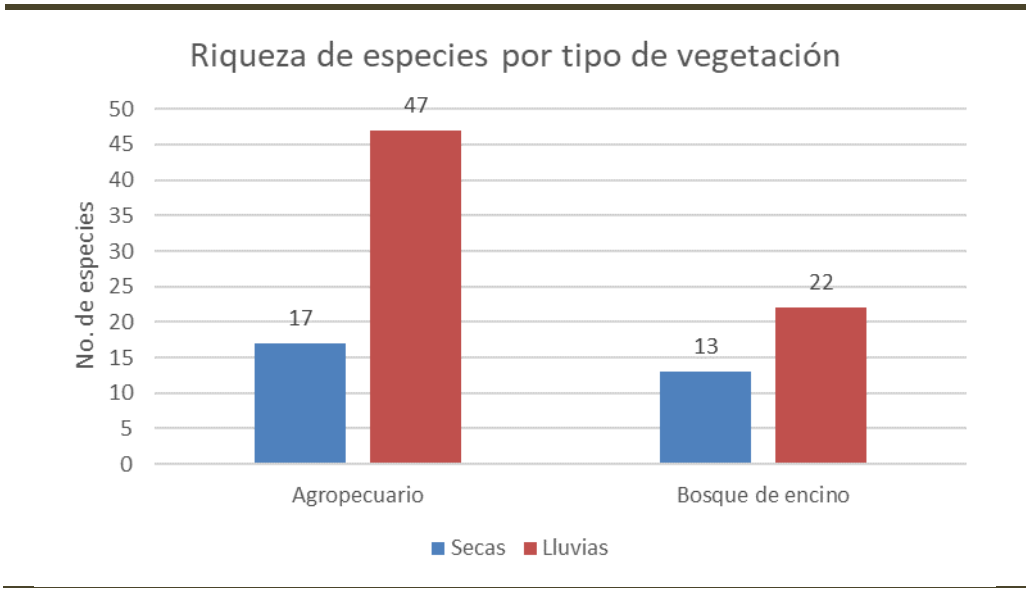


Figura 119. Riqueza por tipo de vegetación para las temporadas de sequía y lluvias (AP).

Cuadro 32. Valores de abundancia, riqueza, diversidad y equitatividad (AP).

PARÁMETRO	SECAS		LLUVIAS	
	AGROPECUARIO	BOSQUE DE ENCINO	AGROPECUARIO	BOSQUE DE ENCINO
Riqueza	17	13	47	22
Abundancia	1045	261	2132	251
Shannon_H	1.751	2.174	3.001	2.345
Equitability_J	0.618	0.8474	0.7795	0.7585

Índice de similitud de Morisita AP

El índice de similitud de Morisita para el bosque de encino y agropecuario es de 0.2796, es decir del 27.96% (*Cuadro 33*). Lo cual indica una diversidad Beta alta.

Cuadro 33. Índice de similitud de Morisita (AP).

	AGROPECUARIO	BOSQUE DE ENCINO
Agropecuario	1.0000	0.2796
Bosque de encino	0.2796	1.0000

Curva de acumulación de especies AP

Para determinar el grado de completitud del inventario del SAR se estimó la riqueza esperada, calculada con los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE (Moreno, 2001), basados en datos de abundancia. Empleando el programa EstimateS versión 9.1 (Colwell, 2013) se generó una curva de acumulación de especies con los datos generados (*Figura 120*). Se registró un total de 80 especies y 3,689 individuos. La riqueza esperada según el estimador Chao 1 es de 82 especies y de 82 según el estimador ACE. Por lo que el nivel del inventario se encuentra entre el 97.56% para ambos casos.

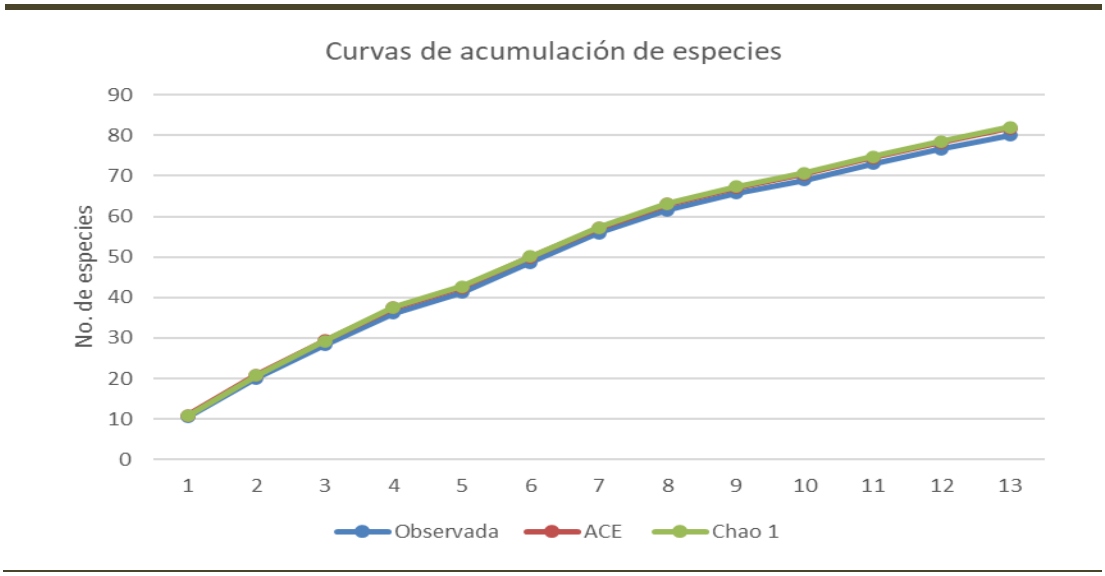


Figura 120. Curva de acumulación de especies AP.

Discusión y Conclusión

En los sitios de muestreo del SAR y AP se registró una riqueza de vegetal importante en comparación con el listado potencial (178 especies vs 309 spp., respectivamente). El listado potencial fue elaborado a partir de una consulta a las bases de datos del herbario MEXU de la UNAM (https://datosabiertos.unam.mx/biodiversidad/); la cual se integra de los registros de colectas históricas realizadas en los municipios del SAR y colindantes a este (Ver Anexo_Listado potencial de

flora). Aunado a esto, los estimadores Chao 1 y ACE indican que el nivel de inventario en el SAR se encuentra entre el 95.24% y el 93.58%. Lo cual corrobora que el muestreo fue significativo en el objetivo de registrar la mayor diversidad de especies vegetales presentes en el SAR, al igual que en AP (97.56%).

El índice de Shannon-Wiener en el SAR es bajo para la mayoría de los tipos de vegetación estudiados, salvo para el bosque de encino y agropecuario en la temporada de lluvias (3.097 y 3.364, respectivamente), en donde se obtuvieron valores altos, y para agropecuario en AP (3.001).

En lo que se refiere a la cobertura de área basal, para el bosque de encino resultó mayor en AP con respecto al SAR (41.4177 m^2/ha vs 29.2795 m^2/ha, respectivamente). Evaristo *et al*. (2022), reportan coberturas de área basal para bosques de encino en la provincia florística de Altiplanicie de 33.86 m^2/ha y 35.28 m^2/ha, las cuales son similares a las registradas en el SAR y AP.

Las principales amenazas y fuentes de disturbio en el SAR son el cambio de uso de suelo por cuestiones agrícolas y en menor medida el desarrollo de bancos de materiales. El pastizal presente en el área del proyecto (AP), aunque es cultivado, presentó una importante riqueza florística de hierbas en la temporada de lluvias, pero es de destacar no se registraron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.3.2.2 FAUNA

Herpetofauna

Michoacán, un estado mexicano reconocido por su rica biodiversidad, alberga una herpetofauna de excepcional riqueza y endemismo. Según Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), México cuenta con una de las mayores diversidades de reptiles y anfibios a nivel mundial, y Michoacán contribuye significativamente a esta cifra. La herpetofauna michoacana está compuesta por una amplia gama de especies, desde salamandras y ranas hasta serpientes y lagartos, cada una adaptada a los diversos ecosistemas del estado.

La relevancia ecológica de estos organismos es innegable. Los anfibios, por ejemplo, son considerados excelentes bioindicadores de la salud de los ecosistemas acuáticos (Pounds *et al.*, 2006). Su sensibilidad a los cambios ambientales los convierte en sentinelas de la degradación ambiental. Por otro lado, los reptiles desempeñan roles cruciales en el control de poblaciones de insectos y pequeños vertebrados, contribuyendo al equilibrio de los ecosistemas.

Lamentablemente, la herpetofauna michoacana enfrenta múltiples amenazas. La pérdida y fragmentación de hábitat, causadas principalmente por la expansión de la agricultura, la urbanización y la deforestación, son las principales causas de declive de las poblaciones de reptiles y anfibios en la región (CONABIO, 2008). A esto se suma el cambio climático, que está alterando los patrones de precipitación y temperatura, afectando los ciclos de vida de muchas especies (Pounds *et al.*, 2006).

La disminución de las poblaciones de reptiles y anfibios tiene consecuencias graves para los ecosistemas y para el bienestar humano. La pérdida de especies puede desencadenar efectos en cascada en las redes tróficas, afectando a otras especies y a los servicios ecosistémicos que proporcionan, como la polinización y el control de plagas (Pounds *et al.*, 2006). Además, muchas especies de anfibios y reptiles son utilizadas en la medicina tradicional y el comercio de mascotas, lo que ejerce una presión adicional sobre sus poblaciones.

El estado de Michoacán presenta una ubicación geográfica privilegiada, debido a esto y a su irregular relieve topográfico, en el estado se presentan presenta diferentes tipos de clima y de vegetación. Como resultado, se presenta una alta riqueza de especies y endemismos de vida silvestre, incluyendo 226 especies de anfibios y reptiles, de las cuales, 17 son endémicas al estado de Michoacán (Torre-Pérez-Coeto *et al.*, 2018).

Metodología

Listado potencial de especies del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Se generaron los listados de especies potenciales de anfibios y reptiles que pueden ocurrir en el área del SAR. Los listados generaron después de consultar plataformas electrónicas especializadas como Global Biodiversity Information Facility (GBIF; https://www.gbif.org/) y EncicloVida (https://enciclovida.mx/), así como literatura especializada y enfocada en la herpetofauna del estado de Nuevo León. El estado de protección nacional de las especies listadas se revisó a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Para saber el estado de conservación a nivel internacional se consultó la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN Red List; www.iucnredlist.org), así como los apéndices I, II y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Trabajo de campo

Transectos

Se realizó una visita de campo en la temporada de secas con el objetivo de describir la comunidad de anfibios y reptiles dentro del SAR y AP. La metodología utilizada en la colecta de datos para la herpetofauna de las áreas antes mencionadas consistió en la observación, conteo y captura de individuos en los posibles diferentes tipos de hábitats y micro hábitats (bajo rocas, troncos, hojarasca, grietas, etc.) a lo largo de transectos de distancia variable, recorriendo generalmente 500 m de longitud (Aguirre-León, 2011). En el SAR y AP se realizaron transectos de distancia variable los cuales se establecieron en las diferentes zonas a las cuales se tuvo acceso. Los muestreos se realizaron en dos temporadas: secas y lluvias. Las fechas de muestreo de la temporada de lluvias fue del 20 de mayo al 7 de junio de 2024; durante la temporada de lluvias se realizaron muestreos del 27 de agosto al 5 de septiembre de 2024. También se realizaron colectas Ad libitum, que consisten en registrar aquellas especies de manera oportunista en diferentes puntos, y que, para fines del método, no entran en los transectos y no se tomaron en cuenta para los cálculos de abundancia de especies, pero son importantes para determinar la riqueza del área.

La captura de animales que podrían ocasionar algún tipo de daño al personal (principalmente serpientes), se realizó con la ayuda de ganchos herpetológicos, guantes, y sacos de manta para su contención. Se realizó búsqueda de herpetozoos bajo piedras, ya que son lugares que sirven de microhábitats para diversas especies (*Figura 121*). Todos los individuos observados y/o colectados fueron fotografiados, georreferenciados y liberados en sitios aledaños a donde se habían recolectado. La identificación de las especies se realizó con guías de campo y claves taxonómicas de especies de la región.



Figura 121. Búsqueda de herpetozoos a orillas de la Presa de Cebolletas. Se buscaron organismos bajo piedras, ya que son microhábitats para que los organismos habiten.

Estado de conservación de las especies según normas nacionales e internacionales

NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010) se diferencian tres categorías de riesgo para especies o poblaciones de aves en México: 1) Sujeta a protección especial (Pr): son aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. 2) Amenazada (A): aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. 3) en Peligro de extinción (P): aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

IUCN

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), clasifica en la "Lista Roja" a aquellas especies que enfrentan un alto riesgo de extinción global (IUCN, 2013). De acuerdo con la lista propuesta, las especies se agrupan en: 1) Extinto (EX) cuando todos los individuos han desaparecido, 2) Extinto en estado silvestre (EW) cuando sobrevive únicamente en cautiverio o como naturalizada fuera de su área de distribución original, 3) En peligro crítico (CR) cuando enfrenta un riesgo de extinción extremadamente alto en vida silvestre, 4) En peligro (EN) cuando enfrenta un riesgo de extinción muy alto en vida silvestre, 5) Vulnerable (VU) cuando enfrenta un riesgo de extinción alto en vida silvestre, 6) Casi amenazado (NT) cuando no se cumple con los criterios para considerarla "En peligro crítico", "En peligro" o "Vulnerable", pero podría llegar a estarlo en un futuro cercano, 7) Preocupación menor (LC) cuando la especie evaluada es abundante y de amplia distribución, 8) Datos insuficientes (DD) cuando no existe información adecuada sobre la abundancia y distribución para realizar una evaluación del riesgo de extinción del taxón, y 9) No evaluado (NE) cuando la especie no ha sido analizada y clasificada con base en los criterios de valoración antes mencionados.

CITES

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) es un acuerdo internacional que involucra a todos los gobiernos. Tiene como objetivo regular el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres, minimizando las amenazas para la supervivencia de las especies. Los Apéndices I, II y III de la Convención son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva: Apéndice I se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora incluidas en los Apéndices de la CITES. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica. Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación. Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

Análisis de datos

Riqueza y abundancia relativa de especies

Se estimó la riqueza y abundancia de la herpetofauna presente en el SAR y AP. La riqueza de especies es el número de especies que ocurren en una determinada zona al mismo tiempo (Melic, 1993), en este estudio se emplearon los transectos que corresponden al SAR y AP. Mientras que, la abundancia relativa de las especies se obtuvo como resultado de la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{(Ai * 100)}{At}$$

Dónde
***Ai*=** abundancia de una especie o grupo específico
***At*=** abundancia total, que es el sumatorio total de las frecuencias de las especies o grupos.

Curvas de rango-abundancia

Con base en las curvas de rango-abundancia (o curvas de Whittaker) se compararon la estructura (dominancia) de la comunidad de anfibios y reptiles en el SAR y AP. Para ello, las abundancias de las especies fueron transformadas a su logaritmo (log), para linearizar los datos (Magurran, 1998). Entre mayor riqueza y equitatividad se presente en una comunidad, la pendiente adopta una inclinación poco pronunciada. Pendientes muy pronunciadas sugieren que la comunidad en cuestión no es equitativa y se encuentra dominada por pocas especies (Carmona-Galindo y Carmona, 2013).

Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies (o curvas de colecta de especies) se utiliza para conocer si el esfuerzo de muestreo durante la estancia en campo fue satisfactorio. En los primeros muestreos se registran con mayor frecuencia las especies comunes y conforme se incrementan los muestreos se anexan las especies menos comunes. La estabilización de la curva en forma horizontal sugiere que el muestreo es satisfactorio y representativo. Por el contrario, si la pendiente de la curva se mantiene inclinada es prueba de que el inventario es insuficiente y se recomiendan más número de muestreos (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). La curva de acumulación se generó empleando los datos de abundancia para cada especie en todo el estudio y fueron realizadas en el programa EstimateS versión 9.1 (Colwell, 2013) y se consideraron los estimadores de riqueza Chao 1 y ACE para estimar la completitud del inventario.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Para medir la riqueza de especies en cada transecto se utilizó el Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el cual considera las abundancias relativas para estimar la diversidad. El valor de H' se ha utilizado en diferentes estudios ecológicos (Magurran, 1998) y se expresa con un número positivo que, en la mayoría de los ecosistemas naturales, varía entre 1 y 5. Aunque su valor habitual oscila entre 2 y 3. Valores inferiores a 2 se consideran relativamente bajos y superiores a 3 relativamente altos.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}\left(\frac{n_i}{N}\cdot ln\left(\frac{n_i}{N}\right)\right)$$

Dónde:
S = Número de especies registradas
N = Número total de individuos registrados de todas las especies
ni = Número de individuos de la especie

Para estimar el índice de Shannon se utilizó en el programa EstimateS versión 9.1 (Colwell, 2013).

Índice de Simpson

El índice de Simpson (D) es de uso común para medir el grado de dominancia de unas cuantas especies en la comunidad, y su inverso representa por lo tanto la equidad (Moreno, 2001). Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Los valores menores a 0.1 son de una diversidad baja, de 0.3 a 0.5 media y valores cercanos a 1 indican una alta diversidad.

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{S}\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

Dónde:
S = Número de especies registradas
N = Número total de individuos registrados de todas las especies
ni = Número de individuos de la especie i

Resultados

Trabajo de gabinete

Distribución potencial de especies

Se obtuvo un listado con total de 12 especies de herpetozoos, correspondiente a cuatro especies de anfibios y ocho especies de reptiles, distribuidos en tres y cuatro familias respectivamente (*Cuadro 34*), que corresponde al 5.3% del total de especies de herpetozoos registrados en el estado de Michoacán.

Cuadro 34. Listado de especies potenciales de anfibios y pretiles del proyecto Huerta PV.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	IUCN	NOM 059	CITES	ENDEMISMO
Amphibia	Anura	Hylidae	Ranita de las rocas	*Dryophytes arenicolor*	LC	-	-	-
			Ranita de las montañas	*Dryophytes eximius*	LC	-	-	Endémica
		Ranidae	Rana leopardo de Moctezuma	*Lithobates montezumae*	LC	Pr	-	Endémica
	Caudata	Ambystomatidae	Ajolote del altiplano	*Ambystoma velasci*	LC	Pr	-	Endémica
Reptilia	Squamata	Colubridae	Culebra gris nariz de pala	*Conopsis nasus*	LC	-	-	Endémica
			Culebra de collar	*Diadophis punctatus*	LC	-	-	-
			Culebra cabeza negra de Bocourt	*Tantilla bocourti*	LC	-	-	Endémica

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	IUCN	NOM 059	CITES	ENDEMISMO
		Natricidae	Culebra listonada del sur Mexicano	*Tamnophis eques*	LC	A	-	-
		Phrynosomatidae	Lagartija espinosa jalisciense	*Sceloporus dugesii*	LC	-	-	Endémica
			Lagartija escamosa de mezquite	*Sceloporus grammicus*	LC	Pr	-	-
			Lagartija espinosa de collar	*Sceloporus torquatus*	LC		-	Endémica
		Viperidae	Cascabel obscura de Querétaro	*Crotalus aquilus*	LC	Pr	-	Endémica

El estatus de conservación de las especies revisado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, nos muestra que, de las 12 especies con distribución potencial en el área, cuatro especies se encuentran dentro de alguna categoría de protección, siendo ubicadas de la siguiente manera: una especie se encuentra amenazada (A) y cuatro especies más bajo protección especial (Pr).

Según la IUCN, todas las especies del listado potencial se catalogan como Preocupación Menor (LC). Ninguna de las especies del listado se encuentra en algún apéndice del CITES.

Trabajo de campo

Transectos

Inventario de especies

Para la corroboración en campo de las especies de herpetofauna listadas en la revisión bibliográfica, se empleó la técnica de transectos de observación y captura de ejemplares, lo que permite estimar la riqueza de especies del sitio y en la medida de lo posible su abundancia relativa.

Durante la temporada de secas 2024, en los transectos de distancia variable (*Figura 122*), se registraron nueve especies de herpetozoos (*Cuadro 35*). A cada transecto se le asignó una clave para su identificación en la libreta de campo, tomando coordenadas de inicio y de fin con un GPS (*Cuadro 36*). Se establecieron un total de 16 transectos, cinco en el predio del proyecto, y 11 en el SAR. Durante la temporada de lluvias 2024, en los transectos (*Figura 122*) se registraron seis especies de herpetozoos (*Cuadro 35*). Se establecieron un total de 15 transectos, cinco en el predio del proyecto y 10 en el SAR (*Cuadro 37*).

Cuadro 35. Herpetofauna registrada durante la temporada de secas y lluvias 2024 del proyecto Huerta PV.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	SECAS		LLUVIAS	
				TRANSECTO		TRANSECTO	
				SAR	AP	SAR	AP
Anura	Hylidae	*Dryophites arenicolor*	Ranita de las rocas	X	-	X	X

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	SECAS		LLUVIAS	
				TRANSECTO		TRANSECTO	
				SAR	AP	SAR	AP
		Dryophites eximius	Ranita de las montañas	X	-	X	X
	Ranidae	*Lithobates montezumae*	Rana leopardo de Moctezuma	X	-	-	X
Squamata	Colubridae	*Tantilla bocourti*	Culebra cabeza negra de Bocourt	X	-	-	-
	Phrynosomatidae	*Sceloporus dugesii*	Lagartija espinosa jalisciense	X	-	X	X
		Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa de mezquite	X	X	X	X
		Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de collar	X	X	X	X
	Natricidae	*Tamnophis eques*	Culebra listonada del sur Mexicano	X	-	-	-
	Viperidae	*Crotalus aquilus*	Cascabel obscura de Querétaro	X	-	-	-

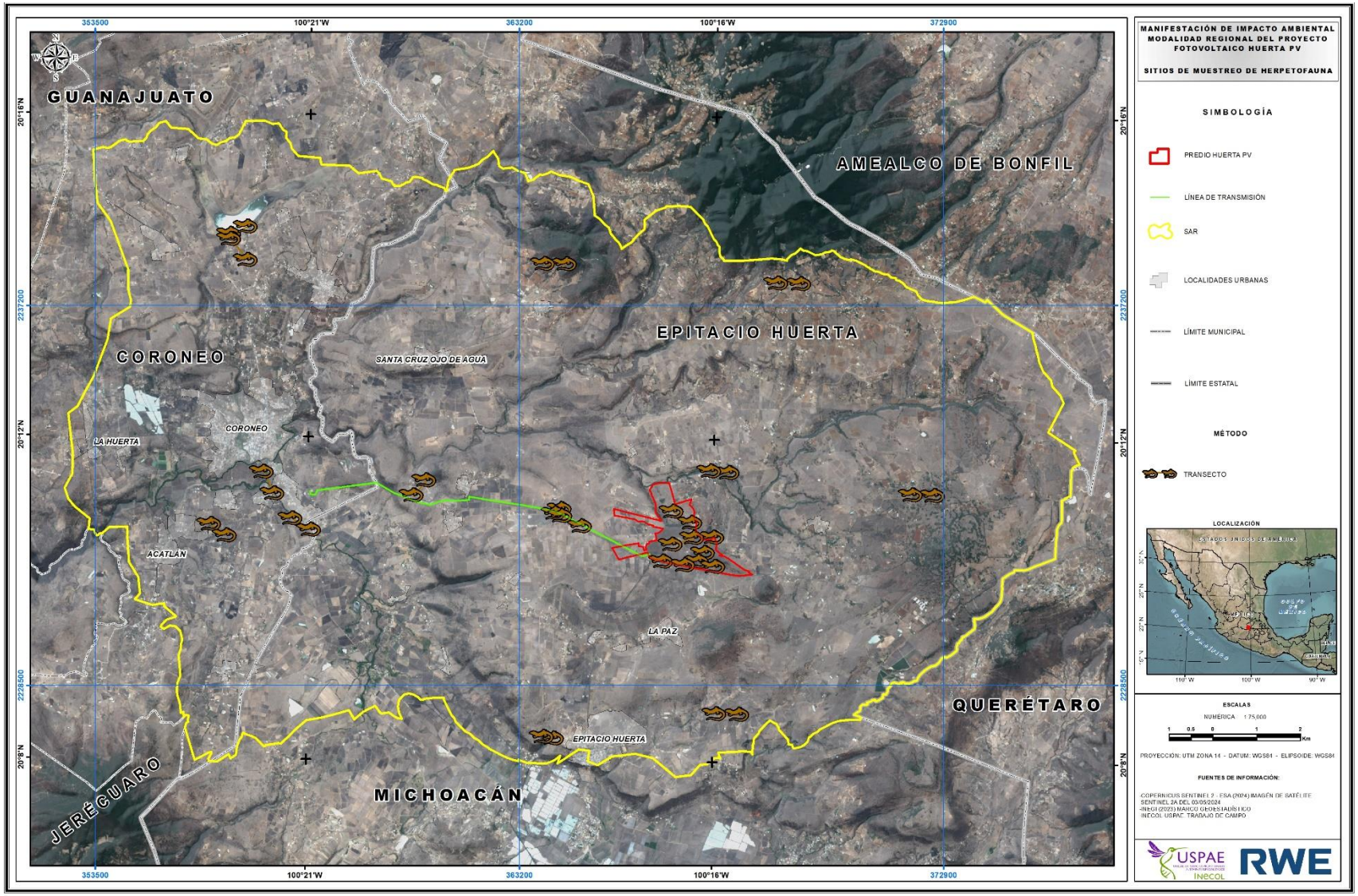


Figura 122. Ubicación de los transectos de observación de herpetofauna en el SAR y el predio del proyecto durante la temporada de secas y lluvias 2024.

Cuadro 36. Coordenadas de los transectos de observación de herpetofauna durante la temporada de secas 2024.

UBICACIÓN	ID	SITIO	COORDENADAS UTM (WGS-84)				
			REGIÓN	INICIO		FIN	
				X	Y	X	Y
Predio	T1HRTPR	1	14 Q	367450	2231531	367664	2231885
Predio	T2HRTPR	2		367202	2231872	366708	2231719
Predio	T3HRTPR	3		367160	2232220	366736	2232477
Predio	T4HRTPR	4		366496	2231335	367000	2231250
Predio	T5HRTPR	5		367311	2231333	367687	2231210
SAR	T1HRTSAR	1		356610	2238831	356995	2239004
SAR	T2HRTSAR	2		372204	2232851	372711	2232836
SAR	T3HRTSAR	3		364000	2227290	363767	2227326
SAR	T4HRTSAR	4		369653	2237684	369124	2237698
SAR	T5HRTSAR	5		356158	2232191	356513	2231938
SAR	T6HRTSAR	6		358013	2232328	358444	2232068
SAR	T7HRTSAR	7		368011	2233360	367591	2233397
SAR	T8HRTSAR	8		360787	2232850	361077	2233194
SAR	T9HRTSAR	9		363795	2238150	364294	2238138
SAR	T10HRTSAR	10		368237	2227828	367706	2227843

Cuadro 37. Coordenadas de los transectos de observación de herpetofauna durante la temporada de lluvias 2024.

UBICACIÓN	ID	SITIO	COORDENADAS UTM (WGS-84)				
			REGIÓN	INICIO		FIN	
				X	Y	X	Y
Predio	T1HRTPR	1	14 Q	367450	2231531	367664	2231885
Predio	T2HRTPR	2		367202	2231872	366708	2231719
Predio	T3HRTPR	3		367160	2232220	366736	2232477
Predio	T4HRTPR	4		366496	2231335	367000	2231250
Predio	T5HRTPR	5		367311	2231333	367687	2231210
SAR	T1HRTSAR	1		356611	2238715	356995	2238239
SAR	T2HRTSAR	2		372204	2232851	372711	2232836
SAR	T3HRTSAR	3		364000	2227290	363767	2227326
SAR	T4HRTSAR	4		369653	2237684	369124	2237698
SAR	T5HRTSAR	5		356158	2232191	356513	2231938
SAR	T6HRTSAR	6		358013	2232328	358444	2232068
SAR	T7HRTSAR	7		368011	2233360	367591	2233397
SAR	T8HRTSAR	8		360787	2232850	361077	2233194
SAR	T9HRTSAR	9		357603	2232895	357359	2233393

UBICACIÓN	ID	SITIO	COORDENADAS UTM (WGS-84)				
			REGIÓN	INICIO		FIN	
				X	Y	X	Y
SAR	TLT	LT		364629	2232147	364184	2232388

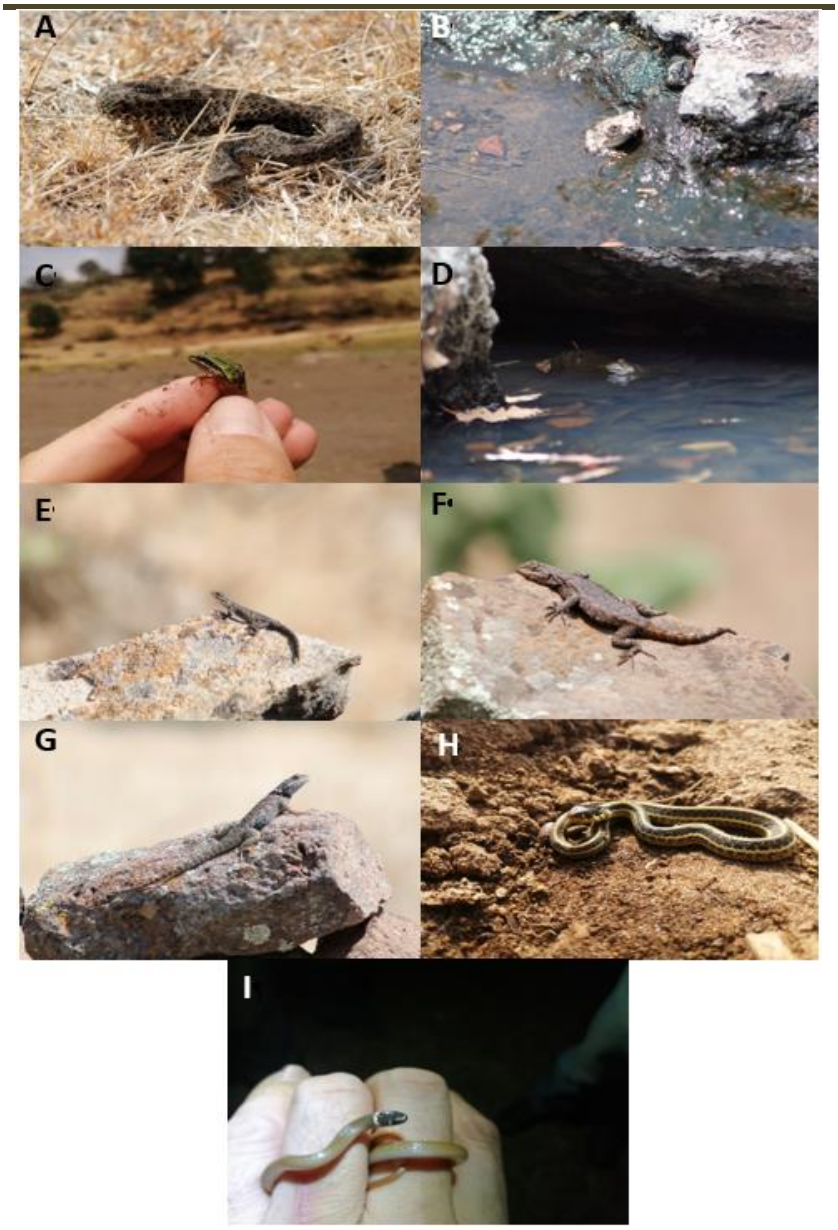


Figura 123. Especies de anfibios y reptiles registradas en los transectos de observación de las temporadas de lluvias y secas 2024: A) *Crotalus aquilus* (Cascable obscura de Querétaro), B) *Dryophytes arenicolor* (Rana de las rocas), C) *Dryophytes eximius* (Rana de las montañas), D) *Lithobates montezumae* (Rana leopardo de Moctezuma), E) *Sceloporus dugesii* (Lagartija espinosa jaliciense), F) *Sceloporus grammicus* (Lagartija espinosa de mezquite), G) *Sceloporus torquatus* (Lagartija espinosa de collar), H) *Tamnophis eques* (Culebra listonada del Sur mexicano) e I) *Tantilla bocourti* (Culebra cabeza negra de Bocourt).

Análisis de la riqueza, estructura y diversidad de la comunidad

Riqueza y abundancia

En la temporada de secas y durante los recorridos en los transectos en el SAR y AP se registraron un total de 193 individuos de reptiles, siendo las especies más abundantes *D. eximius* (Ranita de las montañas), con 58 individuos, seguido de *S. torquatus* (Lagartija espinosa de collar), con 57 individuos y *S. dugessi* (Lagartija espinosa jaliciense), 51 individuos. Las especies menos abundantes fueron *S. grammicus* (Lagartija espinosa de mezquite), *L. montezumae* (Rana leopardo de Moctezuma), D. *arenicolor* (ranita de las rocas), *T. bocourti* (Culebra cabeza negra de Bocourt), *Tamnophis eques* (Culebra listonado del sur mexicano) y *C. aquilus* (Cascabel obscura de Querétaro) (*Cuadro 38*, *Figura 124*). La riqueza de especies encontrada durante el monitoreo de herpetofauna representa el 5.3% del total de especies con distribución potencial.

Cuadro 38. Abundancia y abundancia relativa de herpetofauna registrada durante la temporada de secas y lluvias 2024 en el SAR y AP del proyecto Huerta, Michoacán.

ESPECIE	SECAS				LLUVIAS			
	SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		ÁREA DEL PROYECTO (AP)		SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		ÁREA DEL PROYECTO (AP)	
	REGISTROS	ABUNDANCIA RELATIVA	REGISTROS	ABUNDANCIA RELATIVA	REGISTROS	ABUNDANCIA RELATIVA	REGISTROS	ABUNDANCIA RELATIVA
Sceloporus dugesii	50	27.78	1	7.69	22	25.29	8	50.00
Sceloporus grammicus	12	6.67	3	23.08	11	12.64	1	6.25
Sceloporus torquatus	48	26.67	9	69.23	41	47.13	1	6.25
Dryophites arenicolor	3	1.67	-	-	11	12.64	1	6.25
Dryophites eximius	58	32.22	-	-	2	2.30	2	12.50
Lithobates montezumae	6	3.33	-	-	-	-	3	18.75
Tantilla bocourti	1	0.56	-	-	-	-	-	-
Tamnophis eques	1	0.56	-	-	-	-	-	-
Crotalus aquilus	1	0.56	-	-	-	-	-	-

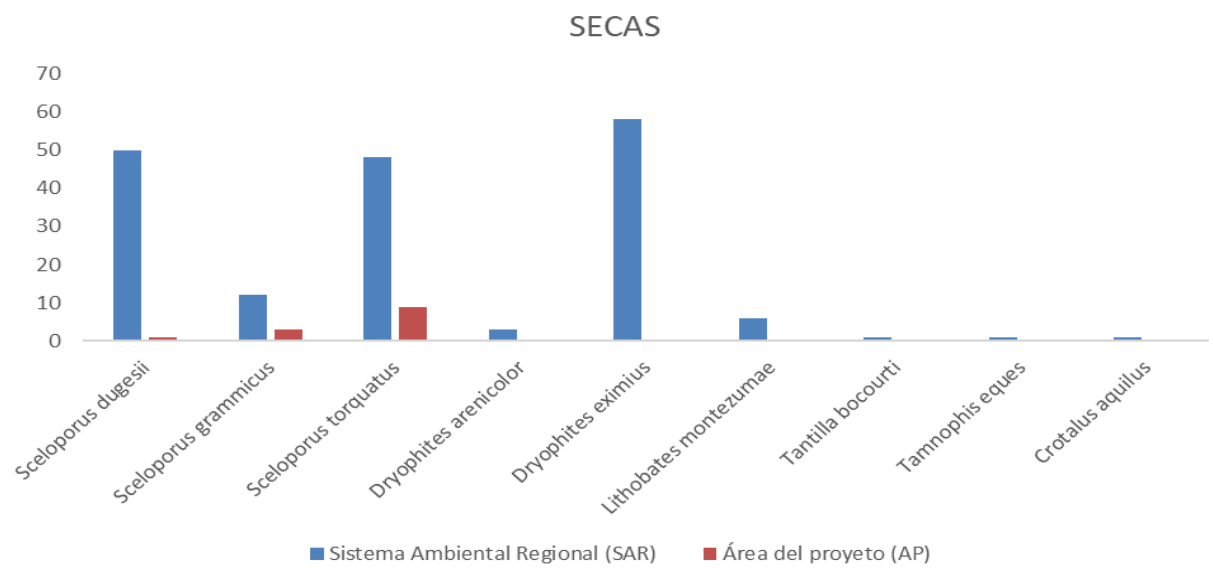


Figura 124. Número de individuos por especies de herpetozoos registradas durante la temporada de secas 2024, en el SAR y AP, del proyecto Huerta, Michoacán.

En la temporada de lluvias se registraron un total de 103 individuos de reptiles, siendo las especies más abundantes *S. torquatus* (Lagartija espinosa de collar), con 42 individuos y *S. dugessi* (Lagartija espinosa jaliciense), con 30 individuos. Las especies menos abundantes fueron *D. eximius* (Ranita de las montañas), *S. grammicus* (Lagartija espinosa de mezquite), *L. montezumae* (Rana leopardo de Moctezuma) y D. arenicolor (ranita de las rocas) (*Cuadro 38*, *Figura 125*).

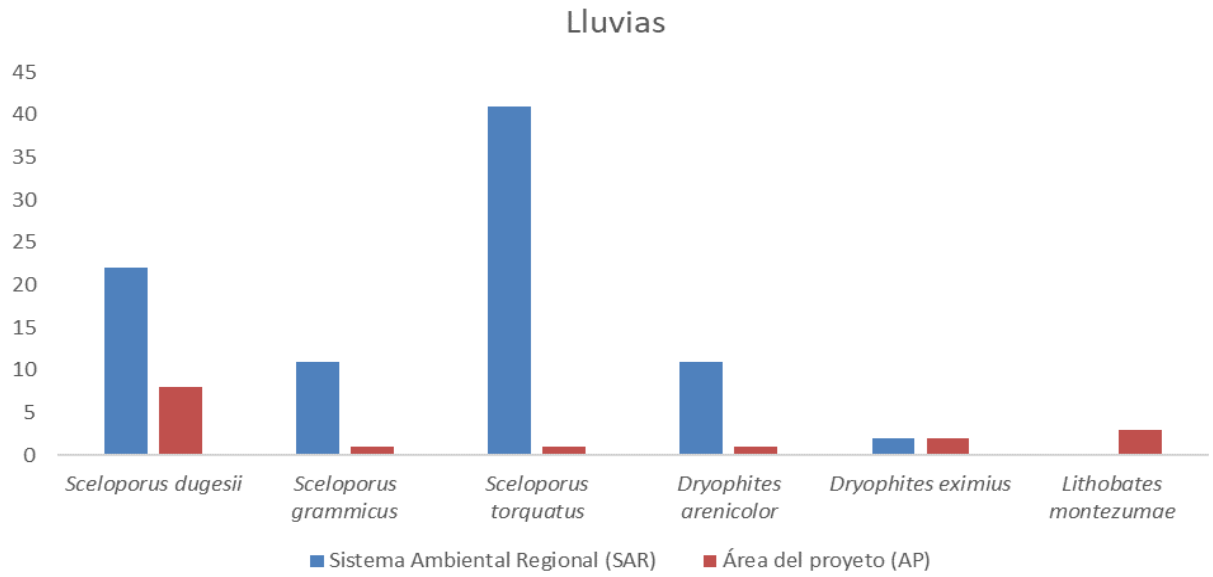


Figura 125. Número de individuos por especies de herpetozoos registradas durante la temporada de lluvias 2024, en el SAR y AP, del proyecto Huerta PV, Michoacán.

Durante la temporada de secas, el valor de diversidad calculada con el índice de Shannon-Wiener fue menor en el AP (0.8672) en comparación al SAR (1.544), lo cual indica que el SAR tiene una riqueza mayor que el AP, mientras que el índice de Simpson obtenido para el AP y SAR, indica valores de 0. 5 y 0.7456 respectivamente, lo cual indica que en el SAR se presenta una dominancia de especies mayor que en el AP.

En la temporada de lluvias el valor de diversidad calculada con el índice de Shannon-Wiener fue similar en el AP (1.596) y en el SAR (1.335), lo cual indica que tanto el AP como el SAR tienen una riqueza de especies similar, mientras que el índice de Simpson obtenido para el AP y SAR, indica valores de 0.7333 y 0.6894, lo cual indica que tanto el AP como el SAR se presenta una dominancia de especies similar (*Cuadro 39*).

Cuadro 39. Índices de riqueza y diversidad obtenidos en los muestreos de herpetofauna del proyecto Huerta PV comparando la temporada de secas y lluvias.

	SECAS		LLUVIAS	
ÍNDICE DE DIVERSIDAD	**AP**	**SAR**	**AP**	**SAR**
Índice de Shannon-Wiener (H')	0.8672	1.544	1.596	1.335
índice de Simpson (λ)	0.5	0.7461	0.7333	0.6894

Curvas de rango-abundancia

En la curva de rango - abundancia, uno de los métodos más conocidos e informativos de la riqueza y equitatividad de especies (Feinsinger 2003; McGill *et al.*, 2007), se aprecia la tendencia de los registros de las especies de reptiles registradas en el proyecto Huerta PV, durante la colecta de datos, con nueve especies en total (*Figura 126*). *S. torquatus*, *S. dugesii parvus* y *D. eximius* fueron las especies más abundantes.

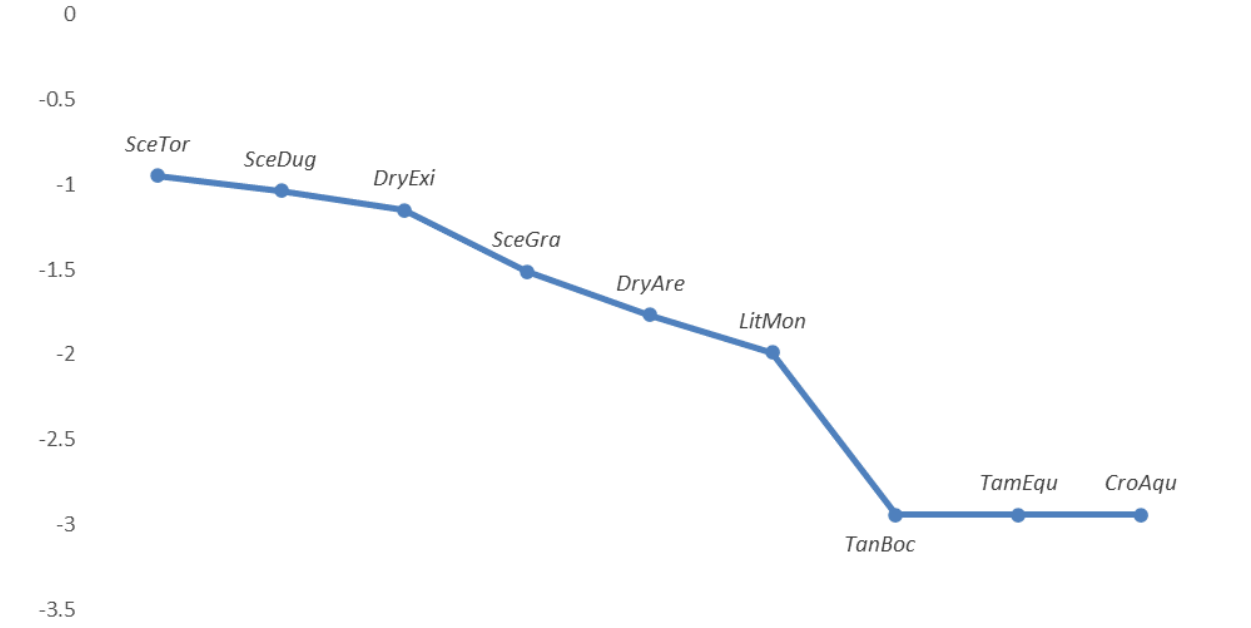


Figura 126. Curva de rango – abundancia de las especies de reptiles registradas durante el monitoreo de herpetofauna del proyecto Huerta PV. Las abreviaciones corresponden a: SceTor: *Sceloporus torquatus*, SceDug: *Sceloporus dugesii*, DryExi: *Dryophytes eximius*, SceGra: *Sceloporus grammicus*, DryAre: *Dryphytes arenicolor*, LitMon; *Lithobates montezumae*, TanBoc: *Tantilla bocourti*, TamEqu: *Tamnophis eques* y CroAqu: *Crotalus aquilus*.

Es importante mencionar que entre más elevado la riqueza y/o la equitatividad de especies sea, más se aproxima la curva de rango-abundancia a una pendiente plana. Entre más pobre la riqueza y/o equitatividad de especies, es decir, entre más dominancia por pocas especies existe en un hábitat, más empinada se vuelve la pendiente de la curva de rango-abundancia (Carmona-Galindo & Carmona, 2013).

Estado de conservación y endemismo de las especies presentes

En los transectos realizados en el SAR y AP, se registraron una especie de anfibio y dos de reptiles con estatus de conservación por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante la temporada de secas, se registraron a la rana *L. montezumae* y la lagartija *S. grammicus*, especies que están bajo Protección Especial (Pr), y la culebra *T. eques* está Amenazada (A). En la temporada de lluvias se registraron dos especies con categoría de protección, la rana *L. montezumae* y la lagartija *S. grammicus*, especies que están bajo Protección Especial (Pr) (*Figura 127*). En cuanto a los endemismos, se registraron cinco especies endémicas para México (*Cuadro 40*).

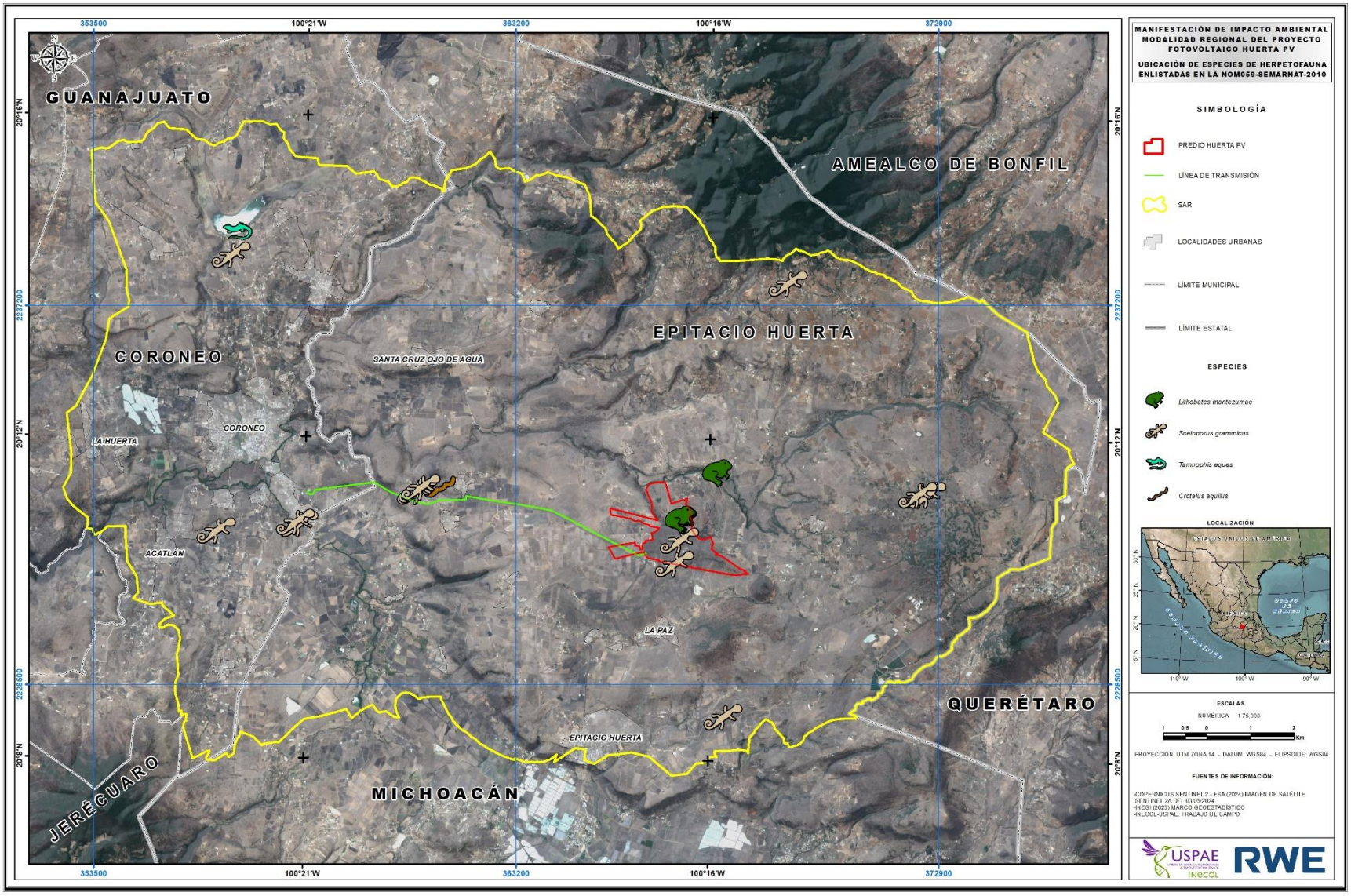


Figura 127. Ubicación de las especies de herpetozoos bajo categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 del proyecto Huerta PV.

Cuadro 40. Especies de herpetozoos registradas en la temporada de secas y lluvias 2024. Se muestra el estatus según la IUCN, NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y su endemismo.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	IUCN	NOM 059	CITES	ENDEMISMO
Amphibia	Anura	Hylidae	*Dryophites arenicolor*	Ranita de las rocas	LC	-	-	-
			Dryophites eximius	Ranita de las montañas	LC	-	-	Endémica
		Ranidae	*Lithobates montezumae*	Rana leopardo de Moctezuma	LC	Pr	-	Endémica
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Tantilla bocourti*	Culebra cabeza negra de Bocourt	LC	-	-	Endémica
		Phrynosomatidae	*Sceloporus dugesii*	Lagartija espinosa jalisciense	LC	-	-	Endémica
			Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa de mezquite	LC	Pr	-	-
			Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de collar	LC	-	-	Endémica
		Natricidae	*Tamnophis eques*	Culebra listonada del sur Mexicano	LC	A	-	-
		Viperidae	*Crotalus aquilus*	Cascabel obscura de Querétaro	LC	Pr	-	Endémica

Curva de acumulación de especies

Para la construcción de la curva de acumulación de especies se calculó el estimador Chao 1, el cual se utiliza cuando se tiene la abundancia de individuos.

El valor de estimador Chao 1 es 11.3, indicando el número de especies esperadas en función del esfuerzo de muestreo (*Figura 128*), que son mayor al número de especies observadas, que fueron nueve especies de herpetozoos. Esto también indica que con un esfuerzo de muestreo más intenso es posible completar el registro de especies potenciales. Las especies registradas representan el 75% de representatividad del total de especies potenciales.

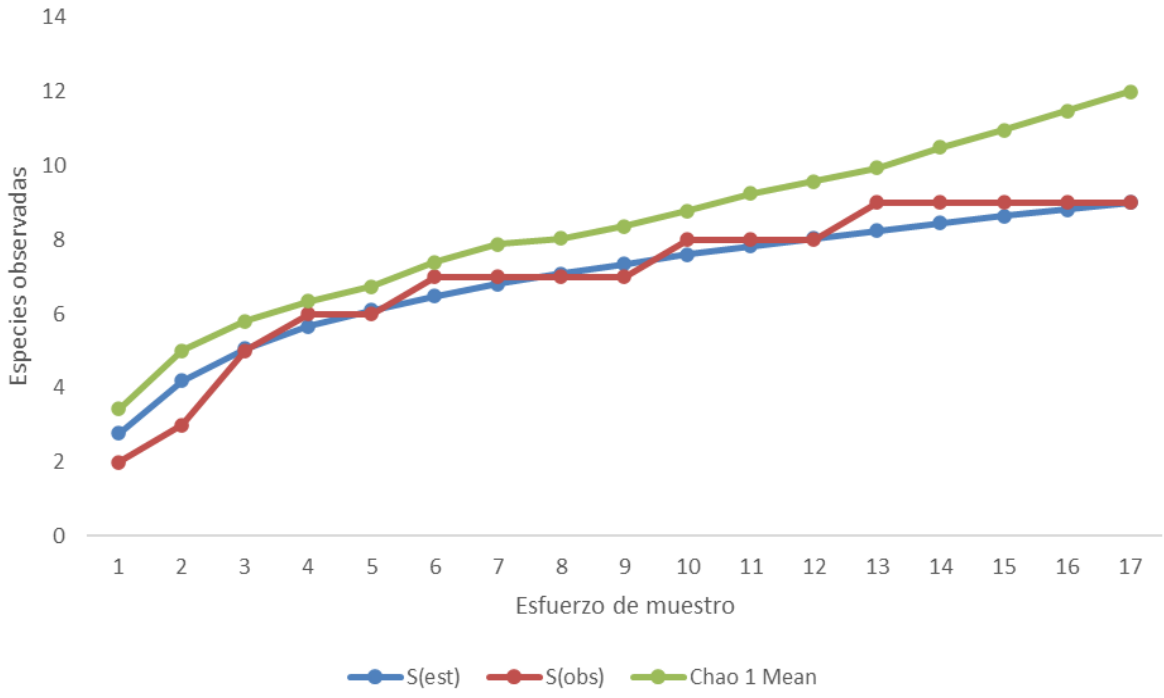


Figura 128. Curva de acumulación de herpetozoos registrados en el proyecto Huerta PV.

Uno de los principales factores de la disminución de la biodiversidad es la pérdida y fragmentación de hábitat, resultados de la presión antropogénica sobres los ecosistemas, siendo la urbanización la presión que causa más daño, ya que es persistente y se expande rápidamente a regiones urbanas que conservan algún tipo de ecosistema (Miller & Hobbs, 2002; Dearborn & Kark, 2010). Los anfibios y reptiles son grupos sensibles a la pérdida y transformación del hábitat, lo cual conlleva a un cambio en el ensamble, presencia y diversidad de especies, especialmente en las áreas urbanas (Souza *et al.*, 2024).

Discusión y conclusiones

Uno de los principales factores de la disminución de la biodiversidad es la pérdida y fragmentación de hábitat, resultados de la presión antropogénica sobres los ecosistemas, siendo la urbanización la presión que causa más daño, ya que es persistente y se expande rápidamente a regiones urbanas que conservan algún tipo de ecosistema (Miller & Hobbs, 2002; Dearborn & Kark, 2010). Los anfibios y reptiles son grupos sensibles a la pérdida y transformación del hábitat, lo cual conlleva a un cambio en el ensamble, presencia y diversidad de especies, especialmente en las áreas urbanas (Souza *et al*., 2024).

El registro de la riqueza de especies durante la temporada de secas y lluvias en el AP y SAR del proyecto Huerta PV, presenta diferencias. Durante la temporada de secas se registraron más individuos en comparación a la temporada de lluvias, debido a que en la temporada de secas los reptiles, principalmente, se encontraban en época de reproducción por lo que hubo más regustos de especies de lagartijas del género Sceloporus. También hubo más registros de anfibios en la temporada de secas en comparación con lluvias, debido a que, en secas, en las zonas de monitoreo de lechos de ríos, se encontraron pozas temporales, las cuales son utilizadas por los anfibios para reproducirse. Durante la temporada de lluvias, en estas zonas, la corriente se incrementa por lo que es más difícil que los anfibios utilicen los ríos como zonas de reproducción, pero no significa que no se encuentren en otras zonas adecuadas para reproducirse.

La curva de acumulación de especies da a conocer la presencia de nueves especies de herpetozoos, lo cual indica un buen esfuerzo de muestro, ya que hay 12 especies potenciales de herpetozoos en la zona. Con un muestreo más robusto es posible completar el inventario de especies potenciales.

Debido a las especies con un estatus de protección según la NOM-059-SEMANRNAT-2010, será necesario aplicar medidas de mitigación y conservación para el cuidado de las especies de herpetozoos y así evitar un descenso poblacional (Jochimsen *et al*., 2004).

Mastofauna voladora

Introducción

Los murciélagos se agrupan en el orden Chiroptera que incluye cerca de 1200 especies (Reeder *et al*., 2007), siendo el segundo orden más diverso de mamíferos a nivel global y el único con la capacidad de vuelo. En México se han registrado 139 especies, de las cuales 28 se han reportado para la región del Bajío (Sánchez *et al*. 2012).

Michoacán, un estado de rica biodiversidad, alberga una diversidad de murciélagos (quirópteros) que desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas locales. Estos mamíferos voladores, a menudo mal comprendidos y temidos, son polinizadores, dispersores de semillas y controladores de plagas de insectos, contribuyendo significativamente a la salud de los ecosistemas (Kunz & Fenton, 2003).

La diversidad de hábitats en Michoacán, desde bosques templados hasta zonas áridas, proporciona una amplia gama de nichos ecológicos para los murciélagos. Algunas especies se alimentan de frutas, otras de néctar, mientras que muchas más capturan insectos al vuelo. Su capacidad de vuelo les permite explotar recursos alimenticios en áreas extensas, contribuyendo a la conectividad ecológica de los paisajes (Medellín *et al*., 2008).

Este grupo de mamíferos tienen un papel importante en los ecosistemas terrestres, ya que algunas especies son polinizadoras de muchas especies de plantas, otras especies son dispersoras de semillas y otras más consumen invertebrados los cuales pudieran llegar a convertirse en plaga, si no son controladas sus poblaciones. También son considerados indicadores importantes de la calidad de los ecosistemas debido a que muchas especies son sensibles a la pérdida o fragmentación de su hábitat (Avila-Cabadilla *et al*., 2014; Estrada y Coates-Estrada, 2002; García-García y Santos-Moreno, 2014; Maas *et al*., 2013), por lo que es imperativo tomar medidas urgentes para proteger y conservar a los murciélagos. La restauración de ecosistemas degradados, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la educación ambiental son acciones fundamentales para asegurar la supervivencia de estas especies y preservar los servicios ecosistémicos que brindan.

Metodología

Listado potencial

Previo a la descripción de la comunidad de murciélagos dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del Área del Proyecto (AP), se elaboró una lista de la posible diversidad en la zona. Esta permitió obtener una primera aproximación teórica de la estructura de la comunidad y, además, permitió verificar los rangos de distribución de las especies de murciélagos registradas en campo.

También se revisó el estado de conservación de las especies registradas consultando los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la lista roja de IUCN y los apéndices de CITES.

Trabajo de campo

Registro mediante transectos

Para realizar el registro de especies de murciélagos presentes en el AP y SAR se establecieron transectos de 1 km de largo los cuales se recorrieron a paso lento. Los recorridos se iniciaron a las 19:15 hrs (poco antes de obscurecer) y se concluían a las 20:10 horas (*Figura 129*).

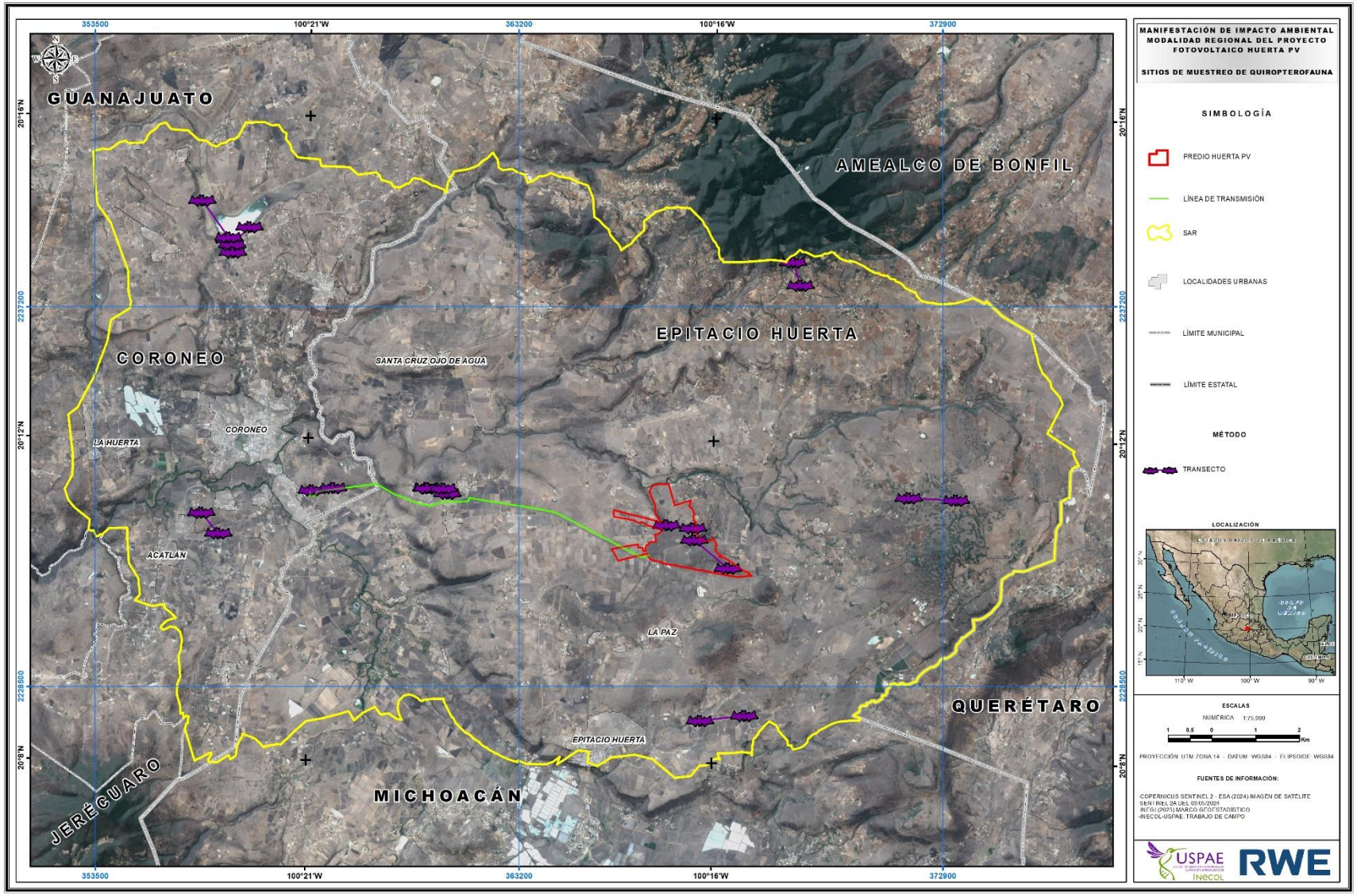


Figura 129. Ubicación de los transectos para detección acústica de murciélagos dentro del AP y SAR, durante la temporada de secas y lluvias 2024.

El registro de las especies se realizó de manera acústica mediante el dispositivo Echo Meter conectado a un teléfono celular, mediante la aplicación disponible en la red. La identificación de las especies se hace mediante el del software de análisis Kaleidoscope Pro, el cual cuenta con una base de datos de sonogramas de casi todas las especies de murciélagos a nivel mundial (*Figura 130*).

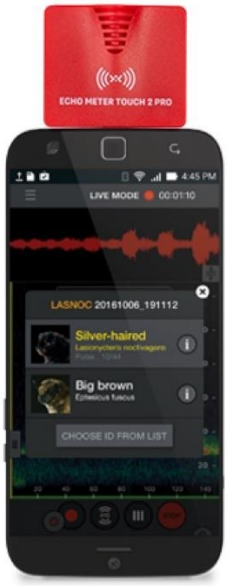


Figura 130. Dispositivo Echo Meter Pro conectado a teléfono celular para registro acústico de murciélagos. Imagen tomada de https://www.wildlifeacoustics.com/products/echo-meter-touch-2-pro

Estado de conservación de las especies según normas nacionales e internacionales

Categorías de riesgo

Norma oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059; SEMARNAT, 2019) se diferencian tres categorías de riesgo para especies o poblaciones de mamíferos en México: 1) Sujeta a protección especial (Pr): son aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. 2) Amenazada (A): aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. 3) en Peligro de extinción (P): aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio

Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Lista roja de la IUCN

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), clasifica en la "Lista Roja" a aquellas especies que enfrentan un alto riesgo de extinción global (IUCN, 2013). De acuerdo con la lista propuesta, las especies se agrupan en: 1) Extinto (EX) cuando todos los individuos han desaparecido, 2) Extinto en estado silvestre (EW) cuando sobrevive únicamente en cautiverio o como naturalizada fuera de su área de distribución original, 3) En peligro crítico (CR) cuando enfrenta un riesgo de extinción extremadamente alto en vida silvestre, 4) En peligro (EN) cuando enfrenta un riesgo de extinción muy alto en vida silvestre, 5) Vulnerable (VU) cuando enfrenta un riesgo de extinción alto en vida silvestre, 6) Casi amenazado (NT) cuando no se cumple con los criterios para considerarla "En peligro crítico", "En peligro" o "Vulnerable", pero podría llegar a estarlo en un futuro cercano, 7) Preocupación menor (LC) cuando la especie evaluada es abundante y de amplia distribución, 8) Datos insuficientes (DD) cuando no existe información adecuada sobre la abundancia y distribución para realizar una evaluación del riesgo de extinción del taxón, y 9) No evaluado (NE) cuando la especie no ha sido analizada y clasificada con base en los criterios de valoración antes mencionados.

Apéndices CITES

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) es un acuerdo internacional que involucra a todos los gobiernos. Tiene como objetivo regular el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres, minimizando las amenazas para la supervivencia de las especies. Los Apéndices I, II y III de la Convención son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva: Apéndice I se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora incluidas en los Apéndices de la CITES. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica. Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación. Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

Análisis de datos

Riqueza y abundancia relativa de especies

Se estimó la riqueza y abundancia de la herpetofauna presente en el SAR y AP. La riqueza de especies es el número de especies que ocurren en una determinada zona al mismo tiempo (Melic, 1993), en este estudio se emplearon los transectos que corresponden al SAR y AP. Mientras que, la abundancia relativa de las especies se obtuvo como resultado de la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{(Ai * 100)}{At}$$

Dónde
Ai= abundancia de una especie o grupo específico
At= abundancia total, que es el sumatorio total de las frecuencias de las especies o grupos.

Curvas de rango-abundancia

Con base en las curvas de rango-abundancia (o curvas de Whittaker) se compararon la estructura (dominancia) de la comunidad de anfibios y reptiles en el SAR y AP. Para ello, las abundancias de las especies fueron transformadas a su logaritmo (log), para linearizar los datos (Magurran, 1998). Entre mayor riqueza y equitatividad se presente en una comunidad, la pendiente adopta una inclinación poco pronunciada. Pendientes muy pronunciadas sugieren que la comunidad en cuestión no es equitativa y se encuentra dominada por pocas especies (Carmona-Galindo y Carmona, 2013).

Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies (o curvas de colecta de especies) se utiliza para conocer si el esfuerzo de muestreo durante la estancia en campo fue satisfactorio. En los primeros muestreos se registran con mayor frecuencia las especies comunes y conforme se incrementan los muestreos se anexan las especies menos comunes. La estabilización de la curva en forma horizontal sugiere que el muestreo es satisfactorio y representativo. Por el contrario, si la pendiente de la curva se mantiene inclinada es prueba de que el inventario es insuficiente y se recomiendan más número de muestreos (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). La curva de acumulación se generó empleando los datos de abundancia para cada especie en todo el estudio y fueron realizadas en el programa EstimateS versión 9.1 (Colwell, 2013) y se consideraron los estimadores de riqueza Chao 1 y ACE para estimar la completitud del inventario.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Para medir la riqueza de especies en cada transecto se utilizó el Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el cual considera las abundancias relativas para estimar la diversidad. El valor de H' se ha utilizado en diferentes estudios ecológicos (Magurran, 1998) y se expresa con un número positivo que, en la mayoría de los ecosistemas naturales, varía entre 1 y 5. Aunque su valor habitual oscila entre 2 y 3. Valores inferiores a 2 se consideran relativamente bajos y superiores a 3 relativamente altos.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}\left(\frac{n_i}{N}\cdot ln\left(\frac{n_i}{N}\right)\right)$$

Dónde:
S = Número de especies registradas
N = Número total de individuos registrados de todas las especies
ni = Número de individuos de la especie

Para estimar el índice de Shannon se utilizó en el programa EstimateS versión 9.1 (Colwell, 2013).

Índice de Simpson

El índice de Simpson (D) es de uso común para medir el grado de dominancia de unas cuantas especies en la comunidad, y su inverso representa por lo tanto la equidad (Moreno, 2001). Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Los valores menores a 0.1 son de una diversidad baja, de 0.3 a 0.5 media y valores cercanos a 1 indican una alta diversidad.

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{S}\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

Dónde:
S = Número de especies registradas
N = Número total de individuos registrados de todas las especies
ni = Número de individuos de la especie i

Resultados

Trabajo de gabinete

Distribución potencial de especies

Se obtuvo un listado con total de 29 especies de murciélagos distribuida en cuatro familias respectivamente (*Cuadro 41*), que corresponde al 20.86% del total de especies de murciélagos registradas en el estado de Michoacán.

Cuadro 41. Especies de murciélagos con distribución potencial en el AP y SAR.

ID	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM	IUCN	CITES	RESIDENCIA
1	Quiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago Bigotudo de Parnell	-	LC	-	R
2			*Pteronotus personatus*	Murciélago Bigotudo	-	LC	-	R
3			*Mormoops megalophylla*	Murcielago Barba Arrugada	-	LC	-	M
4		Phylostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago Lengüetón	-	LC	-	R
5			*Leptonycteris yerbabuenae*	Murciélago Magueyero Menor	A	NT	-	R
6			*Leptonycteris nivalis*	Murciélago Magueyero Mayor	A	EN	-	M
7			*Anoura geoffroyi*	Murciélago Rabón de Geoffroy	-	LC	-	R

ID	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM	IUCN	CITES	RESIDENCIA
8			*Choeronycteris mexicana*	Murciélago Trompudo	A	NT	-	M
9			*Dermanura azteca*	Murciélago Frugívoro Azteca	-	LC	-	R
10		Molossidae	*Cynomops mexicanus*	Murciélago Cara de Perro	Pr	LC	-	R
11			*Tadarida brasiliensis*	Murciélago Cola Suelta Mexicano	-	LC	-	M
12			*Nyctinomops femorosaccus*	Murciélago-cola Suelta de Bolsa	-	LC	-	R
13			*Nyctinomops laticaudatus*	Murciélago Cola Suelta Ancha	-	LC	-	R
14			*Eumops glaucinus*	Murciélago con Bonete de Wagner	-	LC	-	M
15			*Eumops perotis*	Murciélago con Bonete Mayor	-	LC	-	M
16			*Promops centralis*	Murciélago Mastín Mayor	-	LC	-	M
17			*Molossus sinaloae*	Murciélago Mastín de Sinaloa	-	LC	-	R
18		Vespertilionidae	*Parastrellus hesperus*	Murciélago de Cañón	-	LC	-	R
19			*Lasiurus blossevillii*	Murciélago Cola Peluda de Blossevil	-	LC	-	M
20			*Lasiurus cinereus*	Murciélago Canoso de Cola Peluda	Pr	LC	-	M
21			*Lasiurus intermedius*	Murciélago Cola Peluda Norteño	Pr	LC	-	M
22			*Lasionycteris noctivagans*	Murciélago Pelo Plateado	-	LC	-	M
23			*Nycticeius humeralis*	Murciélago-crepuscular Americano	-	LC	-	M
24			*Eptesicus furinalis*	Murcielago Pardo Común	-	LC	-	R
25			*Eptesicus fuscus*	Murciélago Moreno Norteamericano	-	LC	-	R
26			*Myotis californicus*	Murciélago Ratón de California	-	LC	-	M
27			*Myotis velifer*	Miotis Mexicano	-	LC	-	M
28			*Myotis volans*	Miotis Pata Larga	-	LC	-	R
29			*Myotis yumanensis*	Miotis de Yuma	-	LC	-	R

Categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2021: A Amenazada, Pr Protección especial. Categorías de IUCN: LC Preocupación menor, VU Vulnerable y NT casi amenazada. CITES Apéndice II. Residencia: R residente, M migratorio y En endémico.

El estatus de conservación de las especies revisado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, nos muestra que, de las 29 especies con distribución potencial en el área, seis especies se encuentran dentro de alguna categoría de protección, siendo ubicadas de la siguiente manera: tres especies se encuentran amenazadas (A) y tres especies más bajo protección especial (Pr).

Según la IUCN, dos especies se encuentran casi amenazadas (NT), una especie se encuentra en peligro (EN) y el resto de las especies del listado potencial se catalogan como Preocupación Menor (LC). Ninguna de las especies del listado se encuentra en algún apéndice del CITES.

Trabajo de campo

Transectos

Inventario de especies

Durante los muestreos correspondientes a la temporada de secas se obtuvieron un total de 92 registros correspondientes a 22 especies representando a tres familias. De las 22 especies registradas, 11 son residentes y 11 migratorias. De las familias reportadas, Vespertilionidae y Molossidae fueron de las que se registraron mayor número de especies con 12 y ocho respectivamente (*Cuadro 42)*.

En la temporada de lluvias, se tuvieron un total de 93 registros, correspondientes a 25 especies, representado por cuatro familias. De las especies registradas, 16 son residentes y nueve corresponden a especies con carácter migratorio. De las familias registradas, las familias Molossidae y Vespertilionidae fueron las que registraron mayor número de especies con 10 y 11 especies respectivamente (*Cuadro 42*).

Cuadro 42. Especies de murciélagos registradas durante la temporada de secas y lluvias 2024 del proyecto Huerta PV.

ID	ESPECIES	SECAS		LLUVIAS	
		NO. DE INDIVIDUOS		NO. DE INDIVIDUOS	
		AP	SAR	AP	SAR
1	*Nyctinomops laticaudatus*	0	25	-	2
2	*Tadarida brasiliensis*	0	20	-	5
3	*Eumops perotis*	0	8	2	12
4	*Myotis velifer*	0	3	13	-
5	*Promops centralis*	0	5	-	4
6	*Lasionycteris noctivagans*	0	6	-	1
7	*Eumops glaucinus*	0	1	-	6
8	*Molossus rufus*	-	-	-	7
9	*Eumopsunderwoodi*	-	-	-	7
10	*Lasiurus cinereus*	0	2	-	4
11	*Myotis yumanensis*	0	5	-	-
12	*Nyctinomops macrotis*	-	-	-	5
13	*Lasiurus borealis*	-	-	5	-
14	*Cynomops mexicanus*	0	2	1	1
15	*Myotis californicus*	1	2	1	-
16	*Molossus sinaloae*	0	1	-	3

ID	ESPECIES	SECAS		LLUVIAS	
		NO. DE INDIVIDUOS		NO. DE INDIVIDUOS	
		AP	SAR	AP	SAR
17	*Nyctinomops femorosaccus*	0	1	1	2
18	*Pteronotus personatus*	0	1	2	1
19	*Pteronotus parnelli*	0	1	-	1
20	*Lasiurus intermedius*	0	2	-	-
21	*Myotis volans*	0	1	-	1
22	*Nycticeius humeralis*	0	1	1	-
23	*Eptesicus furinalis*	0	1	-	-
24	*Eptesicus fuscus*	0	1	-	-
25	*Lasiurus blossevillii*	0	1	-	-
26	*Parastrellus hesperus*	0	1	-	-
27	*Peropteryx macrotis*	-	-	1	-
28	*Molussus molossus*	-	-	1	-
29	*Bauerus dubiaquercus*	-	-	-	1
30	*Lasiurus ega*	-	-	-	1
31	*Lasiurus seminolus*	-	-	-	1

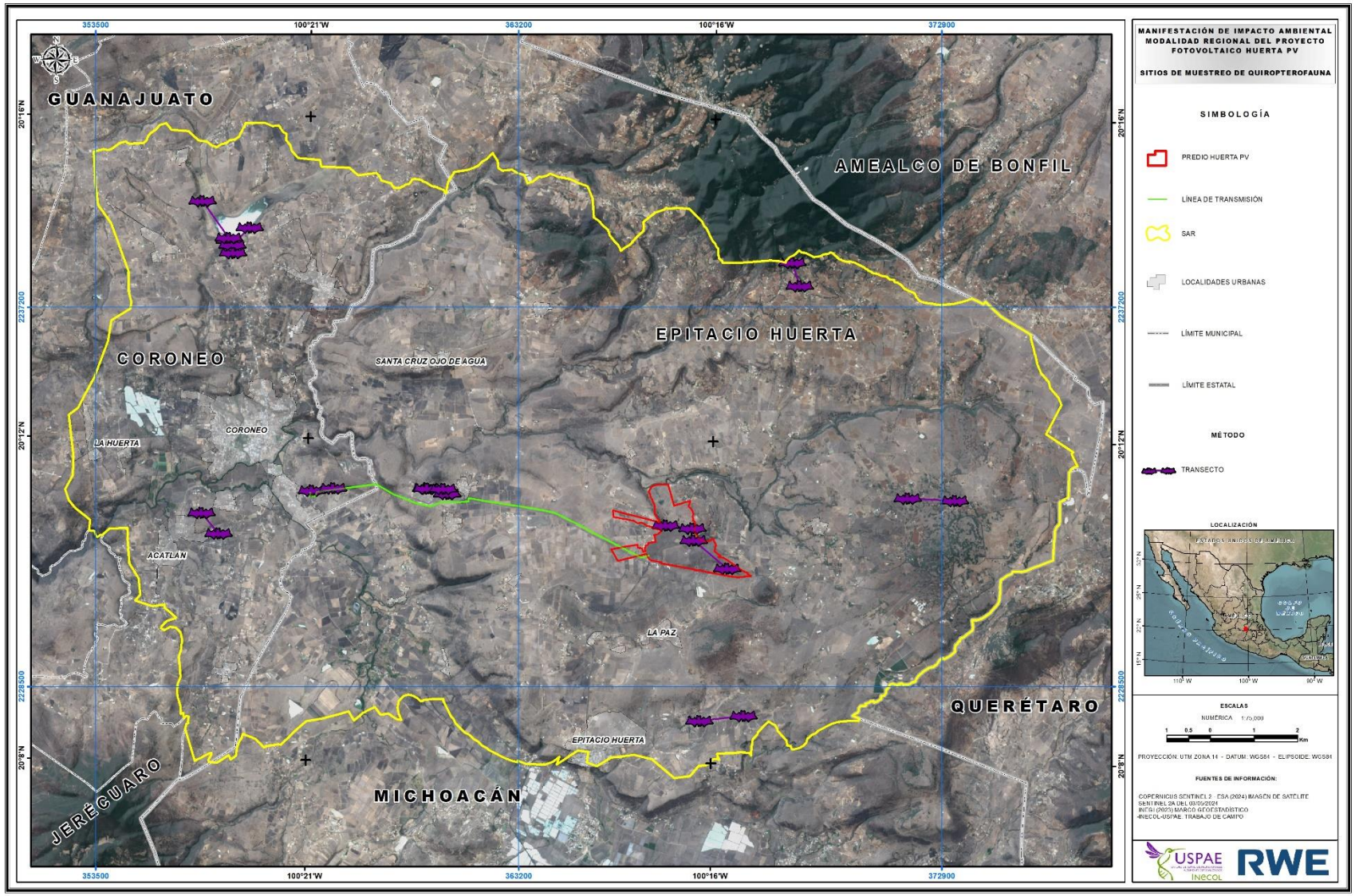


Figura 131. Ubicación de los transectos para detección acústica de murciélagos dentro del AP y SAR, durante la temporada de secas y lluvias 2024.

Análisis de la riqueza, estructura y diversidad de la comunidad

Riqueza y abundancia

En la temporada de secas y durante los recorridos en los transectos en el SAR y AP se registraron un total de 92 registros correspondientes a 22 especies de murciélagos, representando a tres familias. De las 22 especies registradas, 11 son residentes y 11 migratorias. De las familias reportadas, Vespertilionidae y Molossidae fueron de las que se registraron mayor número de especies con 12 y ocho respectivamente (*Cuadro 43*, *Figura 132*).

Cuadro 43. Abundancia y abundancia relativa de quiropterofauna registrada durante la temporada de secas y lluvias 2024 en el SAR y AP del proyecto Huerta, Michoacán. La abundancia y la abundancia relativa se calcularon con base al número de pases registrados.

ID	ESPECIES	SECAS				LLUVIAS			
		NO. DE INDIVIDUOS		NO. DE INDIVIDUOS		NO. DE INDIVIDUOS		NO. DE INDIVIDUOS	
		AP	AR%	SAR	AR%	AP	AR%	SAR	AR%
1	*Nyctinomops laticaudatus*	0	-	25	27.47	-	-	2	3.03
2	*Tadarida brasiliensis*	0	-	20	21.98	-	-	5	7.58
3	*Eumops perotis*	0	-	8	8.79	2	7.14	12	18.18
4	*Lasionycteris noctivagans*	0	-	6	6.59	-	-	1	1.52
5	*Myotis yumanensis*	0	-	5	5.49	-	-	-	-
6	*Promops centralis*	0	-	5	5.49	-	-	4	6.06
7	*Myotis velifer*	0	-	3	3.30	13	46.43	-	-
8	*Cynomops mexicanus*	0	-	2	2.20	1	3.57	1	1.52
9	*Lasiurus cinereus*	0	-	2	2.20	-	-	4	6.06
10	*Lasiurus intermedius*	0	-	2	2.20	-	-	-	-
11	*Myotis californicus*	1	100	2	2.20	1	3.57	-	-
12	*Eptesicus furinalis*	0	-	1	1.10	-	-	-	-
13	*Eptesicus fuscus*	0	-	1	1.10	-	-	-	-
14	*Eumops glaucinus*	0	-	1	1.10	-	-	6	9.09
15	*Lasiurus blossevillii*	0	-	1	1.10	-	-	-	-
16	*Molossus sinaloae*	0	-	1	1.10	-	-	3	4.55
17	*Myotis volans*	0	-	1	1.10	-	-	1	1.52
18	*Nycticeius humeralis*	0	-	1	1.10	1	3.57	-	-
19	*Nyctinomops femorosaccus*	0	-	1	1.10	1	3.57	2	3.03
20	*Parastrellus hesperus*	0	-	1	1.10	-	-	-	-
21	*Pteronotus parnelli*	0	-	1	1.10	-	-	2	3.03
22	*Pteronotus personatus*	0	-	1	1.10	2	7.14	1	1.52
23	*Peropteryx macrotis*	-	-	-	-	1	3.57	-	-

ID	ESPECIES	SECAS				LLUVIAS			
		NO. DE INDIVIDUOS		NO. DE INDIVIDUOS		NO. DE INDIVIDUOS		NO. DE INDIVIDUOS	
		AP	AR%	SAR	AR%	AP	AR%	SAR	AR%
24	*Molossus rufus*	-	-	-	-	-	-	7	10.61
25	*Nyctinomops macrotis*	-	-	-	-	-	-	5	7.58
26	*Lasiurus borealis*	-	-	-	-	5	17.86	-	-
27	*Molussus molossus*	-	-	-	-	1	3.57	-	-
28	*Bauerus dubiaquercus*	-	-	-	-	-	-	1	1.52
29	*Lasiurus ega*	-	-	-	-	-	-	1	1.52
30	*Lasiurus seminolus*	-	-	-	-	-	-	1	1.52
31	*Eumopsunderwoodi*	-	-	-	-	-	-	7	10.61

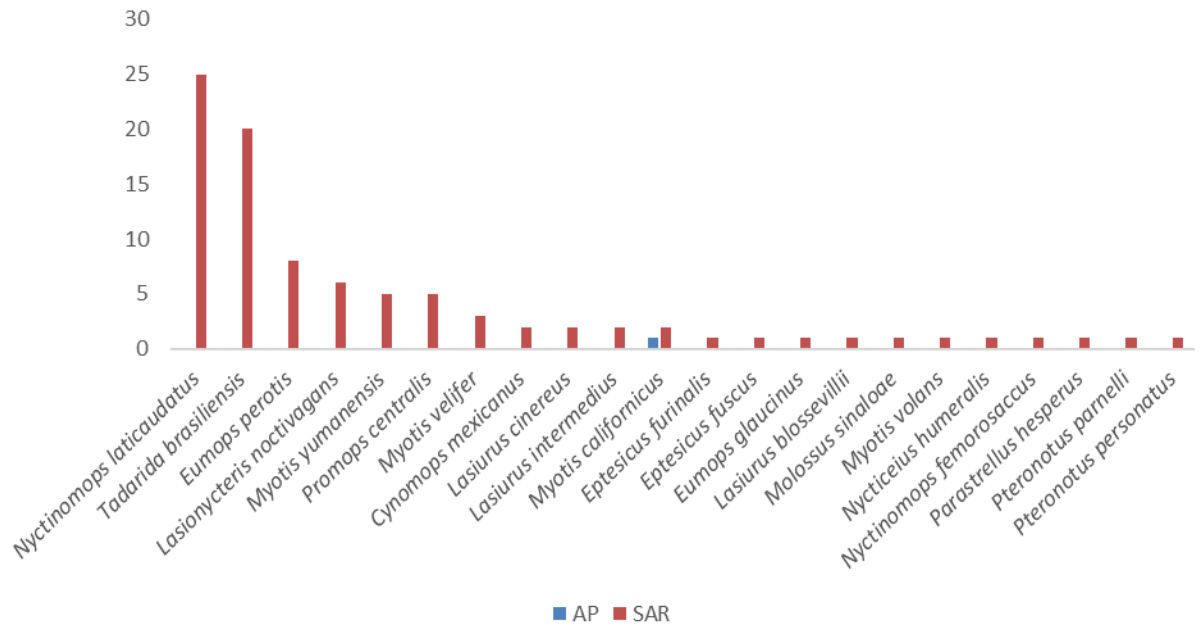


Figura 132. Número de registros por especies de murciélagos registrados durante la temporada de secas 2024, en el SAR y AP, del proyecto Huerta, Michoacán.

En la temporada de lluvias se tuvieron 93 registros correspondientes a 25 especies de murciélagos, representados en cuatros familias. De las 25 especies registradas, 16 son residentes y nueve migratorias. De las familias registradas, Vespertilionidae y Molossidae, registraron el mayor número de especies con 11 y 10 respectivamente.

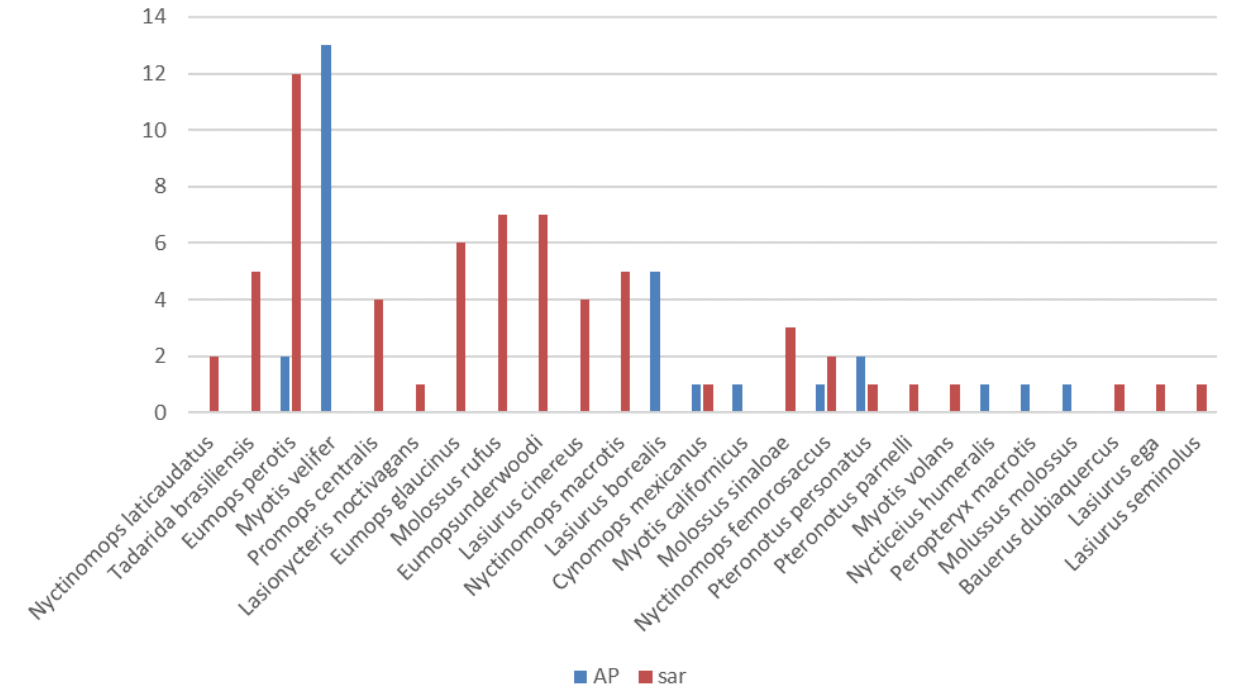


Figura 133. Número de registros por especies de murciélagos registrados durante la temporada de lluvias 2024, en el SAR y AP, del proyecto Huerta, Michoacán.

Durante la temporada de secas, el valor de diversidad calculada con el índice de Shannon-Wiener fue de cero, debido a que solo se tuvo un registro, es decir una solo especies, en cambio el SAR tuvo un valor de 2.5, lo cual indica una alta diversidad de especies en comparación con el AP. En cuanto al índice de Simpson, nuevamente el AP presentó in valor de 0, indicando que no hay dominancia de especies de murciélagos, en comparación el SAR presentó un valor de 0.86, indicando dominancia de especies alta.

En la temporada de lluvias el valor de diversidad calculada con el índice de Shannon-Wiener fue mayor en el SAR (2.774) que en el AP (1.916). En esta temporada hubo mayor diversidad de especies en el AP comparado con la temporada de secas, mientras que el índice de Simpson obtenido para el SAR y el AP, indica valores de 0.9249 y 0.7619, lo cual indica que tanto el SAR tiene mayor dominancia de especies en comparación con el AP (*Cuadro 44*).

Cuadro 44. Índices de riqueza y diversidad obtenidos en los muestreos de herpetofauna del proyecto Huerta PV comparando la temporada de secas y lluvias.

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	LLUVIAS		SECAS	
	AP	SAR	AP	SAR
Índice de Shannon-Wiener (H')	1.916	2.774	0	2.509
índice de Simpson (λ)	0.7619	0.9249	0	0.8632

Curvas de rango-abundancia

En la curva de rango - abundancia, uno de los métodos más conocidos e informativos de la riqueza y equitatividad de especies (Feinsinger 2003; McGill *et al*., 2007), se aprecia la tendencia de los registros de las especies de murciélagos registradas en el proyecto Huerta PV durante la colecta de datos, con 31 especies en total (*Figura 134*). *N. laticaudatus*, *T. brasiliensis*, *E. perotis* y *M. velifer* fueron las especies más abundantes.



Figura 134. Curva de rango – abundancia de las especies de murciélagos registradas durante el monitoreo del proyecto Huerta PV. Las abreviaciones corresponden a: **NycLat:** *Nyctinomops laticaudatus*, **TadBra**: *Tadarida brasiliensis*, **EumPer:** *Eumops perotis*, **MyoVel:** *Myotis velifer*, **ProCen:** *Promops centralis*, **EumUnd:** *Eumops underwoodi*, **EumGla:** *Eumops glaucinus*, **MolRuf:** *Molossus rufus*, **LasNoc:** *Lasionycteris noctivagans*, **LasCin:** *Lasiurus seminolus*, **NycMac:** *Nyctinomops macrotis*, **LasBor:** *Lasiurus borealis*, **MyoYum:** *Myotis yumanensis*, **CymMex:** *Cynomops mexicanus*, **NycFem:** *Nyctinomops femorosaccus*, **MolSin:** *Molossus sinaloae*, **MyoCal:** *Myotis californicus*, **PtePar:** *Pteronotus parnelli*, **PtePer:** *Pteronotus personatus*, **LasInt:** *Lasiurus intermedius*, **NycHum:** *Nycticeius humeralis*, **MyoVol:** *Myotis volans*, **MolMol:** *Molussus molossus*, **BauDub:** *Bauerus dubiaquercus*, **ParHes:** *Parastrellus hesperus*, **LasBlo:** *Lasiurus blossevillii*, **LasEga:** *Lasiurus ega*, **LasSem:** *Lasiurus seminolus*, **EptFur:** *Eptesicus furinalis*, **EptFus:** *Eptesicus fuscus*, **PerMac:** *Peropteryx macrotis*.

Es importante mencionar que entre más elevado la riqueza y/o la equitatividad de especies sea, más se aproxima la curva de rango-abundancia a una pendiente plana. Entre más pobre la riqueza y/o equitatividad de especies, es decir, entre más dominancia por pocas especies existe en un hábitat, más empinada se vuelve la pendiente de la curva de rango-abundancia (Carmona-Galindo & Carmona, 2013).

Estado de conservación y endemismo de las especies presentes

En los transectos realizados en el SAR y AP, se registraron 31 especies de murciélagos, de las cuales cuatro especies se encuentran con estatus de conservación por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies *Cynomops mexicanus*, *Lasiurus cinereus*, *Lasionycteris noctivagans* y *L. intermedius* se encuentran bajo Protección Especial (Pr). En cuanto a los endemismos, solo se registró una especie, *Cynomops mexicanus* (*Cuadro 45*).

Cuadro 45. Especies de murciélagos registradas en la temporada de secas y lluvias 2024. Se muestra el estatus según la IUCN, NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y su endemismo.

ID	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM	IUCN	CITES	RESIDENCIA	ENDEMISMO
1	Quiroptera	Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago perro menor	-	LC	-	R	-
2		Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago Bigotudo de Parnell	-	LC	-	R	-
3			*Pteronotus personatus*	Murciélago Bigotudo	-	LC	-	R	-
4		Molossidae	*Cynomops mexicanus*	Murciélago Cara de Perro	Pr	LC	-	R	E
5			*Tadarida brasiliensis*	Murciélago Cola Suelta Mexicano	-	LC	-	M	-
6			*Nyctinomops femorosaccus*	Murciélago-cola Suelta de Bolsa	-	LC	-	R	-
7			*Nyctinomops laticaudatus*	Murciélago Cola Suelta Ancha	-	LC	-	R	-
8			*Nyctinomops macrotis*	Murciélago cola suelta mayor	-	LC	-	M	-
9			*Eumops glaucinus*	Murciélago con Bonete de Wagner	-	LC	-	M	-
10			*Eumops underwoodii*	Murciélago con Bonete de Underwood	-	LC	-	M	-
11			*Eumops perotis*	Murciélago con Bonete Mayor	-	LC	-	M	-
12			*Molussus molossus*	Murciélago mastín común	-	LC	-	R	-
13			*Molossus rufus*	Murciélago mastín negro	-	LC	-	R	-
14			*Promops centralis*	Murciélago Mastín Mayor	-	LC	-	M	-
15			*Molossus sinaloae*	Murciélago Mastín de Sinaloa	-	LC	-	R	-
16		Vespertilionidae	*Bauerus dubiaquercus*	Murciélago desértico norteño	-	NT	-	R	-
17			*Parastrellus hesperus*	Murciélago de Cañón	-	LC	-	R	-
18			*Lasiurus blossevillii*	Murciélago Cola Peluda de Blossevil	-	LC	-	M	-
19			*Lasiurus borealis*	Murciélago cola peluda rojizo	-	LC	-	M	-
20			*Lasiurus cinereus*	Murciélago Canoso de Cola Peluda	Pr	LC	-	M	-
21			*Lasiurus ega*	Muerciélago cola peluda amarillo	-	LC	-	M	-
22			*Lasiurus intermedius*	Murciélago Cola Peluda Norteño	Pr	LC	-	M	-
23			*Lasiurus seminolus*	Murciélago de Seminola	-	LC	-	R	-
24			*Lasionycteris noctivagans*	Murciélago Pelo Plateado	Pr	LC	-	M	-

ID	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM	IUCN	CITES	RESIDENCIA	ENDEMISMO
25			*Nycticeius humeralis*	Murciélago-crepuscular Americano	-	LC	-	M	-
26			*Eptesicus furinalis*	Murcielago Pardo Común	-	LC	-	R	-
27			*Eptesicus fuscus*	Murciélago Moreno Norteamericano	-	LC	-	R	-
28			*Myotis californicus*	Murciélago Ratón de California	-	LC	-	M	-
29			*Myotis velifer*	Miotis Mexicano	-	LC	-	M	-
30			*Myotis volans*	Miotis Pata Larga	-	LC	-	R	-
31			*Myotis yumanensis*	Miotis de Yuma	-	LC	-	R	-
Categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2021: A Amenazada, Pr Protección especial. Categorías de IUCN: LC Preocupación menor, VU Vulnerable y NT casi amenazada. CITES Apéndice II. Residencia: R residente, M migratorio y En endémico.									

Curva de acumulación de especies

Para la construcción de la curva de acumulación de especies se calculó el estimador Chao 1 y ACE. El valor de estimador Chao 1 es 41.07, indicando el número de especies esperadas en función del esfuerzo de muestreo. Este valor indica la posible presencia de más especies de murciélagos, las cuales pueden ser especies migratorias no registrada durante los muestreos. El estimador ACE nos da un valor de 37.1 especies. Durante el muestreo se observaron 31 especies de murciélagos (*Figura 135*).

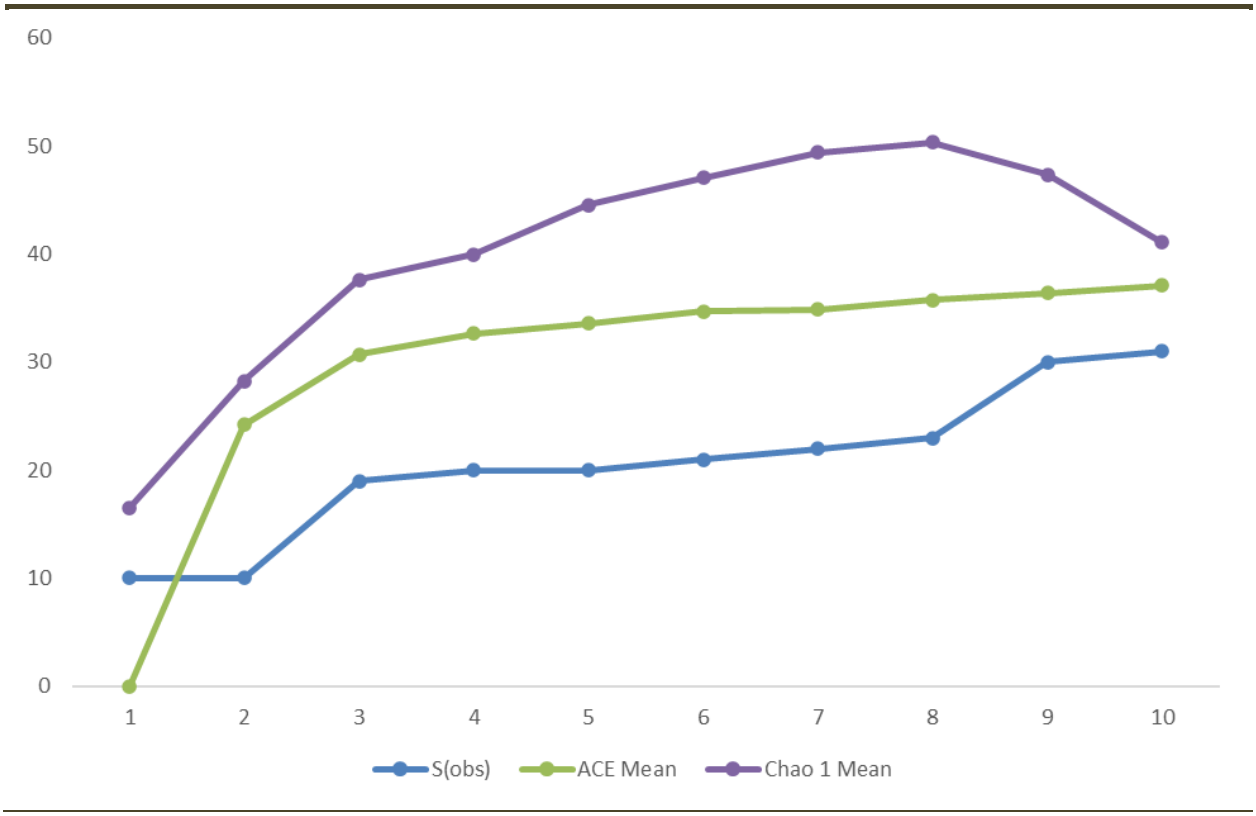


Figura 135. Curva de acumulación de especies de murciélagos registradas en el proyecto Huerta PV.

Discusión y conclusiones

Uno de los principales factores de la disminución de la biodiversidad es la pérdida y fragmentación de hábitat, resultados de la presión antropogénica sobres los ecosistemas, siendo la urbanización la presión que causa más daño, ya que es persistente y se expande rápidamente a regiones urbanas que conservan algún tipo de ecosistema (Miller & Hobbs, 2002; Dearborn & Kark, 2010). Los murciélagos son mamíferos que se presentan una gran variedad y riqueza de especies, con mpas de 1200 especies a nivel mundial, y una de las características más importantes es que son buenos indicadores ambientales, ya que este grupo puede presentar una respuesta graduada a los cambios en el ambiente; es decir, que la respuesta del grupo pueda correlacionarse con cambios ambientales (Medellín y Víquez, 2014).

El registro de la riqueza de especies durante la temporada de secas y lluvias en el AP y SAR del proyecto Huerta PV, presenta diferencias. Durante la temporada de secas se registraron menos especies en comparación a la temporada de lluvias, debido a que en la temporada de secas los murciélagos tenían menos fuentes de alimentación, mientras que, en la temporada de lluvias, y gracias a la presencia de más presas, el registro de especies fue mayor.

La curva de acumulación de especies da a conocer la presencia de 31 especies de murciélagos, lo cual indica un buen esfuerzo de muestro, ya que se registran 29 especies potenciales de murciélagos en la zona. Es posible la presencia de más especies de murciélagos, principalmente especies migratorias.

Debido a las especies con un estatus de protección según la NOM-059-SEMANRNAT-2010, será necesario aplicar medidas de mitigación y conservación para el cuidado de las especies de murciélagos, además de realizar monitoreos en las diferentes etapas del proyecto para poder inferir la salud del sitio, así como la presencia de especies de murciélagos (Browning *et al.*, 2021).

Mastofauna no voladora

Introducción

México ocupa el tercer lugar mundial en cuanto al número de especies de mamíferos (Ceballos y Oliva, 2005). Ramírez-Pulido *et al*. (2005) reportaron 475 especies de mamíferos terrestres, en tanto Wilson y Reeder (2005) documentaron la presencia de 489 terrestres. En la región del Bajío se tienen registradas 62 especies de mamíferos no voladores. Los mamíferos juegan un papel importante en los ecosistemas, debido al rol que juegan en la cadena alimenticia, sea cual sea su gremio alimenticio. Ya que pueden tener la función de dispersores de semillas, consumidores de carroña, control de especies que pueden convertirse en plagas, por mencionar algunas (Rojas y Moreno, 2014).

En un estudio realizado en España se encontró que las especies de mamíferos con mayor sensibilidad a la instalación de los proyectos solares fotovoltaicos y sus infraestructuras asociadas son principalmente mesomamíferos carnívoros y ungulados, debido a la posible fragmentación y pérdida de hábitat, que puede provocar la ocupación de los territorios y zonas de alimentación (Polo y Ferrís, 2022).

Sin embargo, estas afectaciones pueden ser aminoradas si el proyecto se realiza en terrenos en los cuales haya sido modificado el ambiente con anterioridad, como zonas de uso agropecuario y por consiguiente la mayoría de la fauna presente originalmente en el sitio haya sido desplazada.

Metodología

Trabajo de gabinete

Con el objetivo de elaborar un listado de especies de mamíferos terrestres no voladores con distribución potencial en la zona del proyecto eólico Dzilam, se procedió a una revisión de literatura especializada que sirvió como antecedente sobre los registros de las distintas especies presentes en el área.

Para la elaboración del listado de distribución potencial se consultó a Hall (1981), Ceballos & Oliva (2005), Ramírez-Pulido *et al.* (2014), Ceballos & Arroyo-Cabrales (2012), Sosa-Escalante (1994), Hernández *et al.* (2016) y Sosa-Escalante *et al.* (2014). La nomenclatura taxonómica se basó de acuerdo a Ramírez-Pulido *et al.* (2014), mientras que el estado de conservación de las distintas especies se especificó de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-SEMARNAT 2010), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2023) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2023-1).

Categorías de riesgo

Norma oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059; SEMARNAT, 2019) se diferencian tres categorías de riesgo para especies o poblaciones de mamíferos en México: 1) Sujeta a protección especial (Pr): son aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. 2) Amenazada (A): aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. 3) en Peligro de extinción (P): aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Lista roja de la IUCN

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), clasifica en la "Lista Roja" a aquellas especies que enfrentan un alto riesgo de extinción global (IUCN, 2013). De acuerdo con la lista propuesta, las especies se agrupan en: 1) Extinto (EX) cuando todos los individuos han desaparecido, 2) Extinto en estado silvestre (EW) cuando sobrevive únicamente en cautiverio o como naturalizada fuera de su área de distribución original, 3) En peligro crítico (CR) cuando enfrenta un riesgo de extinción extremadamente alto en vida silvestre, 4) En peligro (EN) cuando enfrenta un riesgo de extinción muy alto en vida silvestre, 5) Vulnerable (VU) cuando enfrenta un riesgo de extinción alto en vida silvestre, 6) Casi amenazado (NT) cuando no se cumple con los criterios para considerarla "En peligro crítico", "En peligro" o "Vulnerable", pero podría llegar a estarlo en un futuro cercano, 7) Preocupación menor (LC) cuando la especie evaluada es abundante y de amplia distribución, 8) Datos insuficientes (DD) cuando no existe información adecuada sobre la abundancia y distribución para realizar una evaluación del riesgo de extinción del taxón, y 9) No evaluado (NE) cuando la especie no ha sido analizada y clasificada con base en los criterios de valoración antes mencionados.

Apéndices CITES

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) es un acuerdo internacional que involucra a todos los gobiernos. Tiene como objetivo regular el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres, minimizando las amenazas para la supervivencia de las especies. Los Apéndices I, II y III de la Convención son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva: Apéndice I se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora incluidas en los Apéndices de la CITES. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica. Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación. Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

Trabajo de campo

Para el registro de las diferentes especies de mamíferos terrestres no voladores se utilizaron distintas técnicas de monitoreo, las cuales en términos generales se dividen en métodos directos e indirectos. Los métodos directos incluyen la observación directa de los animales, así como su captura (trampas Sherman), mientras que los métodos indirectos son aquellos donde los animales son registrados mediante fototrampeo, huellas, excretas, rascaderos, vocalizaciones u otros rastros (Aranda 2000).

Para los objetivos del presente estudio se emplearon tres técnicas de monitoreo de mamíferos terrestres no voladores: 1) captura de mamíferos pequeños mediante uso de trampas tipo Sherman; 2) Fototrampeo para mamíferos de talla mediana y grande y 3) transectos para observación directa y búsqueda de rastros (*Figura 136*).

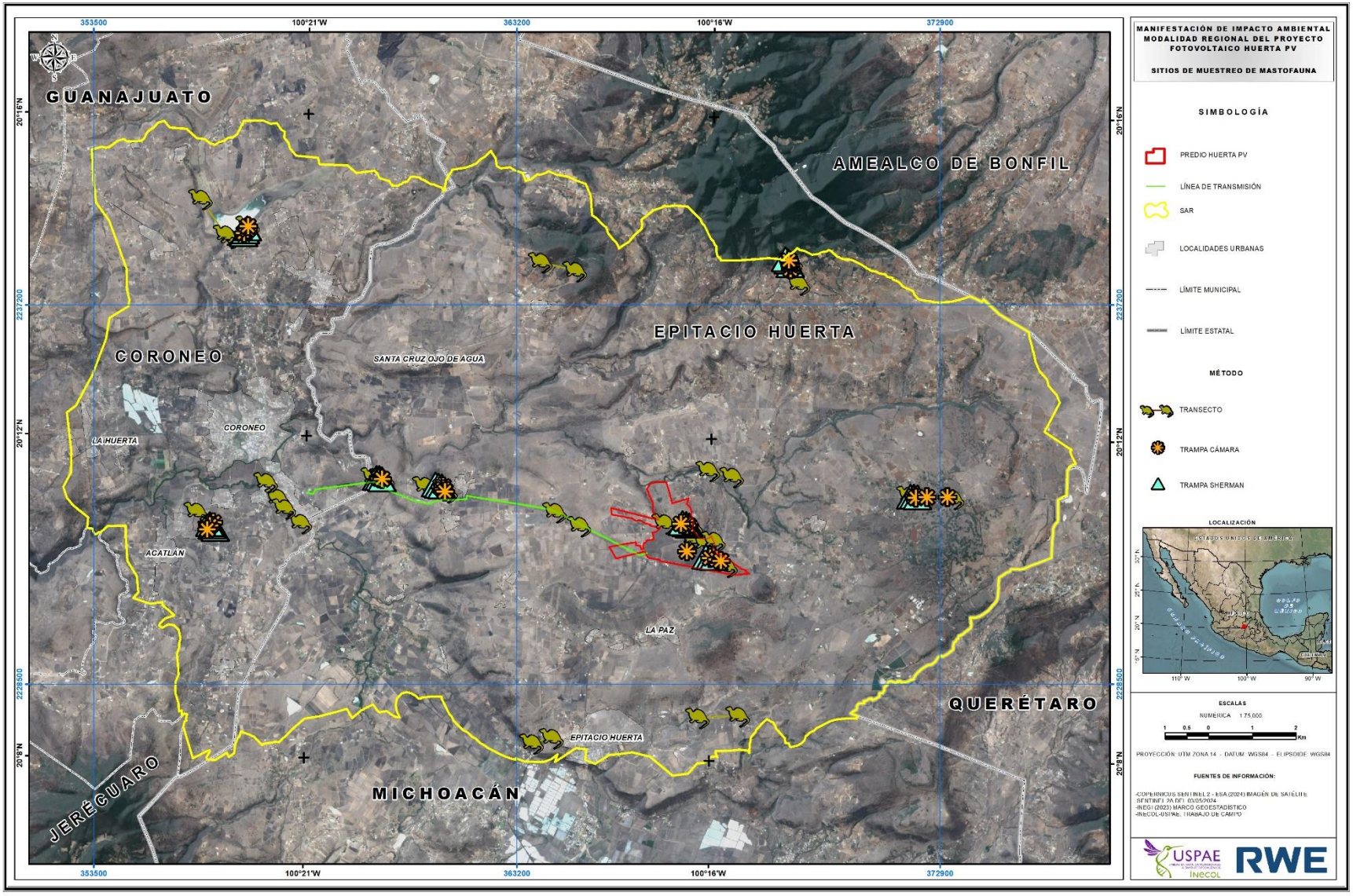


Figura 136. Sitios donde se implementaron los métodos para registro de mamíferos no voladores, durante las temporadas de secas y lluvias.

Transectos

Este método permite conocer la riqueza específica, densidad y abundancia relativa de determinado grupo faunístico en un sitio determinado (Aranda, 2000), mediante el establecimiento de recorridos en líneas predeterminadas y así poder establecer conteos de especies mediante la observación directa o la búsqueda de rastros, existen diversas variaciones dependiendo los objetivos del estudio (Amador 2010; Rudran *et al* 1996; Gallina & López-González, 2011). De acuerdo con el enfoque de este trabajo, el cual pretende estimar la abundancia relativa de las especies y diversidad alfa (riqueza de especies), se establecieron transectos (en modalidad diurna y nocturna), con una longitud de 1 km aproximadamente. Para el registro de mamíferos medianos y grandes en los transectos, se buscaron zonas con senderos naturales con posibilidad de observar rastros (huellas, excretas, restos, pelos etc.) así como la observación directa de los organismos.

La duración de cada recorrido fue de dos horas aproximadamente, tanto en modalidad diurna y nocturna. Los recorridos diurnos se iniciaron entre a las 08:00 am y finalizaron a las 12:00 pm, mientras que los nocturnos se iniciaron entre las 18:00 pm y finalizaron a las 22:00 pm. Se geoposicionaron los puntos del inicio y final de cada recorrido. La determinación de rastros se realizó con base en Aranda (2000 y 2005) y para observaciones directas se consultó a Ceballos y Oliva (2005) y Reid (2008). Cada registro se contabilizó sólo una vez con el fin de estimar la diversidad y la abundancia relativa de cada especie. Para el caso de la determinación de rastros se puso especial atención de no contabilizar dos veces algunos rastros (letrinas, excretas, etc.). Se tomó un registro fotográfico de cada especie cuando fue posible.

Foto trampeo

Se utilizaron cámaras trampa para la detección de mamíferos de talla mediana y grande. Esta técnica permite el registro fotográfico de especies esquivas y, al no ser invasivo, permite la estimación de tamaños poblacionales, así como densidad y otros parámetros ecológicos de diversas especies de mamíferos (López *et al.*, 2011). Se utilizaron dos cámaras trampa CuddeBack® modelo Attack IR, las cuales fueron colocadas en cada sitio de trabajo y estuvieron operando un día completo por sitio. Las trampas fueron colocadas a una distancia aproximada de 300 m cada una y se ubicaron en sitios o senderos naturales donde se encontraron rastros de actividad animal (*Figura 137*). Las trampas fueron sujetadas a árboles a una altura de 50 cm del suelo para poder registrar diversos tamaños corporales (López *et al.*, 2011). El esfuerzo de colecta fue medido como el número de fototrampas totales por los días que estuvieron operando.



Figura 137. Trampa cámara enfocando hacia una letrina.

Trampas Sherman

Para mamíferos pequeños se utilizó la captura mediante trampas tipo Sherman (Sánchez-Cordero, 2000; Jones *et al*., 1996; Gallina & López-González, 2011; Álvarez-Castañeda *et al*., 2015). Se utilizó una línea de 20 trampas por cada sitio de trabajo. Las trampas se colocaron de manera lineal con una separación entre trampas de 10 m (*Figura 138*). Se colocaron al atardecer y se cebaron con hojuelas de avena y esencia de vainilla. La estación de trampeo se dejó operando por una noche por sitio, siendo revisadas a partir de las 07:00 am. Cada línea de trampas fue marcada con cinta de color y geoposicionada en su inicio y final. Los individuos capturados fueron determinados a nivel de especie con apoyo de literatura especializada (Reid 2011; Hall 1981; Álvarez-Castañeda *et al*., 2015; Ceballos y Oliva 2005). A cada individuo se le tomó las medidas morfométricas correspondientes: longitud total, longitud cola vertebral, longitud pata derecha, longitud oreja derecha. Además, los especímenes fueron sexados, pesados y se tomó nota de su estado reproductivo y edad para posteriormente ser fotografiados y liberados en el mismo sitio de captura.



Figura 138. Trampa Sherman, empleada para la captura de mamíferos pequeños (roedores).

Resultados

Listado potencial de especies

Derivado de la revisión bibliográfica, el listado potencial de mamíferos terrestres no voladores está compuesto por un total de 17 especies agrupadas taxonómicamente en seis Órdenes, 12 familias, y 17 géneros. El orden con mayor riqueza de especies fueron Rodentia (roedores) y Carnívora (carnívoros) con cinco especies cada uno. Seguido de Lagomorfa (conejos y liebres) con dos especies. Del total de especies con distribución potencial, ninguna se encuentra bajo alguna categoría de protección de la NOM-059 (Anexo 2).

Riqueza y abundancia

A partir de las técnicas de muestreo empleados en los muestreos realizados (transectos de observación, fototrampeo y trampas Sherman) se obtuvo una riqueza total de 12 especies organizadas en cuatro órdenes y ocho familias (*Cuadro 46*). El orden mejor representado fue Carnívora con seis especies (*Figura 139*).

Cuadro 46. Especies de mamíferos no voladores registradas durante las campañas de muestreo para el proyecto Fotovoltaico Huerta.

ID	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	IND	NOM	IUCN	CITES
1	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño	5	-	LC	-
2	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus callotis*	Liebre Torda	7	-	VU	-
3			*Sylvilagus floridanus*	Conejo Serrano	10	-	LC	-
4	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus oculatus*	Ardilla de Peters	2	Pr	LC	-
5			*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	4	-	LC	-
6		Muridae	*Peromyscus melanophrys*	Ratón de Meseta	8	-	LC	-
7	Carnivora	Felidae	*Lynx rufus*	Lince Americano	2	-	LC	-
8		Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	8	-	LC	-
9			*Canis latrans*	Coyote	3	-	LC	-
10		Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo Listado Sureño	2	-	LC	-
11		Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle Norteño	6	-	LC	-
12			*Procyon lotor*	Mapache	5	-	LC	-
				Total	62			

Categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2021: A Amenazada, Pr Protección especial. Categorías de IUCN: LC Preocupación menor, NT Casi amenazado.

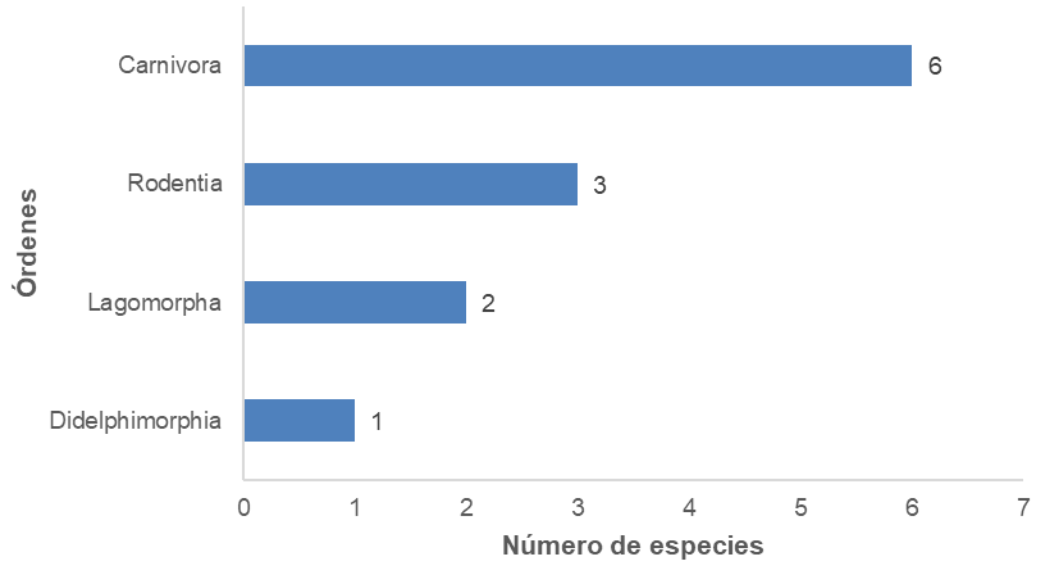


Figura 139. Número de especies por Ordenes registrados durante las campañas de muestreo.

Las especies con mayor número de registros fueron Sylvilagus floridanus con 10 registros, *Urocyon cinereoargenteus* y *Peromyscus melanophrys* con ocho y *Lepus callotis* con siete (*Figura 140*).

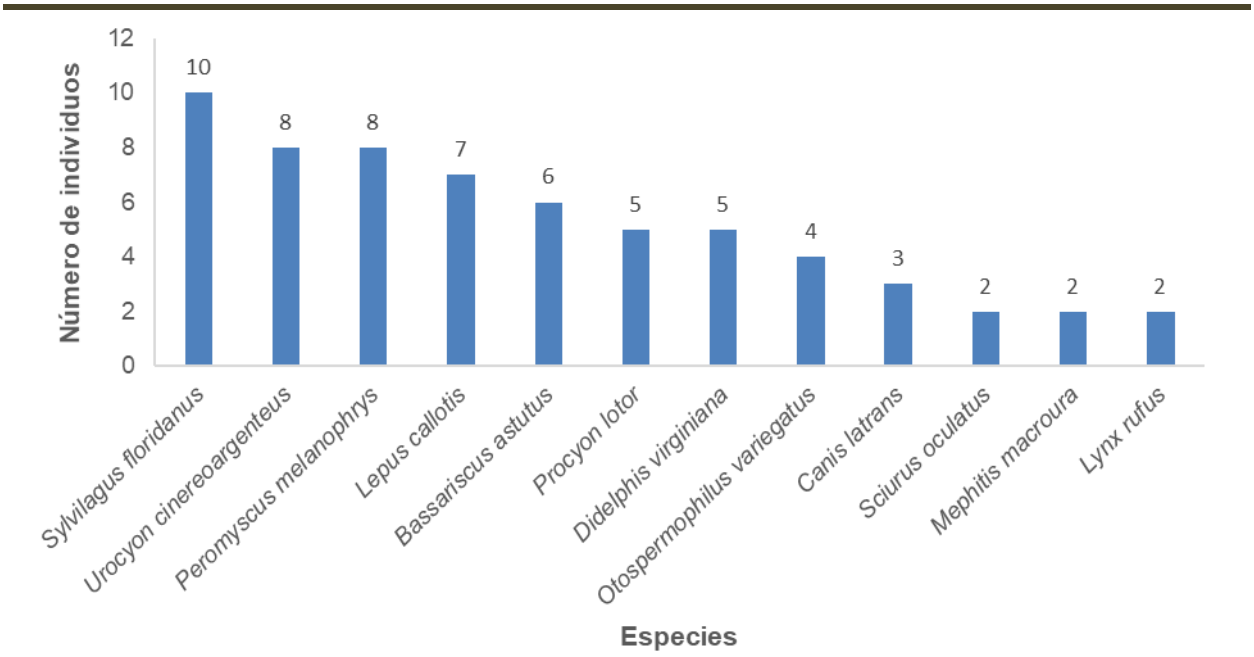


Figura 140. Número de individuos registrados por especie, durante las campañas de muestreo.

Al comparar el AP con el SAR, observamos que la mayor diversidad y riqueza se encontró en el SAR con 12 especies y 50 individuos, mientras que en el AP se registraron seis especies con 12 individuos (*Cuadro 47*).

Cuadro 47. Especies de mamíferos no voladores y número de registros en AP y SAR durante la temporada de secas

ID	ESPECIES	AP	SAR
1	*Didelphis virginiana*	1	4
2	*Sylvilagus floridanus*	3	7
3	*Lepus callotis*	3	4
4	*Sciurus oculatus*	0	2
5	*Otospermophilus variegatus*	1	3
6	*Peromyscus melanophrys*	3	5
7	*Lynx rufus*	0	2
8	*Canis latrans*	0	3
9	*Urocyon cinereoargenteus*	1	7
10	*Bassariscus astutus*	0	6
11	*Procyon lotor*	0	5
12	*Mephitis macroura*	0	2

ID	ESPECIES	AP	SAR
	Total	12	50

El valor de diversidad calculada con el índice de Shannon-Wiener fue mayor en SAR (H´=2.3) que en el AP (H´=1.6). En cuanto al índice de Simpson en ambos casos dio un valor bajo, de acuerdo con este índice el AP (D=0.79) presenta menor diversidad con respecto al SAR (D=0.90).

En cuanto a la distribución de las especies por unidades ambientales observamos en general que las especies registradas se encontraron en una o varias unidades ambientales. En cuanto a cada unidad ambiental el mayor número de especies se encontró en las áreas de Encino, seguido del Matorral Crasicaule y Agropecuario (*Figura 141*).

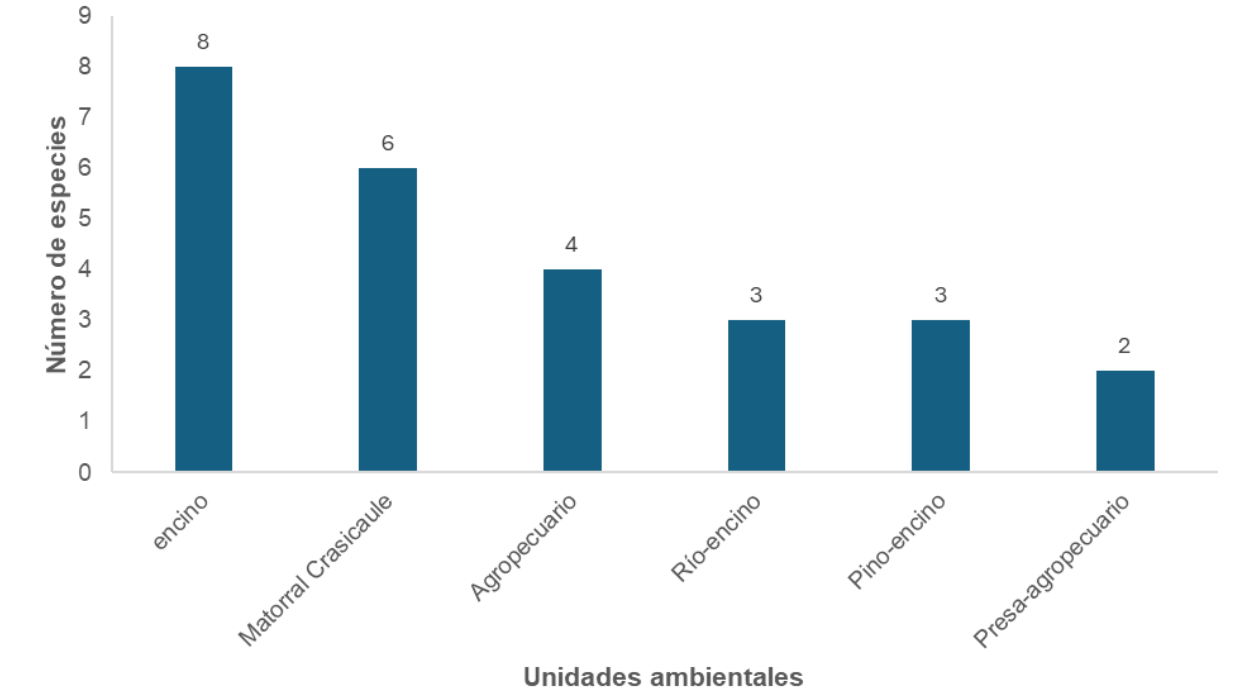


Figura 141. Número de especies registradas por unidades ambientales.

Especies protegidas

De las 10 especies registradas, *Sciurus oculatus* (Ardilla de Peters) se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de especie bajo Protección Especial (Pr). En la IUCN *Lepus callotis* se encuentra como especie vulnerable (VU) y ninguna se encuentra en alguno de los apéndices de CITES (Anexo 2).

Especies endémicas

De las 12 especies registradas tres presentan un grado de endemismo, dos se consideran endémicas *Sciurus oculatus* y *Peromyscus melanophrys* y una cuasiendémica *Lepus callotis*. Las tres especies se registraron en el SAR y dos se registraron en el AP (*Cuadro 48*).

Cuadro 48. Especies endémicas registradas durante las compañas de muestreo del Proyecto Fotovoltaico Huerta.

ID	ESPECIES	AP	SAR	NOM	IUCN	CITES	END
1	*Lepus callotis*	3	7	-	VU	-	Cuasiendémica
2	*Sciurus oculatus*	0	2	Pr	LC	-	Endémicas
3	*Peromyscus melanophrys*	3	5	-	LC	-	Endémicas

Curva de acumulación de especies

Para calcular la riqueza de especies se utilizó Chao1 y ACE como estimador. Se obtuvo que los dos estimadores coinciden en la asíntota indicando que se estuvo muy cerca de registrar el total de especies con distribución potencial en la región. un valor de Chao1 de 12 y ACE 12.32 que serían las especies esperadas en función del esfuerzo de colecta realizado (*Figura 142*).

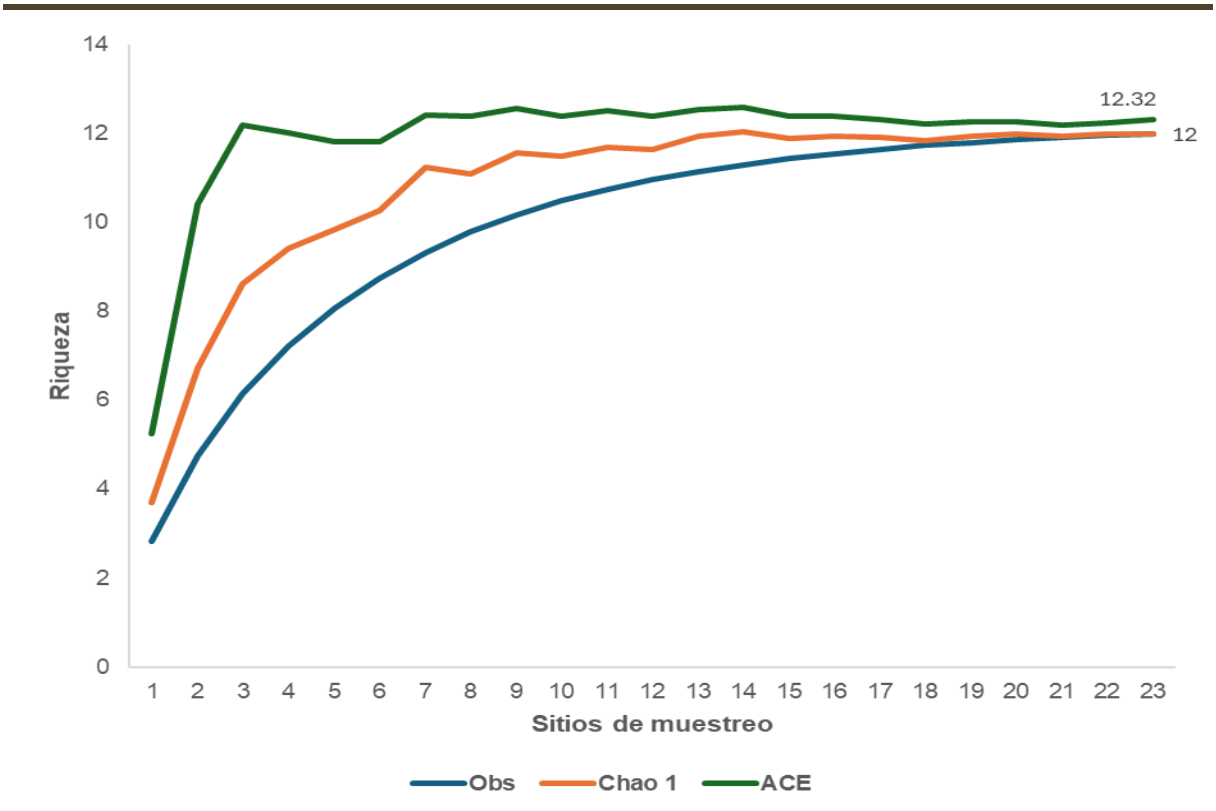


Figura 142. Curva de acumulación de especies registradas en el AP y SAR del proyecto.

Discusión

Las 12 especies registradas durante la presente campaña representan el 70% de las 17 especies descritas para la región, estos números pueden explicarse dada la homogeneidad del paisaje, de igual manera la diferencia en el número de especies registradas en el SAR con respecto al AP se explica por la homogeneidad en cuanto a unidades ambientales que existe dentro del predio del proyecto, siendo más diverso el SAR que además cuenta con una mayor extensión.

En el caso particular de los roedores, el número bajo registrado durante las campañas de muestreo puede deberse a dos factores, 1) la sequía extrema afecto a las poblaciones de este grupo, debido a la falta de recursos como son agua y alimento, por otro lado, durante la temporada de lluvias se favorece la disponibilidad de alimento, lo que puede hacer poco atractivo los atrayentes que se utilicen para cebar las trampas. No se observó un cambio muy marcado en cuanto al ensamblaje de especies presentes en la zona tomando en cuenta la época de estiaje y la de lluvias.

Avifauna

Introducción

Las aves son el grupo de vertebrados terrestres con mayor riqueza de especies, con alrededor de 9 600 especies vivientes a nivel mundial (Sibley y Monroe, 1990). La presencia de las especies de aves se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones de sus hábitats, ya que muchas son sensibles a cambios mínimos en ellos, por lo cual se les considera como buenos indicadores de perturbación (Arizmendi, 2001; Şekercioğlu *et al.*, 2004).

En cuanto a riqueza, México ocupa el undécimo lugar en número de especies de aves, con 1,124 que representa el 10.6% del total de especies del mundo. De las anteriores, 109 especies son endémicas, es decir, únicamente se encuentran en el territorio nacional. A nivel nacional, la región del Bajío alberga 430 especies de aves, lo que representa el 40% de las especies reportadas para la República Mexicana. De las especies registradas para la región, 34 especies se han clasificado bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Algunas especies son apreciadas como ornato o canoras, otras con fines cinegéticos y algunas se consideran plaga, principalmente en cultivos de sorgo, trigo, arroz y fresa (Gurrola *et al*. 2012).

En cuanto a la relación entre las poblaciones de aves y los Parques Fotovoltaicos en primer lugar podemos decir que la instalación de plantas de energía solar se encuentra actualmente en una fase de desarrollo creciente, tanto en número como en tamaño. Gracias a sus condiciones geográficas, México basa su potencial solar en una irradiación promedio de 5.5 kWh/m^2, lo que equivale a cinco veces el valor registrado en Alemania, aproximadamente.

Por otro lado, la construcción de estructuras para soportar los paneles solares puede suponer la eliminación de zonas de anidamiento o de forrajeo para las aves. Además, los paneles solares pueden ser una fuente de colisión para las aves, especialmente si se instalan en edificios altos o en zonas con alta densidad de aves. Para minimizar este riesgo, se pueden tomar medidas como la instalación de señalización o la utilización de materiales que reflejen menos la luz para reducir la atracción de las aves. Otra forma de minimizar dichas afectaciones es que los paneles se instalen en áreas con poca o escasa cobertura vegetal.

Métodos

Listado potencial

Previo a la descripción de la comunidad de aves dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del Área del Proyecto (AP), se elaboró una lista de la posible diversidad en la zona. Esta permitió obtener una primera aproximación teórica de la estructura de la comunidad y, además, facilitó la identificación de aves en campo. Para realizar este listado se revisó bibliografía especializada como las guías de identificación de aves Howell y Webb (1995) y Sibley (2014), así como medios digitales como las plataformas Naturalista y enciclovida de CONABIO.

Para la clasificación taxonómica se tomó en cuenta el orden propuesto por la American Ornithological Society y sus suplementos adicionales (Chesser *et al.*, 2023). Los nombres comunes en español se asignaron con base en lo propuesto por Berlanga *et al.*, (2019). La distribución y estacionalidad propuestas tomaron como primera base a Howell y Webb (1995) y la actualización de La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2023); de esta forma a cada especie se le asignó alguna de las siguientes categorías: 1) Residente, especie que se reproduce en la región y se puede observar todo el año, 2) Migratoria de invierno, especie que se reproduce en al extremo de Norteamérica y pasa el invierno en México o más al sur, 3) Migratoria de verano, se encuentra en México durante la temporada de reproducción entre los meses de marzo y septiembre, 4) Transitoria, especie que usa el área como zona de paso durante la migración al sur en el otoño, o al norte durante la primavera, y, 5) exótica, aquella fuera de su área natural y de dispersión potencial, es decir, que puede sobrevivir hasta lograr reproducirse en dicha nueva área (CONABIO, 2023; Larios-Lozano *et al.*, 2017). La categoría de vulnerabilidad de las especies en México se asignó con base en lo establecido por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019). La categoría de vulnerabilidad a nivel internacional se estableció siguiendo lo indicado por la Lista Roja de las especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2022) y los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (UNEP-WCMC, 2022).

Registro mediante transectos

El método seleccionado para la toma de datos de avifauna fue el de transectos o trayectos en línea de 1 km de distancia. En esta actividad el observador registro las aves detectadas, de manera visual y auditiva, mientras camina a través de un área en línea recta, lo cual permite aumentar el número de

especies registradas y sus abundancias a lo largo de todo un trayecto (Bibby *et al*., 1992; Ralph *et al*., 1996; González-García, 2011). Los individuos observados son contados y registrados en una libreta de campo. La clasificación, a nivel de epíteto específico se realizó de acuerdo con la nomenclatura propuesta por Chesser *et al*., (2023). Los registros se llevaron a cabo con ayuda de cámara fotográfica réflex marca Canon y lente de 75-300 mm (*Figura 143*), binoculares Vortex Crossfire 8x42. Para la correcta identificación se utilizaron las guías de identificación de aves Howell y Webb (1995), Sibley (2014) y la aplicación Merlin del Cornell Lab of Ornithology (2024).

Los muestreos se realizaron durante dos campañas la primera correspondiente a la temporada de secas, durante las semanas del 28 de mayo al 07 de junio y para la temporada de lluvias durante las semanas del 27 de agosto al 05 de septiembre del presente año. Los transectos se distribuyeron tanto en el área del proyecto (AP), como en el área delimitada como sistema ambiental regional (SAR), esto con la finalidad de tener un panorama más completo de las especies presentes en la zona (*Figura 144*).



Figura 143. Transecto para registro de aves y toma de evidencia fotográfica.

Para determinar el estatus de protección de las especies registradas se El estado de protección nacional de las especies listadas se revisó a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Para saber el estado de conservación a nivel internacional se consultó la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN Red List; www.iucnredlist.org), así como los apéndices I, II y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

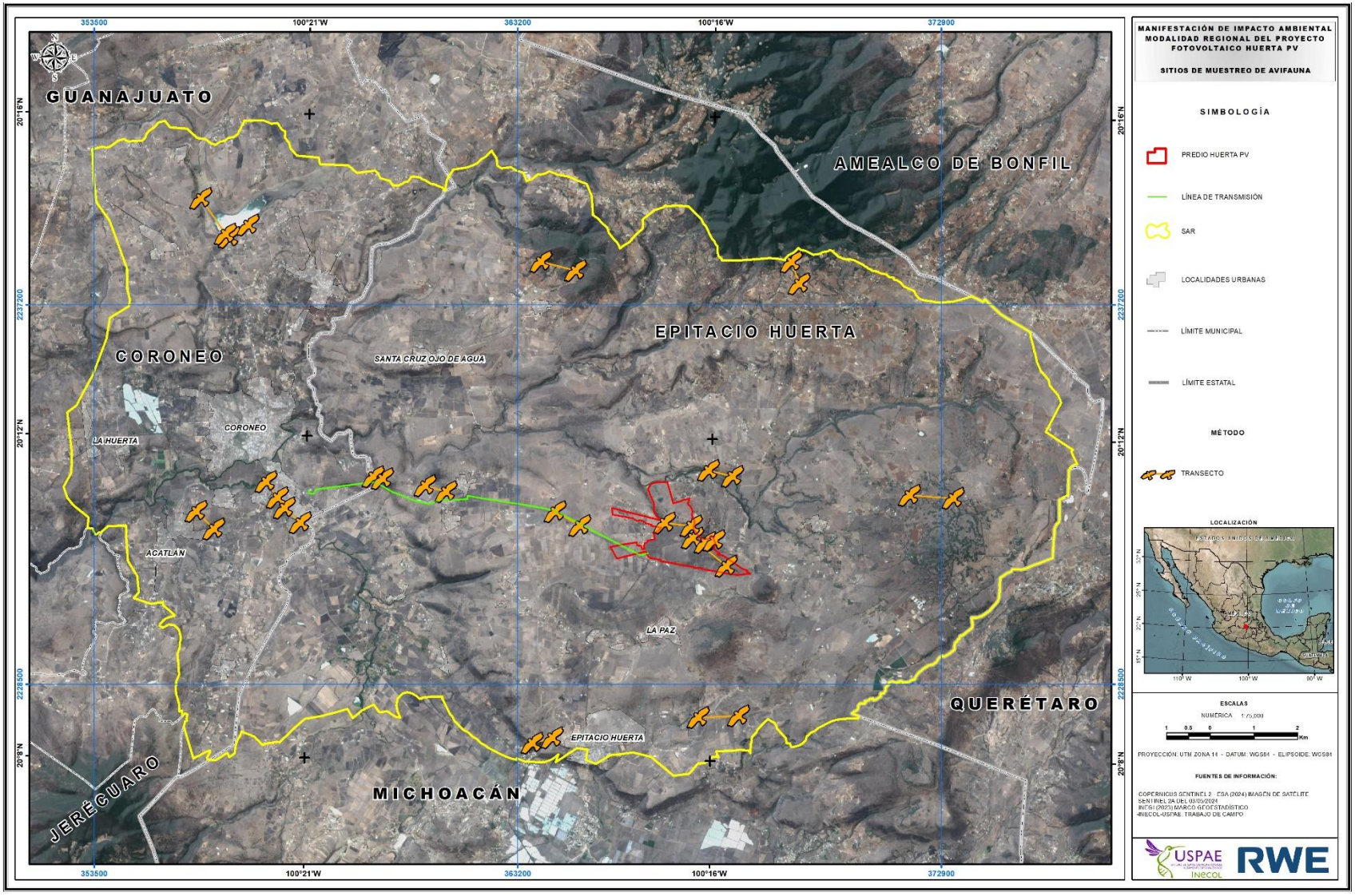


Figura 144. Ubicación de los transectos para muestreo de aves. La línea roja delimita el AP y la línea amarilla delimita el SAR. La línea verde indica la Línea de Transmisión.

Análisis de la riqueza, estructura y diversidad de la comunidad

El análisis e interpretación de los datos recolectados permite generar un conocimiento actualizado de la diversidad de especies presentes en el área de interés. En este sentido, el estudio de los componentes alfa y beta nos da el entendimiento de la diversidad de un sitio y/o conjunto de sitios.

La diversidad alfa, se refiere a la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea. Los datos sobre diversidad son proporcionados a manera de índices, ya que de esta manera se resume mucha información en un valor y permite hacer rápidas comparaciones, sujetas a validación estadística (Moreno *et al*., 2001).

Curvas de acumulación

Debido a la nula probabilidad de medir in situ la totalidad de la riqueza de especies presentes tanto en SAR como en AP, por la reducida ventana temporal de muestreo en relación con los cambios estacionales y/o de temporadas de migración, las curvas de acumulación de especies permiten analizar y estandarizar la estimación de la riqueza de un sitio, que están en función de la medida del esfuerzo en la colecta de los datos (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Es decir, a través de ellas se puede determinar la calidad y fiabilidad del inventario.

El supuesto es que conforme avanza la colecta de información, la detección de especies provoca que la pendiente de la curva descienda y, el momento en que la pendiente alcanza la asíntota, corresponde al número total de especies que se puede encontrar en la zona estudiada.

Para realizar las curvas de acumulación se empleó el Software EstimateS Win 9.1.0. (Colwell, 2013). Las especies registradas en cada evento de muestreo fueron reordenadas aleatoriamente 100 veces para suavizar las curvas. Se consideraron los estimadores no paramétrico Chao1 y ACE por su confiabilidad, pues han sido empleados en numerosos trabajos de investigación para evaluar los inventarios biológicos en áreas determinadas (Moreno, 2001), ya que predicen el número de especies que debería existir de acuerdo con el esfuerzo realizado (Colwell y Coddington, 1994).

Diversidad alfa

Para medir la diversidad alfa, se empleó el índice de Shannon-Wiener (H´), el cual mide la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, por lo que no existe diversidad y, H' será máxima cuando todas las especies estén representadas, es decir mientras más alto sea el valor de H´, el cual suele estar entre 0.5 y 4, la diversidad en el sitio será más alta (Moreno, 2001).

Resultados

Listado potencial

La lista generada contempló un total de 183 especies, pertenecientes a 19 órdenes y 52 familias. De las especies potenciales, 116 (63%) son residentes, 54 (29%) son invernantes, 16 (9%) son transitorias, seis especies (3%) son residentes de verano, además del resto de las especies que pueden presentar una serie de combinaciones de estatus. Cabe mencionar que una de las especies residentes presenta individuos transitorios en la zona durante los periodos migratorios de primavera y otoño: el Zopilote Aura (*Cathartes aura*). Respecto a los hábitos que presentan, 139 (76 %) especies son terrestres, 29 (16 %) son acuáticas y 15 (8 %) son aves rapaces (Anexo 1).

Riqueza y abundancia

Para el presente trabajo se registraron en total 860 individuos correspondientes a 82 especies representando a 16 órdenes y 34 familias. De las 82 especies registradas, 38 son residentes, 20 especies son residentes con poblaciones migratorias de invierno, siete especies son migratorias de invierno con poblaciones residentes, seis especies migratorias de invierno transitorias, tres especies residentes con poblaciones migratorias de invierno y verano, dos especies migratorias de invierno (*Cuadro 49*).

Cuadro 49. Especies registradas durante las dos temporadas de muestreo (secas y lluvias) dentro del Área del Proyecto (AP) y Sistema Ambiental Regional (SAR), del Proyecto Fotovoltaico Huerta.

ID	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	IND	NOM	UICN	CITES	RESIDENCIA
1	Anseriformes	Anatidae	*Anas diazi*	*Pato Mexicano*	82	A	NR	-	R,MI
2	Galliformes	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	*Codorniz Cotuí*	6	SC	NT	I	R
3	Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	*Zambullidor Pico Grueso*	2	SC	LC	-	R,MI
4	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	*Tortolita Cola Larga*	5	SC	LC	-	R
5			*Leptotila verreauxi*	*Paloma Arroyera*	5	SC	LC	-	R
6			*Zenaida macroura*	*Huilota Común*	3	SC	LC	-	R,MI
7	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	*Chotacabras Menor*	1	SC	LC	-	MV,MI,R
8	Apodiformes	Trochilidae	*Colibri thalassinus*	*Colibrí Orejas Violetas*	7	SC	LC	II	R
9			*Eugenes fulgens*	*Colibrí Magnífico*	3	SC	LC	II	R
10			*Lampornis clemenciae*	*Colibrí Garganta Azul*	6	SC	LC	II	R
11			*Selasphorus calliope*	*Zumbador Garganta Rayada*	1	SC	LC	II	MI,T
12			*Selasphorus rufus*	*Zumbador Canelo*	2	SC	NT	II	MI,T
13			*Selasphorus platycercus*	*Zumbador Cola Ancha*	1	SC	LC	II	R,MI,MV
14			*Cynanthus latirostris*	*Colibrí Pico Ancho Norteño*	1	SC	LC	II	R
15			*Basilinna leucotis*	*Colibrí Orejas Blancas*	1	SC	LC	II	R
16	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	*Chorlo Tildío*	6	SC	LC	-	R,MI
17	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	*Cormorán Neotropical*	86	SC	LC	-	R
18	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	*Pelícano Blanco Americano*	100	SC	LC	-	MI
19		Ardeidae	*Ardea herodias*	*Garza Morena*	1	SC	LC	-	MI,R
20			*Ardea alba*	*Garza Blanca*	61	SC	LC	-	MI,R
21			*Egretta thula*	*Garza Dedos Dorados*	6	SC	LC	-	MI,R
22			*Bubulcus ibis*	*Garza Ganadera Occidental*	3	SC	LC	-	R,MI
23			*Butorides virescens*	*Garcita Verde*	1	SC	LC	-	R,MI
24			*Nycticorax nycticorax*	*Garza Nocturna Corona Negra*	7	SC	LC	-	R,MI

ID	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	IND	NOM	UICN	CITES	RESIDENCIA
25	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	*Zopilote Común*	2	SC	LC	-	R
26			*Cathartes aura*	*Zopilote Aura*	3	SC	LC	-	R
27	Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	*Milano Cola Blanca*	1	SC	LC	-	R
28			*Accipiter cooperii*	*Gavilán de Cooper*	1	Pr	LC	-	MI,R
29			*Buteo jamaicensis*	*Aguililla Cola Roja*	4	SC	LC	-	R,MI
30	Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	*Búho Cornudo*	2	SC	LC	II	R
31	Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	*Martín Pescador Norteño*	1	SC	LC	-	MI
32	Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	*Carpintero Bellotero*	5	SC	LC	-	R
33			*Melanerpes aurifrons*	*Carpintero Cheje*	7	SC	LC	-	R
34			*Dryobates scalaris*	*Carpintero Mexicano*	4	SC	LC	-	R
35	Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	*Caracara Quebrantahuesos*	1	SC	LC	II	R
36	Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	*Cabezón Degollado*	1	SC	LC	-	R
37		Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	*Papamoscas Triste*	3	SC	LC	-	R
38			*Pitangus sulphuratus*	*Luis Bienteveo*	2	SC	LC	-	R
39			*Tyrannus vociferans*	*Tirano Chibiú*	5	SC	LC	-	R,MI
40			*Contopus pertinax*	*Papamoscas José María*	8	SC	LC	-	R
41			*Empidonax hammondii*	*Papamoscas de Hammond*	1	SC	LC	-	MI,T
42			*Empidonax wrightii*	*Papamoscas Bajacolita*	1	SC	LC	-	MI,T
43			*Empidonax oberholseri*	*Papamoscas Matorralero*	6	SC	LC	-	MI,T
44			*Empidonax fulvifrons*	*Papamoscas Pecho Canela*	2	SC	LC	-	R,MI,MV
45			*Sayornis nigricans*	*Papamoscas Negro*	9	SC	LC	-	R,MI
46			*Sayornis saya*	*Papamoscas Llanero*	3	SC	LC	-	R,MI
47			*Pyrocephalus rubinus*	*Papamoscas Cardenalito*	17	SC	LC	-	R,MI
48		Vireonidae	*Vireo huttoni*	*Vireo Reyezuelo*	1	SC	LC	-	R
49		Corvidae	*Corvus corax*	*Cuervo Común*	15	SC	LC	-	R
50		Alaudidae	*Eremophila alpestris*	*Alondra Cornuda*	2	SC	LC	-	R

ID	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	IND	NOM	UICN	CITES	RESIDENCIA
51		Hirundinidae	*Riparia riparia*	*Golondrina Ribereña*	30	SC	LC	-	T,MI,MV
52			*Hirundo rustica*	*Golondrina Tijereta*	38	SC	LC	-	MV,MI,R,T
53		Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	*Sastrecillo*	14	SC	LC	-	R
54		Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	*Capulinero Gris*	9	SC	LC	-	R
55		Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	*Perlita Azulgris*	6	SC	LC	-	MI,R
56		Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	*Saltapared Barranqueño*	8	SC	LC	-	R
57			*Campylorhynchus brunneicapillus*	*Matraca del Desierto*	3	SC	LC	-	R
58			*Thryomanes bewickii*	*Saltapared Cola Larga*	15	SC	LC	-	R
59			*Troglodytes aedon*	*Saltapared Común*	4	SC	LC	-	R,MI,T
60		Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	*Cuicacoche Pico Curvo*	6	SC	LC	-	R
61		Turdidae	*Catharus aurantiirostris*	*Zorzal Pico Naranja*	1	SC	LC	-	R,MI
62			*Turdus migratorius*	*Mirlo Primavera*	2	SC	LC	-	R,MI
63		Passeridae	*Passer domesticus*	*Gorrión Doméstico*	7	SC	LC	-	R
64		Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	*Pinzón Mexicano*	34	SC	LC	-	R
65			*Spinus psaltria*	*Jilguerito Dominico*	36	SC	LC	-	R
66		Passerellidae	*Peucaea botterii*	*Zacatonero de Botteri*	3	SC	LC	-	R
67			*Spizella passerina*	*Gorrión Cejas Blancas*	6	SC	LC	-	R,MI
68			*Spizella atrogularis*	*Gorrión Barba Negra*	22	SC	LC	-	R,MI
69			*Junco phaeonotus*	*Junco Ojos de Lumbre*	4	SC	LC	-	R
70			*Oriturus superciliosus*	*Zacatonero Serrano*	16	SC	LC	-	R
71			*Passerculus sandwichensis*	*Gorrión Sabanero*	26	SC	LC	-	MI,R
72			*Melozone fusca*	*Rascador Viejita*	8	SC	LC	-	R
73			*Aimophila ruficeps*	*Zacatonero Corona Canela*	14	SC	LC	-	R
74			*Pipilo maculatus*	*Rascador Moteado*	7	SC	LC	-	R,MI
75		Icteriidae	*Icteria virens*	*Chipe Grande*	1	SC	LC	-	MI,MV
76			*Sturnella neglecta*	*Pradero del Oeste*	2	SC	LC	-	R,MI

ID	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	IND	NOM	UICN	CITES	RESIDENCIA
77			*Icterus abeillei*	*Calandria Flancos Negros*	1	SC	LC	-	R,MI
78			*Agelaius phoeniceus*	*Tordo Sargento*	5	SC	LC	-	R,MI
79		Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	*Chipe Cabeza Gris*	2	SC	LC	-	MI,T
80			*Geothlypis trichas*	*Mascarita Común*	4	SC	LC	-	MI,R
81		Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	*Picogordo Tigrillo*	10	SC	LC	-	R,MI,MV
82			*Passerina caerulea*	*Picogordo Azul*	12	SC	LC	-	MI,R,MV
				Total	860				

Categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2021: A Amenazada, Pr Protección especial. Categorías de IUCN: NT Casi amenazado, LC Preocupación menor, NE No evaluado. CITES Apéndices I y II. Residencia: R residente, MI migratorio de invierno, MV migratorio de verano y T transitorio.

De las familias registradas las que estuvieron representadas por un mayor número de especies fueron Tyrannidae con 11 especies, Paserellidae con nueve, Trochilidae con ocho y Ardeidae con seis, el resto de las familias estuvieron representadas por cuatro, tres, dos y una especie como se puede observar en la *Figura 145*.

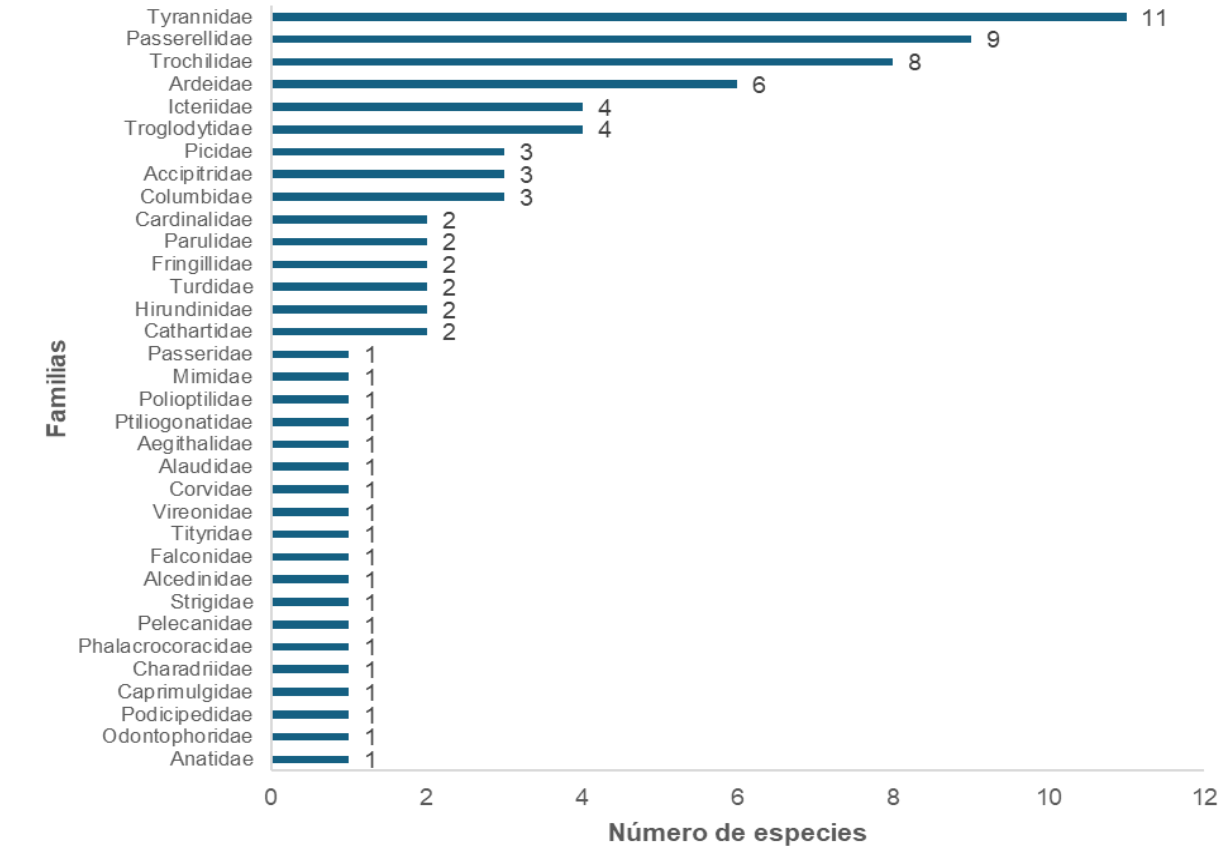


Figura 145. Número de especies reportadas por cada familia registrada en el AP y SAR del proyecto Huerta durante las dos campañas de muestreo.

Las especies con mayor número de registros fueron *Pelecanus erythrorhynchos* con 100 individuos, *Anas diazi* y *Nannopterum brasilianum* con 80 cada una y *Ardea alba* con 55 individuos (*Figura 146*).

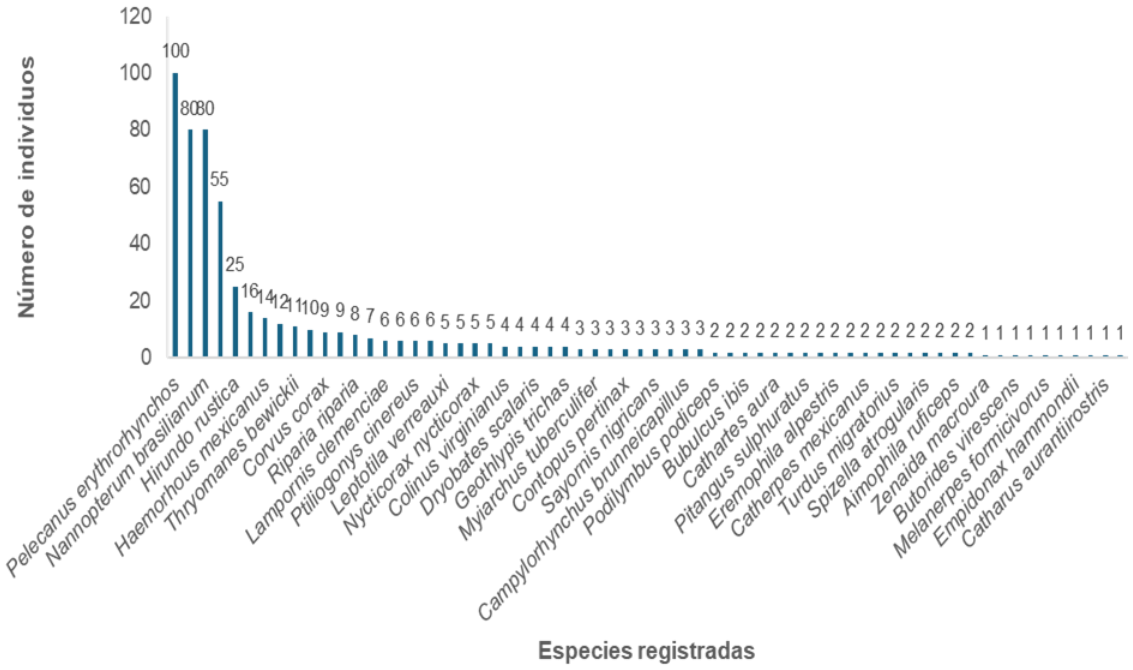


Figura 146. Número de individuos registrados por especie.

Comparando entre temporadas de muestreo observamos que la mayor diversidad y riqueza se registraron durante la temporada de secas, con 64 especies y 573, mientras que durante la temporada de lluvias se registraron 53 especies representadas por 281 individuos. Comparando entre el área del Proyecto y el SAR, la mayor diversidad y riqueza se presentó en el SAR, registrándose 76 especies y 637 individuos, mientras que en el AP se registraron 35 especies representadas por 223 individuos (*Cuadro 50*).

Cuadro 50. Especies de aves y número de individuos registrados en AP y SAR durante las temporadas de secas y lluvias 2024.

ID	ESPECIES	SECAS		LLUVIAS		TOTAL
		AP	SAR	AP	SAR	
1	*Anas diazi*	80	0	0	2	82
2	*Colinus virginianus*	4	0	0	2	6
3	*Podilymbus podiceps*	0	2	0	0	2
4	*Columbina inca*	0	2	0	3	5
5	*Leptotila verreauxi*	2	3	0	0	5
6	*Zenaida macroura*	1	0	0	2	3
7	*Chordeiles acutipennis*	0	1	0	0	1
8	*Colibri thalassinus*	0	0	1	6	7
9	*Eugenes fulgens*	0	0	0	3	3
10	*Lampornis clemenciae*	1	5	0	0	6

ID	ESPECIES	SECAS		LLUVIAS		TOTAL
		AP	SAR	AP	SAR	
11	*Selasphorus calliope*	0	0	0	1	1
12	*Selasphorus rufus*	0	0	0	2	2
13	*Selasphorus platycercus*	0	0	0	1	1
14	*Cynanthus latirostris*	0	0	0	1	1
15	*Basilinna leucotis*	0	0	0	1	1
16	*Charadrius vociferus*	2	4	0	0	6
17	*Nannopterum brasilianum*	0	80	0	6	86
18	*Pelecanus erythrorhynchos*	0	100	0	0	100
19	*Ardea herodias*	0	0	0	1	1
20	*Ardea alba*	1	54	0	6	61
21	*Egretta thula*	0	5	0	1	6
22	*Bubulcus ibis*	0	2	0	1	3
23	*Butorides virescens*	0	1	0	0	1
24	*Nycticorax nycticorax*	0	5	0	2	7
25	*Coragyps atratus*	0	2	0	0	2
26	*Cathartes aura*	0	2	0	1	3
27	*Elanus leucurus*	1	0	0	0	1
28	*Accipiter cooperii*	0	0	0	1	1
29	*Buteo jamaicensis*	0	3	0	1	4
30	*Bubo virginianus*	2	0	0	0	2
31	*Megaceryle alcyon*	0	0	0	1	1
32	*Melanerpes formicivorus*	1	0	2	2	5
33	*Melanerpes aurifrons*	0	4	1	2	7
34	*Dryobates scalaris*	3	1	0	0	4
35	*Caracara plancus*	0	0	1	0	1
36	*Pachyramphus aglaiae*	0	1	0	0	1
37	*Myiarchus tuberculifer*	0	3	0	0	3
38	*Pitangus sulphuratus*	0	2	0	0	2
39	*Tyrannus vociferans*	0	3	0	2	5
40	*Contopus pertinax*	0	3	4	1	8
41	*Empidonax hammondii*	1	0	0	0	1
42	*Empidonax wrightii*	0	1	0	0	1
43	*Empidonax oberholseri*	0	3	0	3	6
44	*Empidonax fulvifrons*	0	2	0	0	2
45	*Sayornis nigricans*	0	3	0	6	9
46	*Sayornis saya*	0	3	0	0	3
47	*Pyrocephalus rubinus*	5	7	2	3	17

ID	ESPECIES	SECAS		LLUVIAS		TOTAL
		AP	SAR	AP	SAR	
48	*Vireo huttoni*	0	0	0	1	1
49	*Corvus corax*	4	5	1	5	15
50	*Eremophila alpestris*	2	0	0	0	2
51	*Riparia riparia*	0	8	15	7	30
52	*Hirundo rustica*	6	19	5	8	38
53	*Psaltriparus minimus*	0	2	2	10	14
54	*Ptiliogonys cinereus*	0	6	3	0	9
55	*Polioptila caerulea*	0	0	0	6	6
56	*Catherpes mexicanus*	0	2	0	6	8
57	*Campylorhynchus brunneicapillus*	0	3	0	0	3
58	*Thryomanes bewickii*	0	11	0	4	15
59	*Troglodytes aedon*	0	2	0	2	4
60	*Toxostoma curvirostre*	1	3	0	2	6
61	*Catharus aurantiirostris*	0	1	0	0	1
62	*Turdus migratorius*	0	2	0	0	2
63	*Passer domesticus*	0	7	0	0	7
64	*Haemorhous mexicanus*	2	12	5	15	34
65	*Spinus psaltria*	3	6	7	20	36
66	*Peucaea botterii*	0	3	0	0	3
67	*Spizella passerina*	0	2	4	0	6
68	*Spizella atrogularis*	0	2	6	14	22
69	*Junco phaeonotus*	0	2	0	2	4
70	*Oriturus superciliosus*	7	9	0	0	16
71	*Passerculus sandwichensis*	0	0	20	6	26
72	*Melozone fusca*	4	2	0	2	8
73	*Aimophila ruficeps*	0	2	2	10	14
74	*Pipilo maculatus*	4	1	2	0	7
75	*Icteria virens*	0	0	0	1	1
76	*Sturnella neglecta*	0	0	2	0	2
77	*Icterus abeillei*	0	1	0	0	1
78	*Agelaius phoeniceus*	0	0	0	5	5
79	*Leiothlypis ruficapilla*	0	2	0	0	2
80	*Geothlypis trichas*	0	4	0	0	4
81	*Pheucticus melanocephalus*	0	10	0	0	10
82	*Passerina caerulea*	0	0	1	11	12
	Totales por temporada y zonas	137	436	86	201	
	Total	573		287		860

Especies protegidas

De las 82 especies registradas, solo dos se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Anas diazi* (Pato Mexicano) considerada como especie amenazada (A) y *Accipiter cooperii* (Gavilán de Cooper) considerada como especie bajo protección especial (Pr); con respecto a la IUCN la mayoría de las especies se encuentran bajo la categoría de especies de Preocupación Menor (LC), dos especies bajo la categoría de Casi Amenazado (NT) *Colinus virginianus* (Codorniz Cotuí) y *Selasphorus rufus* (Zumbador Canelo). Once especies están consideradas por CITES, *Colinus virginianus* (Codorniz Cotuí) en el apéndice I, mientras que *Colibri thalassinus* (Colibrí Orejas Violetas), *Eugenes fulgens* (Colibrí Magnífico), *Lampornis clemenciae* (Colibrí Garganta Azul), *Selasphorus calliope* (Zumbador Garganta Rayada), *Selasphorus Rufus* (Zumbador Canelo), *Selasphorus platycercus* (Zumbador Cola Ancha), *Cynanthus latirostris* (Colibrí Pico Ancho Norteño), *Basilinna leucotis* (Colibrí Orejas Blancas), *Bubo virginianus* (Búho Cornudo) y *Caracara plancus* (Caracara Quebrantahuesos) se encuentran en el apéndice II (Anexo 1).

De las especies registradas que se encuentran bajo protección de la NOM-059 A. diazi se observó en un aguaje dentro del AP y en el SAR en la Presa Cebolletas, mientras que A. cooperii se registró solo en el SAR, en el Arroyo La Purísima.

Especies endémicas

Se registraron en total siete especies con algún grado de endemismo; una especie endémica, la cual solo se distribuye en la zona reducida de México y seis especies que se consideran Cuasiendémicas, distribuyéndose en México y con algunas poblaciones en algunos sitios del sur de Estados Unidos. Las siete especies se registraron en el SAR mientras que en el AP solo se registraron cinco especies (*Cuadro 51*).

Cuadro 51. Especies endémicas registradas durante las campañas de muestreo para el Proyecto Fotovoltaico Huerta.

ID	ESPECIES	AP	SAR	NOM	UICN	CITES	RESIDENCIA	END
1	*Lampornis clemenciae*	1	5	SC	LC	II	R	Cuasiendémica
2	*Cynanthus latirostris*	0	1	SC	LC	II	R	Cuasiendémica
3	*Basilinna leucotis*	0	1	SC	LC	II	R	Cuasiendémica
4	*Toxostoma curvirostre*	1	5	SC	LC	-	R	Cuasiendémica
5	*Oriturus superciliosus*	7	9	SC	LC	-	R	Endémico
6	*Melozone fusca*	4	4	SC	LC	-	R	Cuasiendémica
7	*Aimophila ruficeps*	2	12	SC	LC	-	R	Cuasiendémica

Curva de acumulación de especies

Para obtener la eficiencia de la colecta de información, se construyó una curva de acumulación de especies (Colwell, 2013), la cual muestra las especies observadas y, los valores de los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE, los cuales se basan en datos de abundancias e incidencias,

respectivamente (Moreno, 2001). El valor que se estima para Chao 1 es de 99.08 especies, mientras que para ACE es de 94.06 especies. Estos valores, por encima del total de especies observadas, nos indican que si bien la representatividad del muestreo no fue baja, aún es considerable el número de especies que faltan por registrar (*Figura 147*).

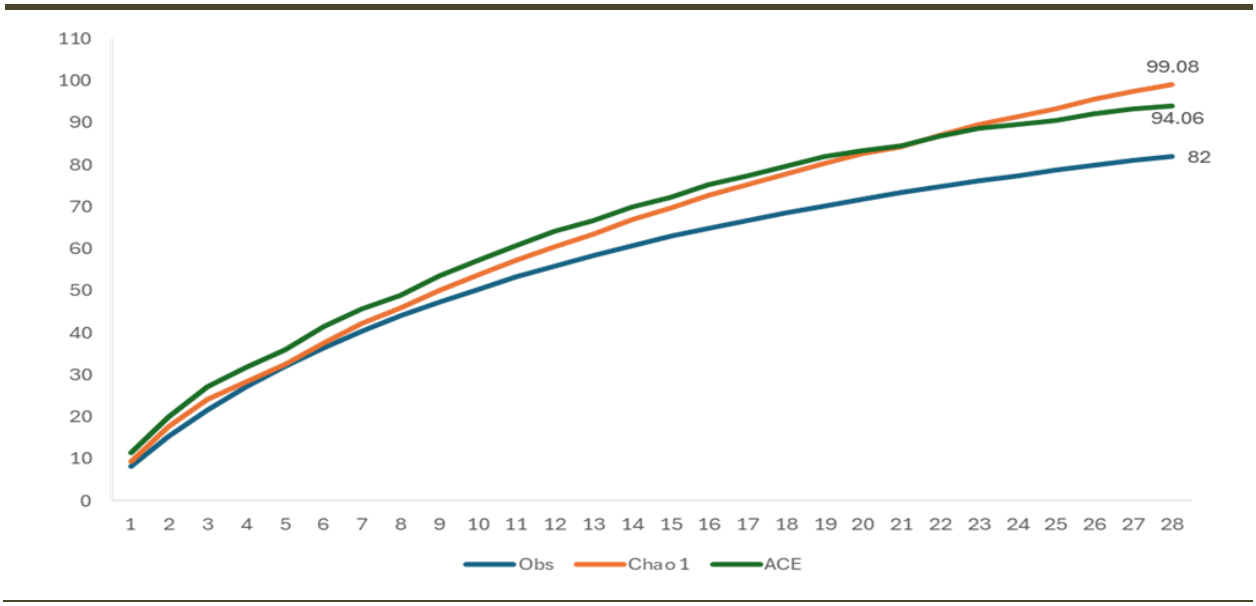


Figura 147. Curva de acumulación de especies durante las campañas de muestreo (secas y lluvias) 2024.

Diversidad alfa

El Sistema Ambiental Regional (SAR) presenta una riqueza de 76 especies y una diversidad alfa de 22.5 especies efectivas. Por otra parte, la riqueza del Área del Proyecto es de 35 especies, y se obtuvo una diversidad alfa de 11.6 especies efectivas (*Cuadro 52*).

Con respecto a los tipos de vegetación, el Encinar presentó mayor diversidad alfa, 16.0 especies efectivas y el Pastizal presentó el menor valor de diversidad alfa con 1.22 especies efectivas (

Cuadro **53**).

Cuadro 52. Índice de la diversidad de aves registrada durante los muestreos realizados en el SAR y AP del Proyecto Fotovoltaico Huerta. Secas y lluvias 2024.

SITIO	RIQUEZA DE ESPECIES	ABUNDANCIA	ÍNDICE DE SHANNON	DIVERSIDAD ALFA
AP	35	223	2.66	11.6
SAR	76	637	3.45	22.5

Cuadro 53. Índice, por cobertura vegetal, de la diversidad de aves registrada durante los muestreos realizados en el SAR y AP del Proyecto Fotovoltaico Huerta. Secas y lluvias 2024.

UNIDAD AMBIENTAL1	RIQUEZA DE ESPECIES	ABUNDANCIA	ÍNDICE DE SHANNON	DIVERSIDAD ALFA
Pastizal	3	13	1.01	1.22
Past-nopalera	8	15	1.9	6.9
Past-encinar	25	185	2.2	7.7
Encinar	34	117	3.1	16.0
Encino-Pino	13	25	2.4	10.9
Pino-encino	16	34	2.6	11.8
Ripario	29	85	3.0	15.5
Mat. Crasicaule	18	59	2.6	8.8
Presa Cebolletas	27	326	2.0	6.9

Importancia ecológica y/o económica

Las aves tienen un importante papel ecológico, se consideran indicadoras biológicas de la salud ambiental. Desempeñan un papel fundamental como dispersores de semillas y como polinizadores de numerosas especies de plantas, fungen además como controladores de plagas de insectos. De las especies registradas en campo, por su función como polinizadores, destacan las ocho especies de colibríes; además de especies como *Icterus abeillei* como dispersores de semillas. Además de la importancia económica como aves canoras o de ornato de varias de las especies registradas (Del Pont, 1997).

Discusión

Las 82 especies registradas durante las dos campañas de muestreo representan el 19.1 % de las 430 especies descritas para la región, los números elevados de algunas especies esta dado por una parte a que se trataba de especies migratorias que aún se encontraban en la zona como es el caso de *Pelecanus erythrorhynchos* (Pelicano Blanco Americano) y por otro lado algunas de las especies de las que se registraron números elevados como *Ardea alba* (Garza Blanca) son especies acuáticas que dado las condiciones de estiaje, se concentraron en algunos cuerpos de agua presentes en la zona. La diferencia en el número de especies registradas en el SAR con respecto al AP se explica por la homogeneidad en cuanto a unidades ambientales que existe dentro del predio del proyecto, siendo más diverso en el SAR que además cuenta con una mayor extensión.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos con los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE, se puede considerar que se detectó una alta riqueza (99-94%). El 1-6% de incremento en el esfuerzo de muestreo sería requerido para detectar especies que generalmente son poco conspicuas, pero que complementan a la comunidad de aves. Con base en los resultados obtenidos podemos decir que las especies que se registraron dentro del AP se encuentran también en el SAR.

En cuanto a las especies migratorias podemos decir que la región es importante al proporcionar zonas de alimentación, descanso y refugio a las especies que pasan por la zona. Resultando relevante para especies acuáticas gracias a los diversos cuerpos de agua naturales o artificiales que se encuentran en la región.

IV.3.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

Contexto regional

El estado de Guanajuato se divide en cuatro regiones, región I noreste (Subregiones 1 Sierra Gorda y 2 Chichimeca), región II norte (Subregiones 3 Sierras de Guanajuato y 4 Bicentenario), región III Centro (Subregiones 5 Metropolitana de León, 6 Metropolitana Irapuato-Salamanca y 7 Metropolitana Laja Bajío) y región IV sur (Subregiones 8 Agave Azul, 9 Lacustre y 10 Sierra de los Agustinos) (Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato, 2040).

Cada una de las regiones de la entidad posee características específicas —fisiográficas, económicas, demográficas, entre otras que las diferencian del resto. En cuanto a la dimensión del territorio, la Región II Norte ocupa el30% del total del territorio de la entidad, la Región I Noreste ocupa sólo 19% de la superficie, la Región III Centro concentra la mayor cantidad de la población estatal, con 67% del total, siendo de igual manera la Región I Noreste la que posee una menor cantidad, con 4.9% de la población del estado (Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato, 2040).

La diversificación económica de Guanajuato incluye sectores productivos en la fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico, fabricación de automóviles y camiones, al mismo tiempo que sobresalen los sectores tradicionales como la fabricación de calzado y la producción de cebada, brócoli y fresa. La principal contribución al Producto Interno Bruto (PIB) estatal proviene del sector terciario (58.9%), seguido por el sector secundario con 36.4% del total. Los principales productos de exportación son los vehículos para el transporte de mercancía y automóviles de turismo y personales (Instituto de Planeación del Estado de Guanajuato).

El estado de Michoacán de Ocampo se divide en diez regiones socioeconómicas que fueron conformadas a través del Plan Estatal de Desarrollo 2003-2008 del gobierno del estado, estas regiones son: Región I Lerma-Chapala, región II Bajío, región III Cuitzeo, región IV Oriente, región V Tepalcatepec, región VI Purépecha, región VII Pátzcuaro, región VIII Tierra Caliente, IX Costa y X Infiernillo (GOB, Michoacán).

La economía michoacana está conformada principalmente por los sectores comercial, siderúrgico, agrícola y pesquero. La participación de cada uno de estos en el producto interno bruto estatal es del 42% para servicios sociales; 15% para servicios financieros e inmobiliarios; 14% industria manufacturera y 11% agropecuaria y pesca.

En el sector agricultor, el gran auge de la producción de aguacate en el estado se dio a partir del año 1997, este fue el año donde se suspendió la prohibición de exportar aguacate mexicano a los Estados Unidos decreto impuesto desde el año de 1913. A partir del año 1997, el municipio ha exportado aguacate a los Estados Unidos siendo este el mayor consumidor de la producción (GOB, Michoacán).

IV.3.3.1 METODOLOGÍA

Para la descripción y análisis de los factores del medio socioeconómico se realizó una búsqueda de los indicadores de población (demografía), tasa de crecimiento poblacional, marginación, seguridad social, educación, vivienda, pobreza, economía, empleo, ingresos, migración, PEA, tradiciones, arqueología. Esta información es obtenida de los censos de población y vivienda, encuesta intercensal de INEGI, CONAPO, INAH, cuadernillos estadísticos municipales, planes de desarrollo municipales.

IV.3.3.2 RESULTADOS

Aspectos sociales

Demografía

Los datos demográficos se obtuvieron del Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en 2020. De acuerdo con los principales resultados (ITER, 2020) y CONAPO, el SAR del proyecto se ubica dentro de los municipios de Coroneo en el Estado de Guanajuato y Epitacio Huerta en el Estado de Michoacán (*Cuadro 54* y *Figura 148*).

Cuadro 54. Municipios dentro del SAR.

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN MASCULINA	POBLACIÓN FEMENINA
Coroneo	11,083	5,270	5,813
Epitacio Huerta	16,112	7,769	8,343
Total	27,195	13,039	14,156
Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.			

Los 2 municipios ubicados dentro del SAR presentan datos relevantes para el análisis de factores socioeconómicos, de dichos municipios se localizan 50 localidades, distribuidas dentro de la superficie del SAR, teniendo una población total residente para el año 2020 de 15,049 personas, las localidades de Coroneo y Epitacio Huerta son las que presentan una mayor extensión y número de población (*Cuadro 55*).

Cuadro 55. Localidades habitadas dentro del SAR.

MUNICIPIO	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN FEMENINA	POBLACIÓN MASCULINA
Coroneo	**Coroneo**	**3913**	2051	1862
	Acatlán	352	166	186
	Bodo Norte	141	74	67

MUNICIPIO	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN FEMENINA	POBLACIÓN MASCULINA
	El Capulín	522	280	242
	Cebolletas	158	83	75
	Cerro Colorado	784	438	346
	La Tortuga	131	68	63
	Salto de León	307	155	152
	Santa Cruz	284	155	129
	La Venta Norte	425	231	194
	El Cerrito	98	53	45
	Cerro Prieto Oriente	288	154	134
	La Presa	83	34	49
	La Purísima	318	155	163
	Arroyo del Durazno	151	72	79
	La Viborilla	98	50	48
	La Venta Sur	81	47	34
Epitacio Huerta	**Epitacio Huerta**	**1487**	753	734
	El Astillero (El Carmen Astillero)	428	229	199
	El Bellotal Dos	66	37	29
	La Tenencia de Guerrero (Hormigas Uno)	188	105	83
	San Antonio Ojo de Agua	84	41	43
	La Palma	275	146	129
	Palos Altos	96	55	41
	La Paz	388	200	188
	El Salitrillo (Ojo de Agua de Salitrillo)	175	93	82
	San Ignacio	1	*	*
	Santa Cruz Ojo de Agua	571	275	296
	La Ladera [Ejido Ojo de Agua]	120	60	60
	San Vicente	139	69	70
	La Salud	5	*	*
	La Ciénega	33	16	17
	El Tepozán	338	185	153
	Santa Genoveva (Cuartel de Guerrero)	158	77	81
	Cruz de Pichardo	114	61	53
	La Cima	61	36	25
	El Pinto [Ejido Piedra Larga]	238	124	114
	Ex – Hacienda Salitrillo	63	29	34
	Fracción La Paz [Ejido Nuevo Coroneo]	227	118	109

MUNICIPIO	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN FEMENINA	POBLACIÓN MASCULINA
	Fracción Salitrillo [Ejido Nuevo Coroneo]	191	89	102
	El Sayno (Ojo de Agua Salitrillo)	125	62	63
	Astillero Botija	381	206	175
	El Cerrito	259	130	129
	Guadalupe La Paz [Ejido Nuevo Coroneo]	96	43	53
	Ex – Hacienda La Paz	90	42	48
	Las Hormigas Dos	58	29	29
	Santa Anita Ojo de Agua	200	96	104
	El Toro	33	20	13
	Cuartel de Guerrero	174	92	82
	La Jabonera	2	*	*
	Coroneo [Unidad Cooperativa]	6	3	3
	San Benito	45	22	23
Total		**15,049**	**7,809**	**7,232**
Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020.				

De las 50 localidades ubicadas dentro del SAR, 12 de ellas presentan una cercanía al área del proyecto (AP), ubicándose dentro de un radio de 3 km respecto con el AP, aculando una población total de 1,986 habitantes (*Cuadro 56* y *Figura 149*).

Cuadro 56. Localidades cercanas al área del proyecto.

MUNICIPIO	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL
Epitacio Huerta	Palos Altos	96
	Santa Genoveva (Cuartel de Guerrero)	158
	El Tepozán	338
	La Paz	388
	Santa Anita Ojo de Agua	200
	San Vicente	139
	La Salud	5
	Cruz de Pichardo	114
	La Tenencia de Guerrero (Hormigas Uno)	188
	Cuartel de Guerrero	174
	Guadalupe La Paz [Ejido Nuevo Coroneo]	96
	Ex – Hacienda La Paz	90
Total		1,986

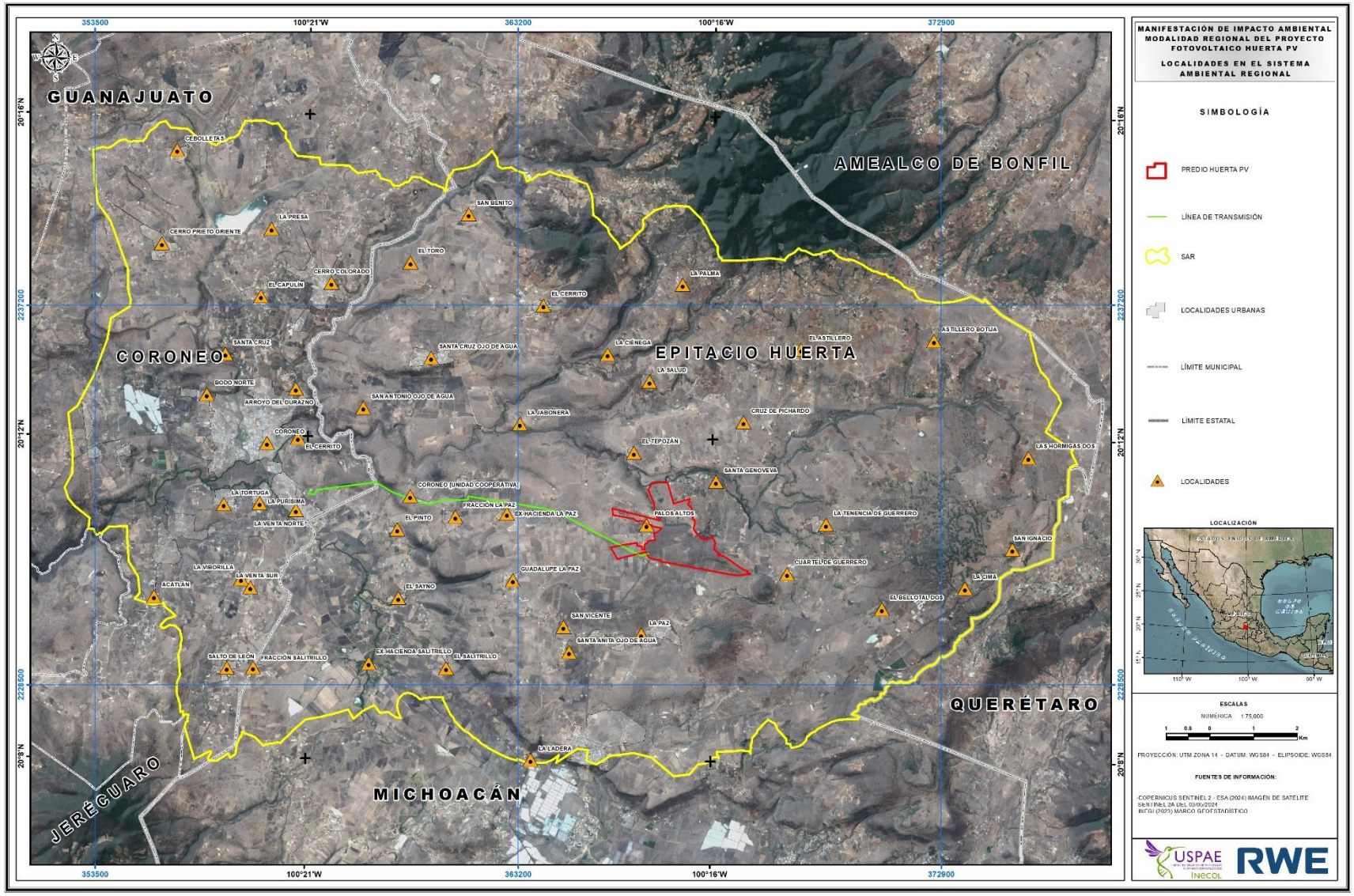


Figura 148. Localidades ubicadas dentro del Sistema Regional Ambiental del proyecto.

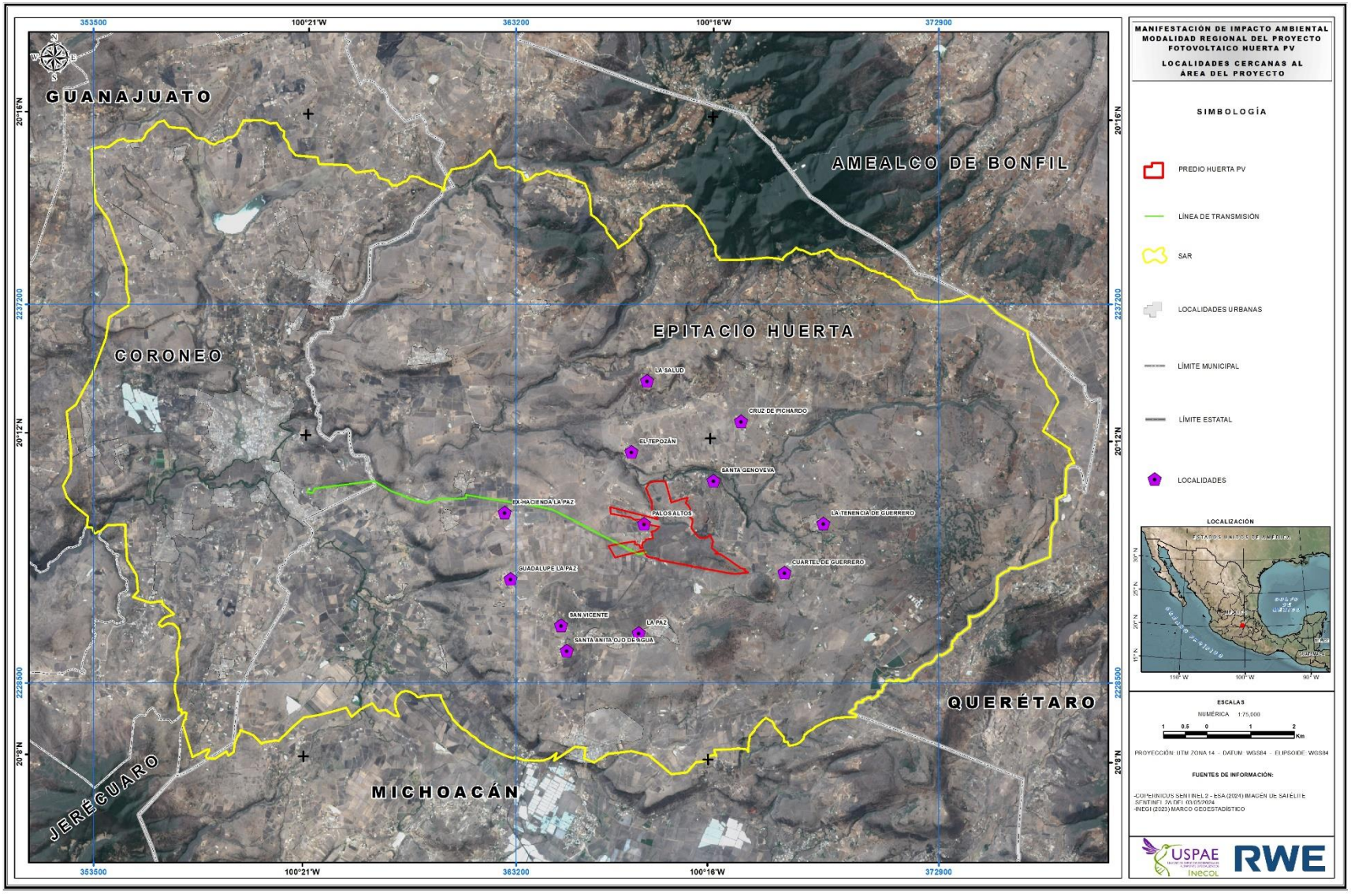


Figura 149. Localidades cercanas al área del proyecto.

El Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010), estima una población en el área de estudio para el año 2030 de 32,979 habitantes en los 2 municipios, representando un crecimiento de promedio de 100 personas por año. Para los municipios de Coroneo y Epitacio Huerta, ambos presentan tasas de crecimiento poblacional constantes de crecimiento y para finales de la proyección al año 2030 presentan un crecimiento bajo, lo que podría indicar migración en los municipios (*Figura 150* y *Figura 151*).

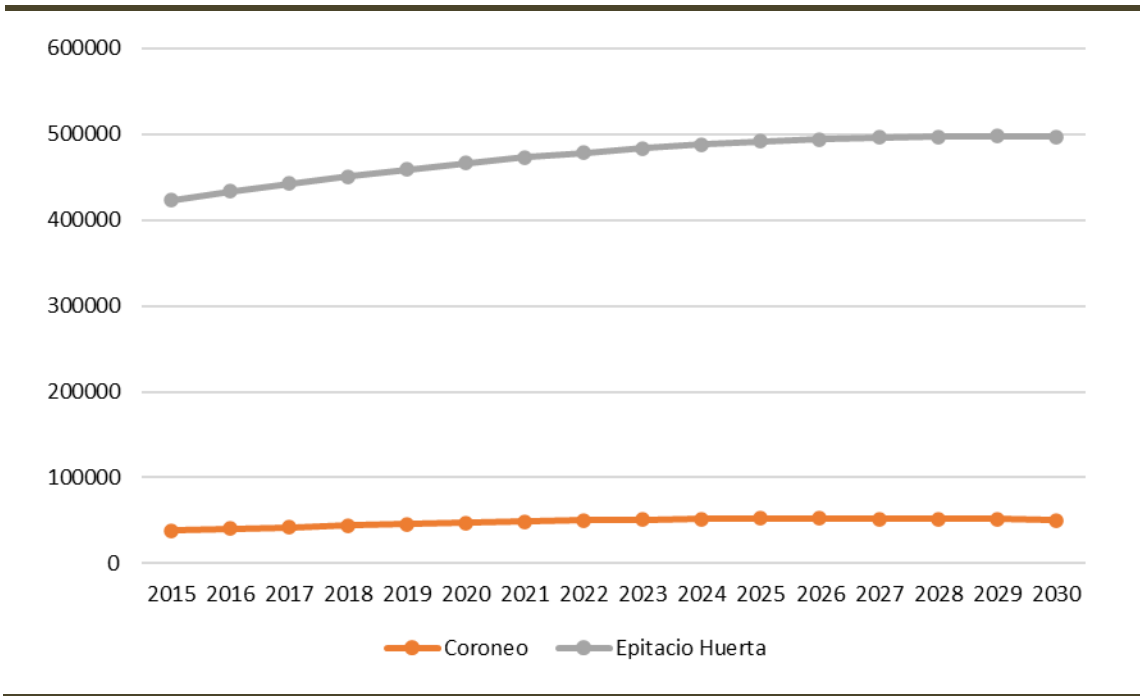


Figura 150. Proyecciones de población de localidades seleccionadas, 2016-2030 de los municipios del área del SAR. Fuente: CONAPO, 2010.

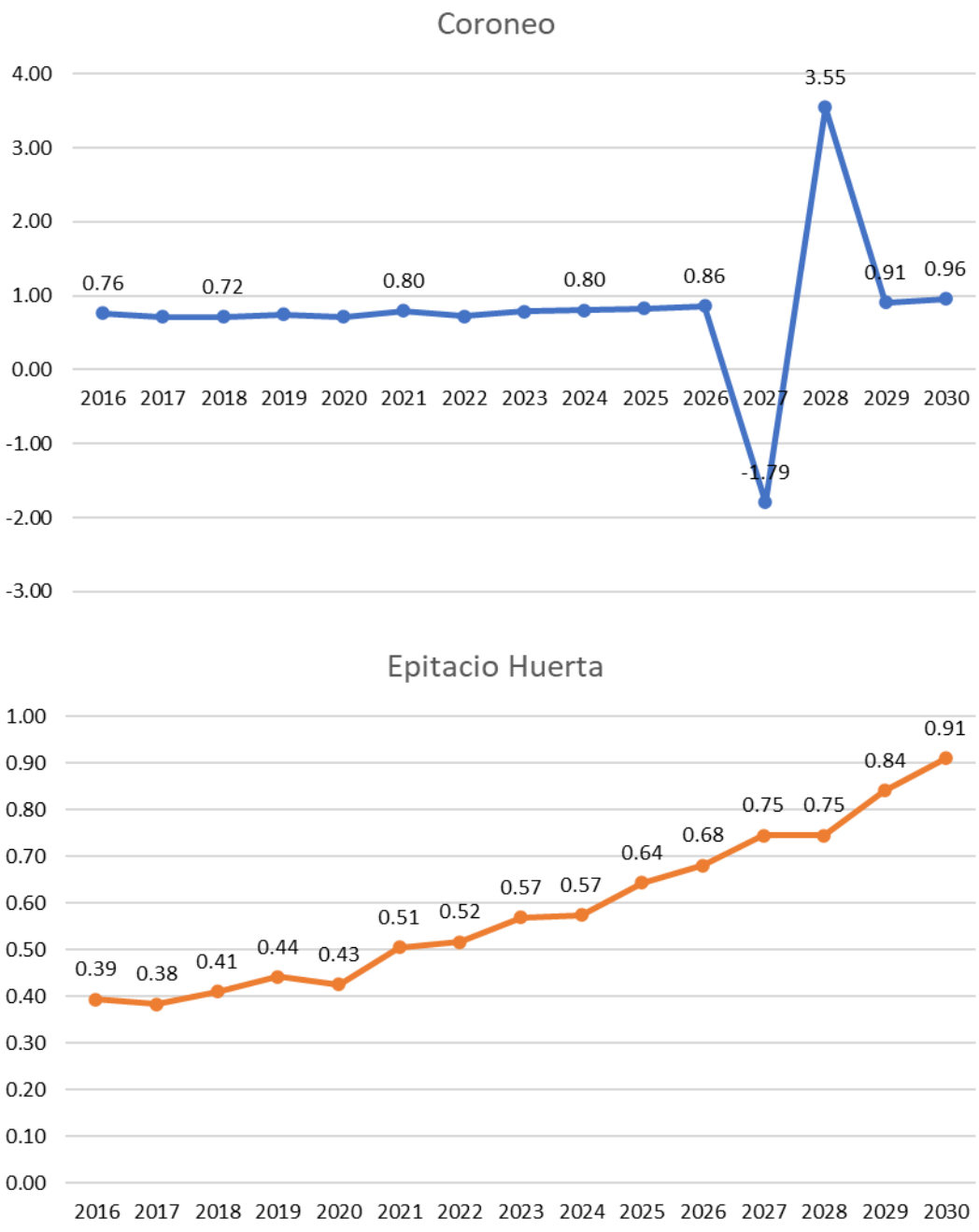


Figura 151. Tasa de crecimiento (2016-2030) poblacional en los municipios del área del SAR. Fuente: CONAPO, 2010.

La dinámica demográfica en los municipios de Coroneo y Epitacio huerta en 2020 muestra que los hombres representaron 47.95% del total poblacional y las mujeres el 52.05%, la relación hombre-mujer es relativamente normal en comparación con los datos estatales y nacionales, lo que nos permite observar que la población en los municipios es prácticamente es similar (*Figura 152*).

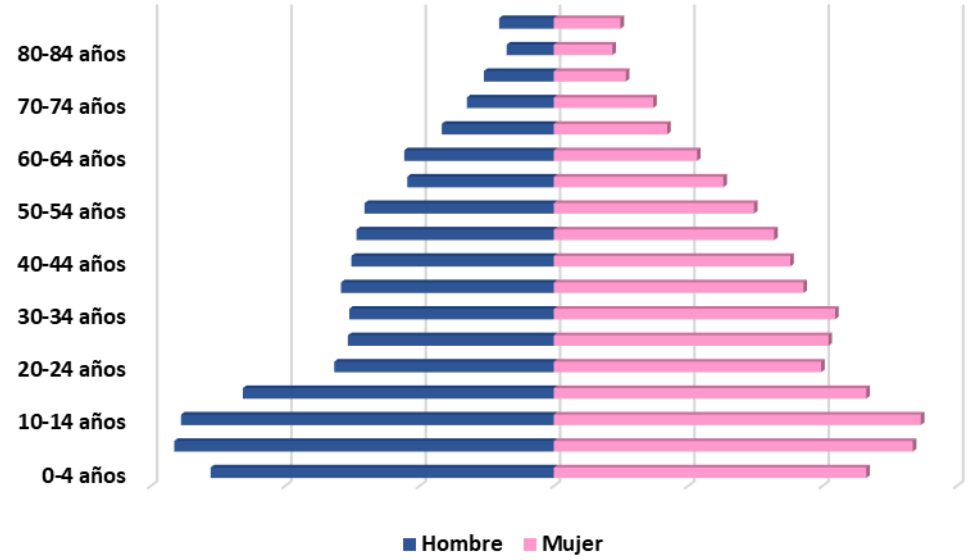


Figura 152. Pirámide de poblacional.

Para el municipio de Coroneo y Epitacio Huerta el mayor número de población se concentra en los rangos de 0 a 29 años con un porcentaje de promedio de 48.90% entre ambos municipios, por lo que para ambos municipios su población se considera joven. El municipio de Coroneo concentra su población entre el rango de 5 a 19 años (28.25%) y para el municipio Epitacio Huerta entre el rango de 5 a 14 años (20.90%).

La densidad poblacional, en el estado de Guanajuato y Michoacán es de 64 personas por kilómetro cuadrado, dato promedio por el promedio nacional (64 hab/km^2) para el año 2020. La densidad de población registrada en el municipio de Coroneo es de 94.28 hab/km^2, para el municipio de Epitacio Huerta es de 38.03 hab/km^2. La densidad de población para el SAR es de 60.58 hab/km^2, esto se encuentra en relación con la de los municipios existente dentro del SAR.

Pobreza

De acuerdo a Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2010) la pobreza considera las condiciones de vida de la población a partir de tres aspectos: el del bienestar económico comprende las necesidades asociadas a los bienes y servicios que puede adquirir la población mediante el ingreso; el de los derechos sociales se integra a partir de las carencias de la población en el ejercicio de sus derechos para el desarrollo social y el del contexto territorial incorpora aspectos que trascienden al ámbito individual (que pueden referirse a características geográficas, sociales y culturales, entre otras); en específico, aquellos asociados al grado de cohesión social, así como otros considerados relevantes para el desarrollo social.

La población en situación de pobreza multidimensional es aquella cuyos ingresos sean insuficientes para adquirir los bienes y los servicios que requiere para satisfacer sus necesidades y presente carencia en al menos uno de los siguientes seis indicadores: rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación.

Entre 2018 y 2022, el porcentaje de la población en situación de pobreza multidimensional a nivel nacional pasó de 41.9% a 36.3%, en otras palabras, en 2022, 36 de cada 100 personas en México presentaban al menos una privación en sus derechos sociales y tenían un ingreso mensual por persona insuficiente para adquirir una canasta alimentaria, así como bienes y servicios necesarios.

El porcentaje de la población en situación de pobreza extrema permaneció en niveles similares entre 2018 y 2022: 7.0% en 2018 y 7.1% en 2022. Lo anterior indica que, el número de personas en pobreza extrema pasó de 8.7 a 9.1 millones de personas entre 2018 y 2022.

De acuerdo con el Coneval, el porcentaje de la población en situación de pobreza en el esto de Guanajuato es de 44.5 y para el estado de Michoacán es de 46.5%. Dentro de los municipios existentes en el SAR, ambos municipios presentan porcentajes de población en situación de pobreza similares, el municipio de Coroneo presenta el 52.4% de población en situación de pobreza y el 5% en pobreza extrema y el municipio de Epitacio Huerta presenta el 52.6% de población en situación de pobreza y el 8.3% en pobreza extrema, lo que infiere que los municipios tienen ingresos insuficientes para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias (*Cuadro 57*).

Cuadro 57. Pobreza de los municipios en el área de estudio.

MUNICIPIO	POBREZA (%)	POBREZA EXTREMA (%)	POBREZA MODERADA (%)
Coroneo	52.4	5.0	47.4
Epitacio Huerta	52.6	8.3	44.3
Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.			

La mayor vulnerabilidad por carencia presentado en los municipios es por carencia social, el municipio de Epitacio Huerta presenta el mayor porcentaje con el 43.6%, seguido del municipio de Coroneo con el 42.3%, es importante analizar que el mayor porcentaje de población se encuentra dentro de las carencias sociales, lo que indica que la población tiene una o más carencias sociales (*Cuadro 58*).

Cuadro 58. Medición de la pobreza en municipios del área de estudio. Porcentaje, número de personas y carencias promedio en los indicadores de pobreza, por municipio.

MUNICIPIO	VULNERABILIDAD POR CARENCIA SOCIAL		VULNERABLES POR INGRESO		NO POBRES Y NO VULNERABLES	
	%	PERSONAS	%	PERSONAS	%	PERSONAS
Coroneo	42.3	4,349	1.5	156	3.8	389
Epitacio Huerta	43.6	7,535	0.7	114	3.1	541

Fuente: Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

Uno de los espacios para la medición multidimensional de la pobreza es el de los derechos sociales. Este componente se refiere a los derechos fundamentales de las personas en materia de desarrollo social, el cual se mide mediante seis indicadores: rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a los servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación (CONEVAL, 2020).

La principal carencia que se presentan en los municipios es por acceso a la seguridad social (Coroneo 84.8% y Epitacio Huerta 85.8%), seguido por el acceso a los servicios de salud por el municipio de Epitacio Huerta (43.2) y para el municipio de Coroneo el acceso a los servicios básicos en la vivienda con el 20%. No tener acceso a los servicios de protección social y acceso a la salud, vulnera la capacidad de los individuos para enfrentar contingencias pudiendo contribuir a la disminución de su nivel de vida y el de sus familias. El rezago educativo para el municipio de Coroneo es del 23.2% y para el municipio de Epitacio Huerta es del 32%, esto indica que dentro de la población cumple con alguno de los siguientes criterios (CONEVAL, 2021) (*Cuadro 59*).

- Tiene de 3 a 21años, no cuenta con la educación obligatoria y no asiste a un centro de educación formal.
- Tiene 22 años o más, nació a partir del año 1998 y no ha terminado la educación obligatoria (media superior).
- Tiene 16 años o más, nació antes de 1982 y no cuenta con el nivel de educación obligatorio vigente en el momento en que debía haberlo cursado (primaria completa).
- Tiene 16 años o más, nació entre 1982 y 1997 y no cuenta con el nivel de educación obligatoria vigente en el momento en que debía haberla cursado (secundaria completa).

Cuadro 59. Medición de la pobreza en el municipio del área de estudio. Porcentaje de población según carencia social en los municipios.

MUNICIPIO	REZAGO EDUCATIVO	CARENCIA POR ACCESO A LOS SERVICIOS DE SALUD	CARENCIA POR ACCESO A LA SEGURIDAD SOCIAL	CARENCIA POR CALIDAD Y ESPACIOS DE LA VIVIENDA	CARENCIA POR ACCESO A LOS SERVICIOS BÁSICOS EN LA VIVIENDA	CARENCIA POR ACCESO A LA ALIMENTACIÓN
Coroneo	23.2	16.0	84.8	2.7	20.0	28.2
Epitacio Huerta	32.0	43.2	85.8	5.0	18.6	35.2
Fuente: Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.						

Marginación

La marginación es un fenómeno estructural que se entiende como la exclusión de grupos sociales al proceso de desarrollo y sus beneficios. De acuerdo con la CONAPO la marginación está asociada a cuatro dimensiones fundamentales: el acceso a servicios públicos, las condiciones de la vivienda, los ingresos laborales y la educación (CONAPO, 2010).

En 2020 Guanajuato presentó un grado de marginación "Medio", a nivel nacional ocupo el lugar número 14, el estado de Michoacán presentó un grado de marginación "Alto" a nivel nacional ocupo el lugar número 10 (CONAPO, 2020).

La importancia de considerar el índice de marginación radica en que las poblaciones con un alto nivel de marginación son más susceptibles a recibir los impactos negativos de un proyecto, el grado de marginación es bajo para el municipio de Coroneo y medio para el municipio de Epitacio Huerta (*Cuadro 60*); por lo que se infiere que los municipios tienen una relación insatisfactoria con las dimensiones socioeconómicas (Educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios).

Cuadro 60. Grado de marginación en municipios del área del proyecto.

MUNICIPIO	ÍNDICE DE MARGINACIÓN	GRADO DE MARGINACIÓN	ÍNDICE DE MARGINACIÓN NORMALIZADO	LUGAR QUE OCUPA EN EL CONTEXTO NACIONAL
Coroneo	55.480	Bajo	0.87	1,516
Epitacio Huerta	54.107	Medio	0.85	1,155
Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.				

Indicadores socioeconómicos

Vivienda

Dentro de los municipios presentes en el SAR la condición de viviendas particulares con hacinamiento (Condición donde el número de ocupantes excede la capacidad de espacio de vivienda; el indicador: 3 personas o más viviendo en una misma habitación) es la que presenta mayor porcentaje en los municipios, Epitacio Huerta tiene el porcentaje más alto con el 18.28 y Coroneo con el 17.06 (*Cuadro 61*).

El material en paredes de los municipios de Coroneo (91.46) y Epitacio Huerta (87.50%), está realizado de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto (*Cuadro 62* y *Cuadro 63*). El material en los techos para Coroneo es de 59.77% de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto y el 17.67% de Lámina de fibrocemento, mientras que para Epitacio Huerta el 78.08% es de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto y el 11.65% de teja. La tenencia de las viviendas para los municipios el mayor porcentaje son viviendas propias, seguido por viviendas que son de un familiar o les prestan la vivienda (*Cuadro 64*).

Cuadro 61. Servicios en la vivienda.

MUNICIPIO	% OCUPANTES EN VIVIENDAS PARTICULARES SIN DRENAJE NI EXCUSADO	% OCUPANTES EN VIVIENDAS PARTICULARES SIN ENERGÍA ELÉCTRICA	% OCUPANTES EN VIVIENDAS PARTICULARES SIN AGUA ENTUBADA	% OCUPANTES EN VIVIENDAS PARTICULARES CON PISO DE TIERRA	% VIVIENDAS PARTICULARES CON HACINAMIENTO
Coroneo	2.84	0.59	0.72	1.10	17.06
Epitacio Huerta	4.32	1.01	2.35	2.35	18.28
Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.					

Cuadro 62. Material en paredes de las viviendas.

MUNICIPIO	MATERIAL EN PAREDES									
	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS Y OCUPANTES	MATERIAL DE DESECHO	LÁMINA DE CARTÓN	LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA	CARRIZO, BAMBÚ O PALMA	EMBARRO BAJAREQUE	MADERA	ADOBE	TABIQUE, LADRILLO, BLOCK, PIEDRA, CANTERA, CEMENTO O CONCRETO	NO ESPECIFICADO
Coroneo	3,102	0.26	0.00	0.06	0.00	0.16	0.10	7.96	91.46	0.00
Epitacio Huerta	4,576	0.13	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	12.24	87.50	0.00
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.										

Cuadro 63. Material en techos de las viviendas.

MUNICIPIO	MATERIAL EN TECHOS											
	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS Y OCUPANTES	MATERIAL DE DESECHO	LÁMINA DE CARTÓN	LÁMINA METÁLICA	LÁMINA DE ASBESTO	LÁMINA DE FIBROCEMENTO	PALMA O PAJA	MADERA O TEJAMANIL	TERRADO CON VIGUERÍA	TEJA	LOSA DE CONCRETO O VIGUETAS CON BOVEDILLA	NO ESPECIFICADO
Coroneo	3,102	0.13	0.00	1.90	11.61	17.67	0.00	0.00	0.00	8.93	59.77	0.00
Epitacio Huerta	4,576	0.07	0.17	0.94	8.26	0.83	0.00	0.00	0.00	11.65	78.08	0.00
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.												

Cuadro 64. Tenencia de las viviendas.

MUNICIPIO	TENENCIA					
	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS Y OCUPANTES	PROPIA	ALQUILADA	ES DE UN FAMILIAR O LES PRESTAN LA VIVIENDA	OTRA SITUACIÓN	NO ESPECIFICADO
Coroneo	3,102	81.98	6.83	10.54	0.64	0.00
Epitacio Huerta	4,576	86.69	4.59	8.24	0.48	0.00
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.						

Seguridad social

Dentro del municipio de Coroneo se localizan 3 instalaciones de servicios de la secretaria de salud, el municipio Epitacio Huerta cuenta con 12 instalaciones de servicios de salud, entre los sectores de secretaria de salud, IMSS, IMSS régimen bienestar y servicios médicos privados, la población de Epitacio Huerta son el municipio que cuenta mayores servicios de atención primaria en salud (*Cuadro 65*).

Cuadro 65. Infraestructura para la atención en salud en el municipio del SAR.

MUNICIPIO	SECRETARIA DE SALUD	IMSS	IMSS RÉGIMEN BIENESTAR	CRUZ ROJA	SERVICIOS MÉDICOS PRIVADOS
Coroneo	3				
Epitacio Huerta	7	1	3		1
Fuente: CIES con datos de la Secretaría de Salud, Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES). Ultima modificación 9 de enero de 2024.					

El 98% de la población de los municipios se encuentra afiliada a algún servicio de salud, siendo la secretaria de salud la que cuenta con el mayor registro, el municipio de Coroneo con el 79.85% y Epitacio Huerta con el 56.55% (*Cuadro 66*).

Cuadro 66. Condición de afiliación a los servicios de salud en municipio del área de estudio.

MUNICIPIO	CONDICIÓN DE AFILIACIÓN A SERVICIOS DE SALUD										
	AFILIADA									NO USUARIA	NO ESPECIFICA
	TOTAL	IMSS	ISSSTE E ISSSTE ESTATAL	PEMEX, DEFENSA O MARINA	SECRETARÍA DE SALUD	IMSS BIENESTAR	SERVICIO PRIVADO	CONSULTORIO DE FARMACIA	OTRA INSTITUCIÓN		
Coroneo	99.18	1.99	1.90	0.02	79.85	0.23	14.63	0.94	0.45	0.75	0.07
Epitacio Huerta	98.75	1.95	0.96	0.02	56.55	0.12	38.89	1.15	0.35	1.07	0.18
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.											

Educación

La UNESCO (2014) dice que la educación es importante para el pleno desarrollo de la personalidad humana, talento, habilidades físicas y mentales para alcanzar el potencial personal, es por ello por lo que se ha reconocido el derecho a la educación como un derecho humano y la misma UNESCO busca que los Estados garanticen a sus respectivas poblaciones el ejercicio de este derecho. En particular, las comunidades indígenas tienen derecho tanto a tener una educación tradicional que reproduzca su riqueza cultura como a acceder a todos los niveles y formas de educación del Estado (DNUSDPI, 2006).

La forma más común de conocer el acceso a la educación es a través del nivel de escolaridad, el cual se refiere a la etapa de estudio más alto aprobado por la población de 3 y más años según el Sistema Educativo Nacional (INEGI, 2015) y se mide en cantidad de años cursados. El promedio de escolaridad nacional es de 9.1 años cursados, donde se tiene 9.3 años para hombres y 9.0 años para mujeres, sin embargo, la población hablante de lengua indígena tiene un promedio de 5.7 años cursados, cifra que es casi 4 años menos de escolaridad que el promedio nacional, donde los hombres cuentan 6.2 años y las mujeres 5.1 años (INEGI, 2015). Tales datos expresan la exclusión histórica de las políticas gubernamentales que han vivido las comunidades indígenas de México y que han conllevado al rezago educativo que observamos en los datos ya señalados que a su vez impactan en los altos grados de marginación en el SAR.

En 2020, en Guanajuato el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más de edad es de 9.0, lo que equivale a secundaria concluida, en analfabetismo 5 de cada 100 personas de 15 años y más, no saben leer ni escribir, el mayor porcentaje de población analfabeta en Guanajuato se encuentra entre las personas de 75 años y más con 34.6 %. Para el estado de Michoacán en el año 2020 el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más de edad es de 8.6, lo que equivale a poco más de segundo año de secundaria, mientras que en analfabetismo 7 de cada 100 personas de 15 años

y más, no saben leer ni escribir, encontrándose el mayor porcentaje de población analfabeta entre las personas de 75 años y más con 35.1 % (INEGI, 2020).

En tema de educación los municipios de Coroneo y Epitacio Huerta, su población de 15 años y más el 92.24% y 89.60% es alfabeta. La población analfabeta para los municipios es de 7.70% para Coroneo y 10.36% para Epitacio Huerta, analizando los porcentajes se detecta que los municipios presentan un mayor rezago (*Cuadro 67*).

Para los municipios Coroneo y Epitacio Huerta sus niveles educativos representan que la población mayor de 3 años y más tienen grados de educación básica, media superior y superior. El mayor nivel de educación básica es primaria para ambos municipios, seguido por secundaria (*Cuadro 68*).

Cuadro 67. Porcentaje de población de 15 y más años analfabeta y sin primaria completa.

MUNICIPIO	POBLACIÓN DE 15 AÑOS Y MÁS	ALFABETA	ANALFABETA	NO ESPECIFICADO
Coroneo	7,980	92.24	7.70	0.06
Epitacio Huerta	11,274	89.60	10.36	0.04
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.				

Cuadro 68. Condición educativa de la población mayor de 15 años.

MUNICIPIO	POBLACIÓN DE 3 AÑOS Y MAS	NIVEL DE ESCOLARIDAD													NO ESPECIFICADO
		SIN ESCOLARIDAD	EDUCACIÓN BÁSICA						EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR			EDUCACIÓN SUPERIOR			
			PREESCOLAR	PRIMARIA	SECUNDARIA				ESTUDIOS TÉCNICOS O COMERCIALES	BACHILLERATO	NORMAL BÁSICA	ESTUDIOS TÉCNICOS O COMERCIALES	LICENCIATURA	POSGRADO	
					TOTAL	1 A 2 GRADOS	3 GRADOS	NO ESPECIFICADO							
Coroneo	10,534	1,011	603	3,657	3,222	549	2,673	0	37	1,383	4	65	457	67	16
	%	9.59	5.72	**34.71**	**30.58**	17.03	82.96	0	0.35	13.12	0.03	0.61	4.33	0.63	0.15
Epitacio Huerta	15,255	1,895	913	6,815	3,552	828	2,724	0	3	1,531	9	42	404	45	20
	%	12.42	5.98	**44.67**	**23.28**	23.31	76.68	0	0.01	10.03	0.05	0.27	2.64	0.29	0.13
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.															

Actividades económicas

Dentro del estado de **Guanajuato** dentro de las principales actividades productivas que se desarrollan se encuentran: el comercio, la construcción, la fabricación de maquinaria y equipo, la industria alimentaria, y los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles.

Los sectores estratégicos en el estado son: agroindustrial, autopartes-automotriz, productos químicos, cuero-calzado y confección-textil-moda, servicios de investigación, turismo, equipo médico, farmacéuticos y cosméticos.

Las principales ventas internacionales de Guanajuato en 2023 fueron Partes y Accesorios de Vehículos Automotores (US$4,203M), Calzado con Suela de Caucho, Plástico, Cuero Natural o Regenerado y Parte Superior de Cuero Natural (US$635M) y Alambres y Cables Eléctricos (US$627M) (Secretaria de finanzas, 2023).

Los principales destinos de ventas internacionales en 2023 fueron Estados Unidos (US$12,543M), Canadá (US$698M) y Japón (US$218M) (Secretaria de finanzas, 2023).

El estado de **Michoacán** entre sus principales actividades productivas se encuentran el comercio, agricultura, crianza de animales, aprovechamiento forestal, servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, transporte y almacenamiento.

Los sectores estratégicos en el estado son: servicios de información, agroindustrial, logística, turístico y minería, donde ocupa el primer lugar en producción de fierro y el segundo en diatomita.

Las principales ventas internacionales de Michoacán de Ocampo en 2023 fueron Higos, Piñas, Aguacates, Guayaba, Mangos, Frescos o Secos (US$2,943M), Otras Frutas y Nueces, Frescas (US$561M) y Frutas u otros Frutos y Demás Partes Comestibles de Plantas, Preparados o Conservados de otro Modo, Incluso con Adición de Azúcar u otro Edulcorante o Alcohol, no Expresados ni Comprendidos en otra Parte (US$305M) (Secretaria de finanzas, 2023).

Los principales destinos de ventas internacionales en 2023 fueron Estados Unidos (US$4,239M), Canadá (US$180M) y España (US$92M) (Secretaria de finanzas, 2023).

Entre las principales actividades productivas que se llevan a cabo en el estado se encuentran: el comercio, la construcción, la manufactura, la fabricación de maquinaria y equipo, el transporte, las comunicaciones y los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles. Durante 2020, la economía de Guanajuato registró un PIB de 4.3% y Michoacán registro un 2.5% (*Figura 153*).

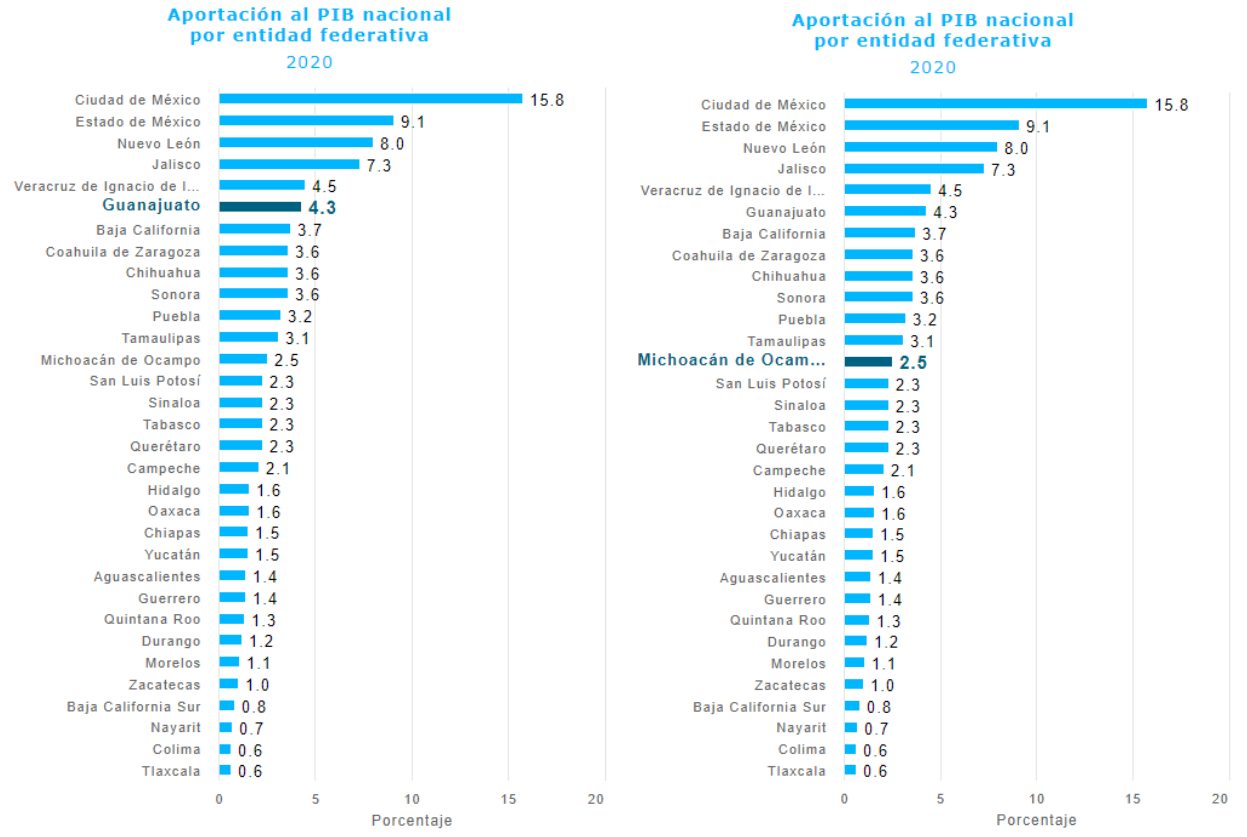


Figura 153. Participación de las actividades económicas en el Producto Interno para el estado de Guanajuato y Michoacán 2020. Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales. Producto Interno Bruto por Entidad (PIBE) 2020. Datos preliminares.

La distribución espacial de las unidades económicas más importantes del SAR permite corroborar, posibles tendencias de uso del suelo en el SAR.

PEA

La población económicamente activa (PEA) se define como el número de personas en edad de trabajar de un territorio, estos individuos cuentan con un puesto de trabajo remunerado o aspiran a acceder a uno.

Para el municipio de Coroneo la desagregación de la PEA ocupada para los hombres es de 60.27% y mujeres 39.73%, para el municipio de Epitacio Huerta la PEA ocupada para los hombres es de 63.67% y mujeres 36.33% (*Cuadro 69*). Para la población no económicamente activa las mujeres presentan un mayor porcentaje para los municipios (Coroneo 73.86% y Epitacio Huerta 76.24%) (*Cuadro 70*).

Para observar las principales características del sistema económico se tomarán los sectores primario, secundario y terciario, dichos indicadores tomados del Censo de Población y Vivienda 2020 realizado por INEGI. En los municipios de Coroneo el sector de actividad económica principal se encuentra dentro del servicios terciarios (Servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales,

gobierno y otros) con el 30.91% y sector primario (Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza) con el 26.74%. El municipio de Epitacio Huerta como principal sector se ubica dentro del primario con el 42.51%, seguido del sector terciario con el 25.12% (*Cuadro 71*).

Cuadro 69. Población económicamente activa (PEA).

MUNICIPIO	POBLACIÓN DE 12 AÑOS Y MÁS	PEA OCUPADA	PEA OCUPADA HOMBRE	%	PEA OCUPADA MUJER	%
Coroneo	8,609	4,807	2,897	**60.27**	1,910	39.73
Epitacio Huerta	12,288	6,974	4,440	**63.67**	2,534	36.33
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.						

Cuadro 70. Población económicamente no activa en el municipio del SAR.

MUNICIPIO	POBLACIÓN DE 12 AÑOS Y MÁS	POBLACIÓN NO ECONÓMICAMENTE ACTIVA	NO ESPECIFICADO	POBLACIÓN NO ECONÓMICAMENTE ACTIVA - HOMBRE	%	POBLACIÓN NO ECONÓMICAMENTE ACTIVA - MUJER	%
Coroneo	8,609	3,582	51	936	26.14	2,646	**73.86**
Epitacio Huerta	12,288	5,242	40	1,246	23.76	3,996	**76.24**
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.							

Cuadro 71. Sectores de actividad económicas en los municipios del SAR.

MUNICIPIO	SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA					
	AGRICULTURA, GANADERÍA, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	MINERÍA, INDUSTRIAS MANUFACTURERAS, ELECTRICIDAD Y AGUA	CONSTRUCCIÓN	COMERCIO	SERVICIOS DE TRANSPORTE, COMUNICACIÓN, PROFESIONALES, FINANCIEROS, SOCIALES, GOBIERNO Y OTROS	NO ESPECIFICADO
Coroneo	**26.74**	10.80	12.01	18.69	**30.91**	0.84
Epitacio Huerta	**42.51**	8.57	11.28	12.30	**25.12**	0.21
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.						

Ingreso por trabajo

De acuerdo con la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos 2024, hay un salario mínimo aplicable a todo el país, el cual es de $248.93 pesos diarios, mientras que en la Zona Libre de la Frontera Norte es de $374.89 pesos diarios (CONASAMI, 2024. El cual varía, dependiendo la profesión, de las cuales, se enuncian algunas a continuación, según los salarios mínimos estipulados por esta Comisión: Oficial de Albañilería $287.17; operador(a) de Buldozer y/o traxcavo, $300.84; chofer de camión de carga en

general $293.06; chofer de camioneta de carga en general $284.76; chofer operador(a) de vehículos con grúa $273.92; operador(a) de draga $303.61; oficial electricista instalador(a) y reparador(a) de instalaciones eléctricas $281.44; secretario(a) auxiliar $295.98; soldador(a) con soplete o con arco eléctrico $284.16; vaquero(a) ordeñador(a) a máquina $253.10; Velador(a) $257.88.

Dentro de la población económicamente activa de los municipios el mayor porcentaje de la población son trabajadores asalariados (Coroneo 64.26%, Epitacio Huerta 54.34%) por lo que se infiere están registrados dentro de alguna empresa, industria, entre otros, seguido por los trabajadores por cuenta propia (Coroneo 23.66%, Epitacio Huerta 30.22%), como se puede observar en el *Cuadro 72*. En las percepciones monetarias por fuentes distintas al trabajo destacan los programas de gobierno y percepción monetaria de alguna persona que vive en otro país (*Cuadro 73*).

Cuadro 72. Posición en el trabajo.

MUNICIPIO	POBLACIÓN DE 12 AÑOS Y MÁS OCUPADA	POSICIÓN EN EL TRABAJO				
		TRABAJADORES ASALARIADOS	EMPLEADORES	TRABAJADORES POR CUENTA PROPIA	TRABAJADORES SIN PAGO	NO ESPECIFICADO
Coroneo	4,147	**64.26**	1.81	**23.66**	10.27	0.00
Epitacio Huerta	5,123	**54.34**	1.23	**30.22**	14.21	0.00
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.						

Cuadro 73. Condición de percepción de ingresos monetarios de fuentes distintas al trabajo.

MUNICIPIO	CONDICIÓN DE PERCEPCIÓN DE INGRESOS MONETARIOS DE FUENTES DISTINTAS AL TRABAJO					
	CON PERCEPCIÓN MONETARIA Y TIPO DE FUENTE				SIN PERCEPCIÓN MONETARIA	NO ESPECIFICADO
	PROGRAMAS DE GOBIERNO	JUBILACIÓN O PENSIÓN	DE ALGUNA PERSONA QUE VIVE EN OTRA VIVIENDA DENTRO DEL PAÍS	DE ALGUNA PERSONA QUE VIVE EN OTRO PAÍS		
Coroneo	**72.68**	5.39	15.30	**32.16**	58.74	0.10
Epitacio Huerta	**81.26**	3.69	15.10	**24.93**	50.35	0.00
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.						

Movilidad cotidiana por trabajo

La movilidad urbana se refiere al conjunto de desplazamientos que los habitantes de las urbes realizan para acceder a sus actividades cotidianas (Empleo, centros de educación, esparcimiento, servicios, entre otros). En los municipios la movilidad cotidiana por trabajo se realiza dentro de estos mismos municipios siendo superior al 99% de la población, lo que indica que los municipios tienen suficiente

oferta laboral. Dentro de la movilidad de trabajo fuera del país Epitacio Huerta tiene un mayor porcentaje con el 12.80 y Coroneo 10.32 (*Cuadro 74*).

Cuadro 74. Movilidad por lugar de trabajo.

MUNICIPIO	LUGAR DE TRABAJO				
	EN LA MISMA ENTIDAD			EN OTRA ENTIDAD O PAÍS	NO ESPECIFICADO
	EN EL MISMO MUNICIPIO	EN OTRO MUNICIPIO	NO ESPECIFICADO		
Coroneo	99.22	0.78	0.00	10.32	0.00
Epitacio Huerta	99.64	0.36	0.00	12.80	0.00
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.					

Migración México-Estados Unidos

En las últimas décadas, la migración de mexicanos a Estados Unidos ha experimentado significativos cambios en cuanto al volumen, extensión territorial y características sociodemográficas de las personas que participan en los flujos migratorios. La extensión del fenómeno migratorio y sus profundas implicaciones en los ámbitos demográficos, económicos y sociales de las distintas entidades federativas del país han colocado a la cuestión migratoria como uno de los temas prioritarios.

De acuerdo con la Organización Internacional para las Migraciones (OIM), perteneciente a las Naciones Unidas, la migración es el movimiento de personas fuera de su lugar de residencia habitual, ya sea a través de una frontera internacional o dentro de un país. Tal fenómeno ha ido en aumento en la última década, y entre las causas se pueden encontrar a las transformaciones económicas y sociales que se han experimentado el planeta desde finales del siglo XX, principalmente el desarrollo de un mundo más globalizado junto al intercambio comercial.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID), en México, para el periodo 2009-2014, el 86.6% (581,269) de emigrantes mexicanos tuvo como principal país de destino los Estados Unidos, de los cuales el 77.7% eran hombres y el 22.3% mujeres, y como principal causa de la migración fue buscar trabajo o trabajar.

Los migrantes de retorno (personas nacieron en México que después de un periodo de vivir en el extranjero regresaron a México) para el periodo 2009– 2014 reportaron un total de 556,915 procedentes de Estados Unidos, de los cuales 3 de cada 10 son mujeres, el 45.5% tenían entre 30 y 44 años y la principal causa de retorno fue reunirse con la familia (CONAPO, 2016).

La migración México-Estados Unidos es un fenómeno de carácter principalmente económico que responde a la combinación de factores estructurales, tales como las profundas disparidades económicas y salariales, la complementariedad demográfica y un contexto de creciente integración económica entre ambos países.

Entre 2015 y 2020, salieron de Guanajuato 92,215 personas para radicar en otra entidad. En 2020, de Guanajuato salieron 62,476 personas para vivir en otro país, 93 de cada 100 se fueron a Estados Unidos de América. A nivel nacional se registraron 802,807, de ellos 77 de cada 100 se fueron a Estados Unidos de América. Entre 2015 y 2020, salieron de Michoacán de Ocampo 110,781 personas para radicar en otra entidad, en 2020, de Michoacán de Ocampo salieron 50,770 personas para vivir en otro país, 94 de cada 100 se fueron a Estados Unidos de América. A nivel nacional se registraron 802,807, de ellos 77 de cada 100 se fueron a Estados Unidos de América. (*Figura 154*).

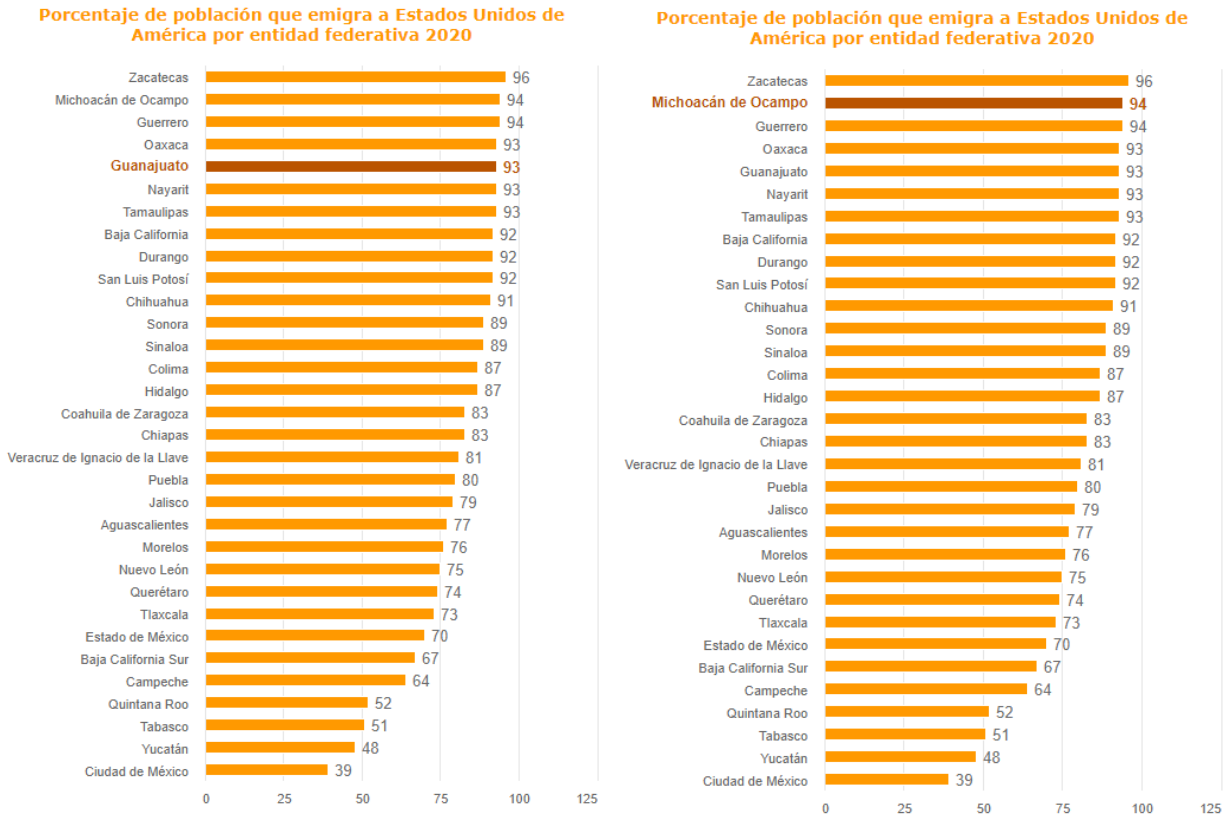
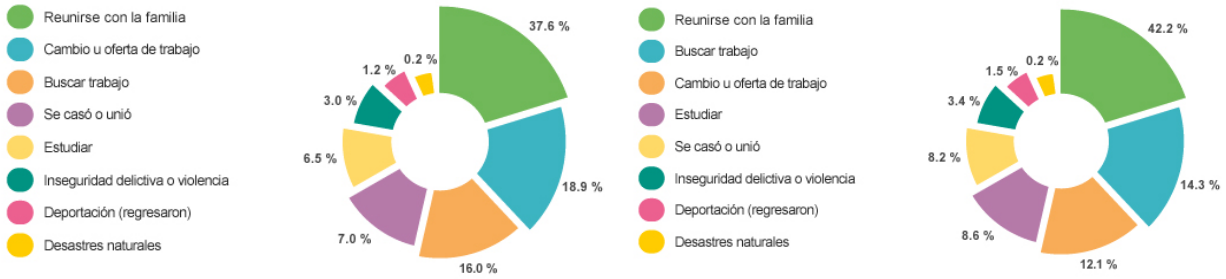


Figura 154. Población emigrante a USA por entidad federativa. Fuente: Cuéntame INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

Las principales causas por las que migran las personas en Guanajuato y Michoacán son para reunirse con su familia (37.6% y 42.2%), seguido por el cambio u oferta de trabajo (18.9% y 14.3%) (*Figura 155*).



Guanajuato | Michoacán de Ocampo

Figura 155. Causas de la migración en el estado de Guanajuato y Michoacán de Ocampo. Fuente: Fuente: Cuéntame INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

El grado de intensidad migratoria (*Cuadro 75*), determinado también a partir de un índice de intensidad formulado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), muestra que, en el municipio de Coroneo tiene un grado de intensidad migratorio "Alto" ocupando el lugar 413 y Epitacio Huerta tiene un grado de intensidad migratorio "Muy Alto" ocupando el lugar 20 en contexto nacional.

Cuadro 75. Índice de intensidad migratoria en el municipio del SAR.

MUNICIPIO	ÍNDICE DE INTENSIDAD MIGRATORIA 2020	GRADO DE INTENSIDAD MIGRATORIA	LUGAR QUE OCUPA EN EL CONTEXTO NACIONAL
Coroneo	61.12	Alto	413
Epitacio Huerta	55.51	Muy alto	20
Fuente: CONAPO, 2020.			

Propiedad de la tierra

La propiedad de la tierra o también llamada la tenencia de la tierra, es una serie de normas y reglas que las comunidades establecen para el acceso y control de estas, donde definen quiénes, qué recursos, tiempos, responsabilidades y la transferencia de la tierra. Cabe mencionar que el término tierra engloba a otros recursos naturales como el forestal o agua.

La FAO (2003) también nos dice que la tenencia de la tierra atraviesa distintas esferas como la social, política y económica, de ahí la importancia de identificar plenamente estas estructuras.

De acuerdo con el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM. 2020), en el país existen tres formas de propiedad: la pública, privada y social, ésta última cuenta con dos tipos, la ejidal y comunal.

El Registro Agrario Nacional (RAN, 2019) refiere que el 50.8% del territorio nacional cuenta con un régimen de propiedad social (99.822 millones de hectáreas) que lo constituye un 42.8% es de propiedad privada (84.102 millones de hectáreas) y el 6.4% cuenta con un régimen diferente a los anteriores (terrenos nacionales: 0.6%, colonias agrícolas y ganaderas: 2.2% y otras formas: 3.6%).

En ese 50.8% del territorio nacional se distribuyen 32,102 núcleos agrarios, 29,709 ejidos y 2,393 comunidades; el SAR concentra el 0.51% de la propiedad social del país y representa el 59.7% de su superficie total (514,539.7 ha.). No obstante que el trazo del Proyecto, el tipo de propiedad preponderante del SAR cuenta con una estructura organizacional y liderazgos comunitarios inherentes a este tipo de propiedad que el proyecto debe considerar.

La estructura orgánica de la propiedad social está constituida por tres elementos de representación y gestión: la asamblea (ejidal o comunitaria), compuesta por los ejidatarios y las ejidatarias con sus derechos agrarios legalmente reconocidos; el comisariado (ejidal o de bienes comunales) que se encarga de la ejecución de los acuerdos de las asambleas, de la representación y gestión administrativa del ejido; y el consejo de vigilancia, compuesto por un presidente y dos secretarios con sus respectivos suplentes. La asamblea ejidal es el órgano democrático de participación directa para los núcleos agrarios (CPEUM. 2020).

Las propiedades de tipo social son consideradas en ejidos y comunidades agrarias que bajo dicha modalidad la propiedad corresponde al núcleo agrario "término genérico por el cual se identifica a los núcleos ejidales o comunales, que han sido beneficiados por una resolución presidencial dotatoria o sentencia de los Tribunales Agrarios, a través de la cual les fueron concedidas tierras, bosques y aguas" (Procuraduría Agraria).

De acuerdo con la Actualización del Marco Censal Agropecuario 2016 (INEGI), en México se consideraban 9.3 millones de terrenos rurales, los cuales cubren una superficie total de 190.3 millones de hectáreas. Tal superficie se clasifica según el tipo de tenencia de la tierra en ejidal, comunal, propiedad privada, colonia agrícola y propiedad pública, las cuales tuvieron los siguientes porcentajes:

Las formas más importantes de tenencia de la tierra en México son la propiedad privada (44.8%) y la ejidal (44.5%), con una diferencia marginal entre ellos. Respecto a la propiedad de la tierra, 9 de cada 10 terrenos son propiedad del productor (90.7%), el resto es rentada (2.7%), a medias o aparcería (0.4%), prestada (3.3%), concesión (0.5%) y posesión (2.5%).

Dentro del SAR se encuentran 10 ejidos, 3 se ubican en el municipio de Coroneo y 7 en el municipio de Epitacio Huerta (*Cuadro 76* y *Figura 156*).

Cuadro 76. Núcleos agrarios.

MUNICIPIO	NÚCLEO AGRARIO	TIPO	DENTRO DEL SAR
Coroneo	La Tinaja y sus Anexos La Huerta y Bodo	Ejido	X
	Coroneo	Ejido	X
	Piedra Larga	Ejido	X
Epitacio Huerta	La Margarita	Ejido	X
	La Paz	Ejido	X
	San Miguel La Rata	Ejido	X
	Molinos de Caballero	Ejido	X
	Ojo de Agua	Ejido	X
	El Salitrillo	Ejido	X
	Santacruz Ojo de Agua	Ejido	X
Fuente: Registro Agrario Nacional. Ultima actualización 2024-08-29. datos.ran.gob.mx			

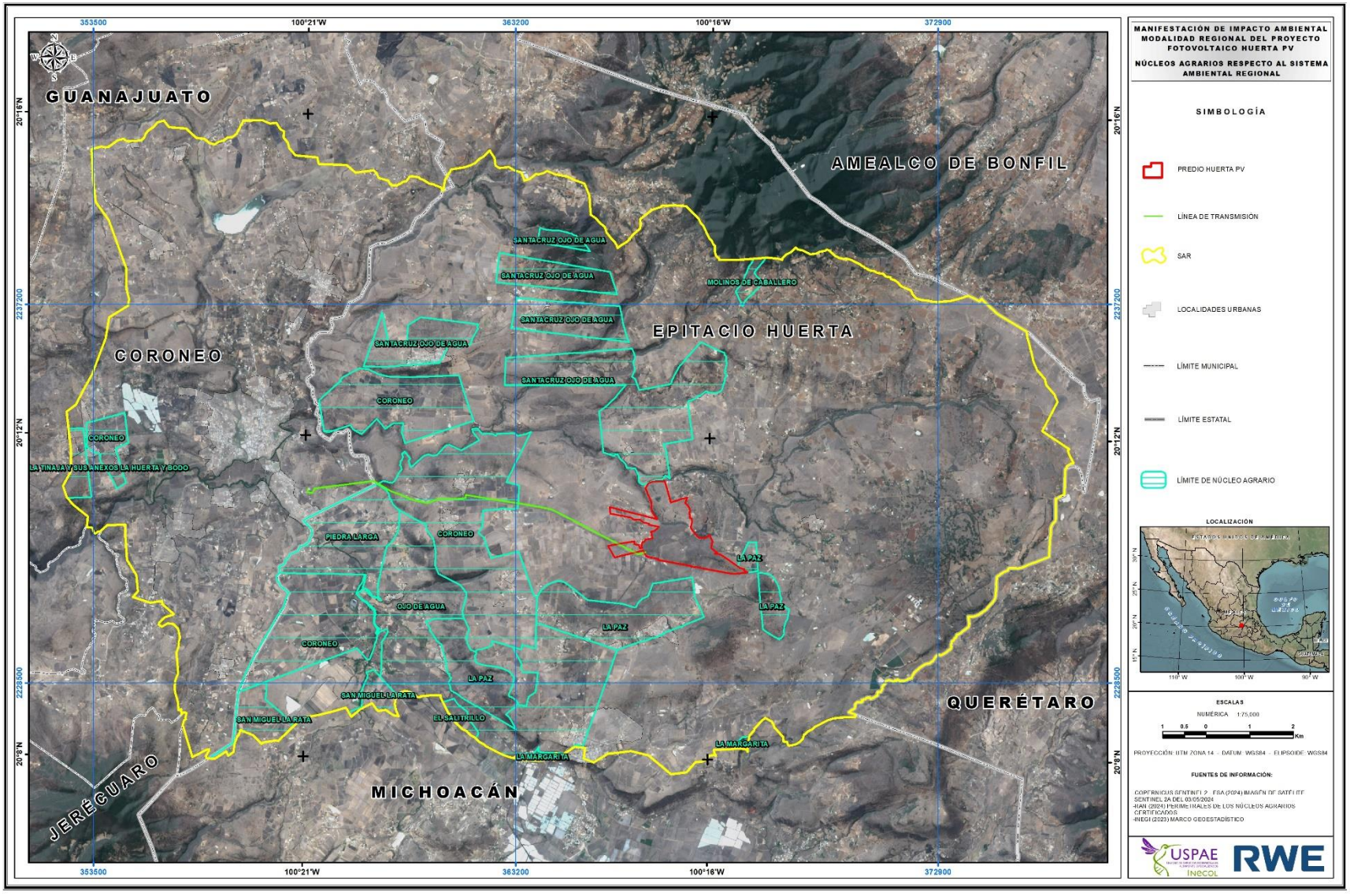


Figura 156. Núcleos agrarios dentro del SAR.

Aspectos culturales y estéticos

Los pueblos indígenas son una pieza fundamental del mosaico de culturas y tradiciones que han contribuido a la construcción de México, estos padecen de un grado de marginación social y económica muy alto, en muchos casos mayores al del resto de la población mexicana, situación que se acentuó en las últimas décadas dificultando su desarrollo y florecimiento. Debido a lo anterior, es importante tomar en cuenta a los pueblos indígenas involucrados con la realización del proyecto, puesto que esta población marginal con fuerte desintegración, desde el punto de vista del desarrollo socioeconómico, pueden recibir los impactos del proyecto y conformar una nueva dinámica.

En general, la población originara en los municipios de México alcanza niveles de desarrollo inferiores a la población no indígena (PNUD, 2010) y el Coneval (2019) nos dice que las brechas encontradas entre el bienestar de la población indígena y no indígena en 2018, es similar a las encontradas en 2008, por lo que se puede inferir que han sido 10 años en que las acciones realizadas para mejorar las condiciones de vida de la población indígena no han tenido éxito.

De acuerdo con el Catálogo de Localidades Indígenas (2020), documento realizado de manera conjunta entre el INEGI y la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), ahora Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), en México el 9.9% de la población es indígena (11,132,562 habitantes).

Los procesos de globalización y apertura del campo mexicano han vulnerado cada vez más las condiciones de vida de grupos indígenas que intensificaron estrategias de migración -principalmente campo-ciudad- que datan de décadas atrás. Lo anterior se refleja en las estadísticas intercensales de 2000 y 2010 y en el conteo de población de 2005, donde se aprecia la generalizada reducción de población indígena en las zonas de origen y su aumento en las medianas y grandes ciudades cercanas a los entornos rurales.

Según el Instituto Nacional de los estados con menor porcentaje de población de lengua indígena son Zacatecas, Guanajuato, Aguascalientes y Coahuila (INEGI, 2022).

En comparación con otras entidades federativas del país, la magnitud de la población indígena que reside en el estado de Guanajuato puede considerarse como escasa, ello a pesar de que existe población que habla náhuatl, chichimeca jonaz, otomí, mixe y mazahua (INEGI, 2020). Además de su magnitud relativa tan reducida, la población indígena tiene un carácter dispersa. Se encuentra diseminada a lo largo del territorio guanajuatense, salvo en algunas excepciones (López, 2004). Hay registro de 33 lenguas indígenas en Guanajuato, 5 lenguas son predominantes: Náhuatl, chichimeca jonaz, otomí, mixe y mazahua, el resto de las lenguas tienen una presencia minoritaria en la región, las cuales podrían extinguirse con el paso de las generaciones.

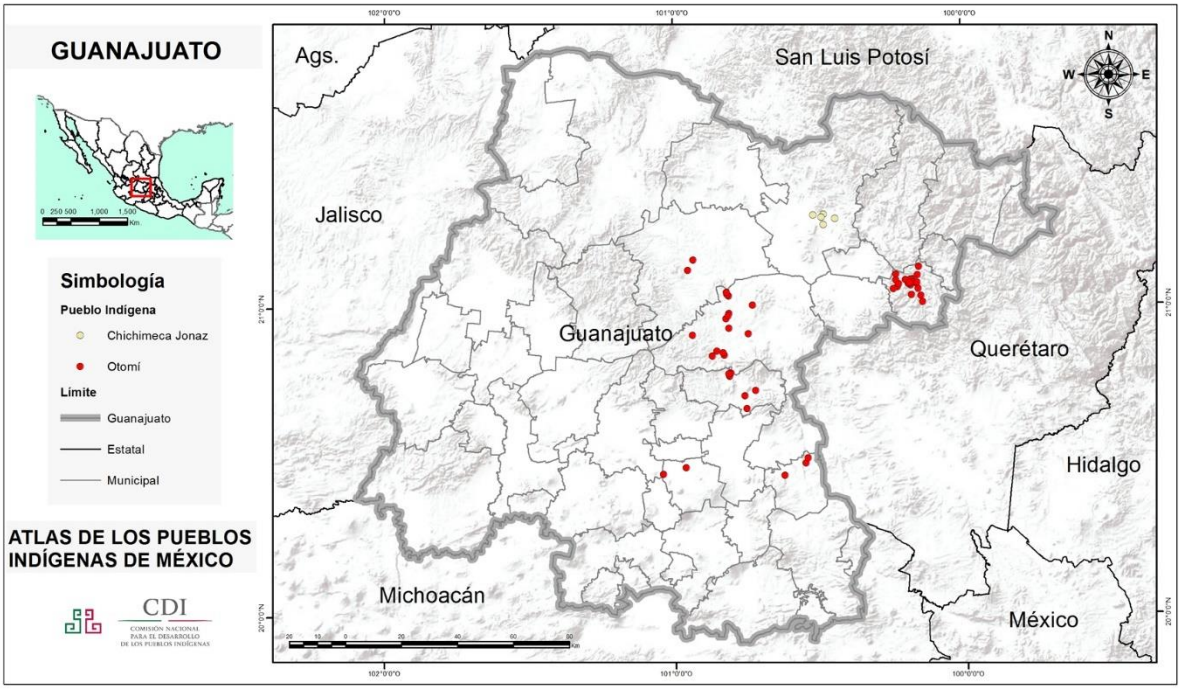


Figura 157. Pueblos indígenas en el estado de Guanajuato. Fuente: Atlas de los pueblos indígenas de México. - INPI. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas / INALI.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), en Michoacán actualmente hay cuatro pueblos indígenas, a saber: p'urhépechas, otomíes, mazahuas y nahuas. Según el Diagnóstico estatal de Michoacán, los pueblos indígenas están localizados de la siguiente manera: los purhépechas en 22 municipios del área Centro-Norte; los otomíes y mazahuas al oriente y los nahuas en la Costa (Proyecto Perfiles Indígenas de México de Luis Vázquez).

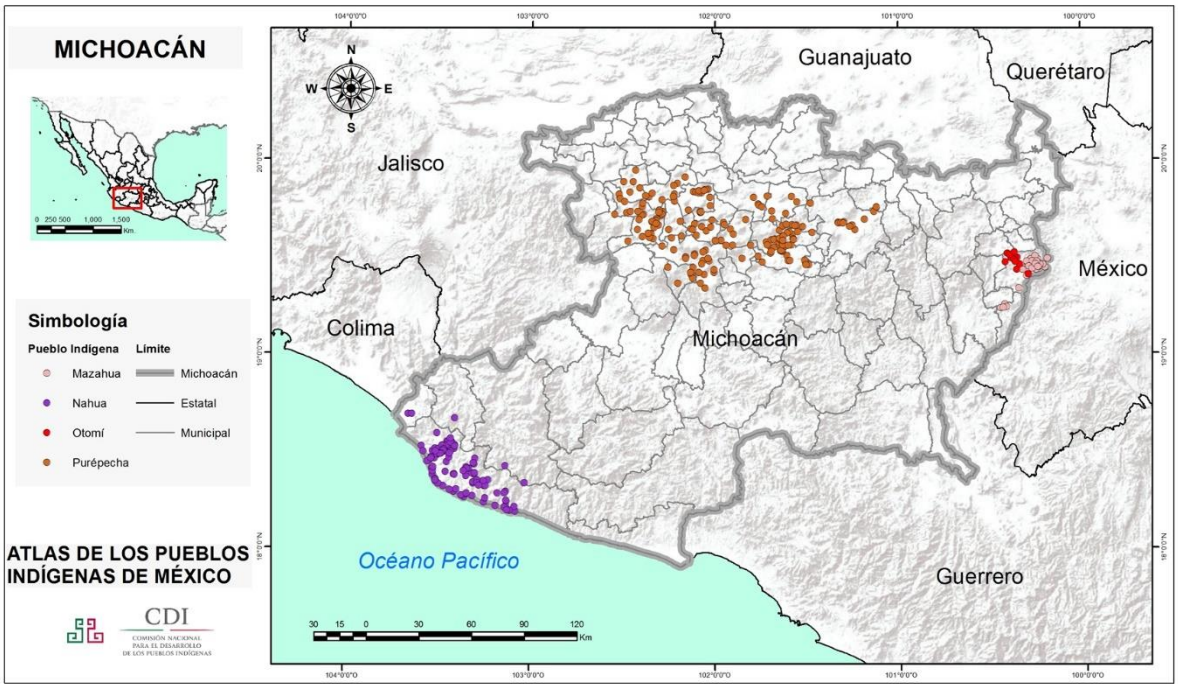


Figura 158. Pueblos indígenas en el estado de Michoacán. Fuente: Atlas de los pueblos indígenas de México. - INPI. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas / INALI.

En los municipios presentes en el SAR según el censo de población y vivienda (2020) en el municipio de Coroneo el 8.72% de la población se considera indígena y en el municipio de Epitacio Huerta el 17.55%. En cuanto a la condición de habla indígena para la población de los municipios el para ambos municipios el 99.80% no hablan una lengua indígena (*Cuadro 77*). Para la condición de compresión de una lengua indígena entre el 0.18% (Coroneo) y 0.82% (Epitacio Huerta) de la población de los municipios entiende una lengua indígena (*Cuadro 78*).

Para el año 2020 el catálogo de localidades indígenas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (2020) no registra ninguna localidad indígena dentro del SAR.

Cuadro 77. Distribución porcentual de población indígena de los municipios.

MUNICIPIO	CONDICIÓN DE AUTO ADSCRIPCIÓN INDÍGENA			CONDICIÓN DE HABLA INDÍGENA				
	SE CONSIDERA INDÍGENA	NO SE CONSIDERA INDÍGENA	NO ESPECIFICADO	POBLACIÓN DE 3 AÑOS Y MÁS	HABLA ESPAÑOL	NO HABLA ESPAÑOL	NO ESPECIFICADO	NO HABLA LENGUA INDÍGENA
Coroneo	8.72	91.24	0.04	10,534	0.18	0	0.02	99.80

MUNICIPIO	CONDICIÓN DE AUTO ADSCRIPCIÓN INDÍGENA			CONDICIÓN DE HABLA INDÍGENA				
	SE CONSIDERA INDÍGENA	NO SE CONSIDERA INDÍGENA	NO ESPECIFICADO	POBLACIÓN DE 3 AÑOS Y MÁS	HABLA ESPAÑOL	NO HABLA ESPAÑOL	NO ESPECIFICADO	NO HABLA LENGUA INDÍGENA
Epitacio Huerta	17.55	82.22	0.22	15,255	0.18	0.02	0.01	99.80
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.								

Cuadro 78. Condición de comprensión de lengua indígena de los municipios.

MUNICIPIO	CONDICIÓN DE COMPRENSIÓN DE LENGUA INDÍGENA		
	ENTIENDE LENGUA INDÍGENA	NO ENTIENDE LENGUA INDÍGENA	NO ESPECIFICADO
Coroneo	0.18	99.78	0.04
Epitacio Huerta	0.82	98.95	0.22
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.			

Arqueología

Guanajuato

En el estado de Guanajuato se localizan algunos de los centros ceremoniales más característicos y relevantes del bajío, los cuales son:

Peralta

Ubicado en el municipio de Abasolo, la arquitectura monumental del sitio arqueológico de Peralta constituye una de las mayores expresiones constructivas de La arquitectura monumental de Peralta constituye una de las mayores expresiones constructivas de la población que vivió en El Bajío (*Figura 159*). Su notable morfología arquitectónica cuenta con seis de los ocho distintos trazos de la arquitectura de montículo y patio hundido. Estos grupos humanos practicaron la agricultura de temporal en terrazas, en las laderas de los cerros y, muy probablemente, aprovecharon las crecientes del Río Lerma para sembrar en algunas partes de la planicie. La filiación étnica de esta población aún se desconoce. Su cronología principal es Clásico Temprano, del 300 al 750 d. C (Datos SIC, consultado en 2024).



Figura 159. Sitio arqueológico Peralta. Fuente: Sistema de Información Cultural (SIC México).

Cañada de la Virgen

La zona arqueológica Cañada de la Virgen, ubicada en el municipio de San Miguel de Allende, es un asentamiento prehispánico enclavado en la frontera septentrional de Mesoamérica, cuyos principales monumentos se utilizaron para realizar observaciones del cielo (*Figura 160*). Su traza urbana refleja los ciclos cósmicos a los que se vinculaba la vida de grupos de agricultores que también practicaron la recolección y la cacería de las regiones semidesérticas aledañas e intercambiaron con otras regiones mesoamericanas objetos utilizados en actividades rituales.

Su posición defensiva, desde la que se domina visualmente la cuenca central del río Laja, indica también la importancia ritual del lugar. El apogeo de este sitio tuvo lugar entre los años 600 y 900 d.C., situándose en el Epiclásico mesoamericano (Datos SIC, consultado en 2024).



Figura 160. Sitio arqueológico Cañada de la Virgen. Fuente: Sistema de Información Cultural (SIC México).

El Cóporo

Este asentamiento prehispánico, habitado entre 500 y 900 d.C., se encuentra sobre las estribaciones al poniente de la sierra de Santa Bárbara y próximo a la comunidad de San José del Torreón, en el actual municipio de Ocampo, al noreste del estado de Guanajuato, sobre la antigua frontera septentrional de Mesoamérica (*Figura 161*). El asentamiento se compone de distintos espacios arquitectónicos que sugieren, junto con los objetos de cerámica y las herramientas en piedra, una afinidad con la región del Tunal Grande en San Luis Potosí y fuertes vínculos con los asentamientos prehispánicos de Zacatecas, Jalisco y el bajío guanajuatense (Datos SIC, consultado en 2024).



Figura 161. Sitio arqueológico El Cóporo. Fuente: Sistema de Información Cultural (SIC México).

Plazuelas

En las estribaciones sureñas de la sierra de Pénjamo, al suroeste de la sierra de Guanajuato, se hallan los vestigios de una de las ciudades más complejas de esta región. Concebida como un espacio abierto y en relación directa con los cerros, Plazuelas sobresale por su integración al paisaje, edificándose cuidadosamente para no romper el orden de su entorno. La ocupación de este sitio se dio entre 450 y 900 d.C., periodo en el que el territorio del actual estado de Guanajuato alcanzó su mayor densidad de población (*Figura 162*).

La zona arqueológica Plazuelas es un sitio que llama la atención por representar una diversidad de confluencias étnicas. Aunque de pequeñas dimensiones, la complejidad de los elementos arquitectónicos que lo conforman, lo hacen ser un lugar único entre los centros prehispánicos habitados durante el primer milenio de nuestra era.

Plazuelas está construida sobre tres laderas separadas por dos cañadas. En la cañada oriental nace de un pequeño manantial el arroyo Agua Nacida, que era hasta hace unos años la principal fuente de agua en la región. La cañada occidental, conocida como barranca de Los Cuijes, sólo lleva agua en época de lluvias.

El sitio está conformado por cinco edificios; en la ladera occidental solamente se encuentra la cancha de un juego de pelota orientado sobre el eje Este-Oeste, en tanto que en la ladera oriental tenemos un edificio de planta anular asociado a la tradición de edificios circulares de Teuchitlán, Jalisco, al que llaman en la región El Cajete, y un conjunto de tres basamentos piramidales que conforman una plaza abierta al sur, asociada a dos terrazas que nivelan suavemente el terreno (Datos SIC, consultado en 2024).



Figura 162. Sitio arqueológico Plazuelas. Fuente: Sistema de Información Cultural (SIC México).

Arroyo Seco

El sitio arqueológico Arroyo Seco está integrado por una planicie y dos pequeñas elevaciones naturales de relevante valor paisajista, donde se ubican los conjuntos pictóricos que le confieren a lugar su valor patrimonial y que lo distinguen como una de las concentraciones de arte rupestre más importantes del país (*Figura 163*).

Algunas de las grafías son representaciones humanas en actividades como la caza o danzando en pequeños grupos. También hay motivos zoomorfos: zorros, coyotes, perros y venados; águilas, lagartijas y ranas, e insectos como arañas o alacranes, así como vegetales, como la planta de maíz o quizá de peyote (Datos SIC, consultado en 2024).



Figura 163. Sitio arqueológico Arroyo seco. Fuente: Sistema de Información Cultural (SIC México).

Michoacán

Los sitios arqueológicos de Michoacán son vestigios de distintas culturas prehispánicas o precolombinas que se asentaron en el actual territorio del estado de Michoacán de Ocampo, México.

En Michoacán se asentaron diversas culturas entre las que destaca la presencia del pueblo purépecha ya que fue una cultura que se originó en el territorio michoacano, además de que establecieron la sede del imperio purépecha en la zona lacustre del Lago de Pátzcuaro en la región central de Michoacán. El antiguo pueblo purépecha tuvo una extensión por los actuales estados de Michoacán, Guanajuato, Querétaro y parte de Jalisco y Guerrero principalmente. Las zonas arqueológicas son:

Tres Cerritos

El sitio de Tres Cerritos es unos de los pocos asentamientos excavados de forma sistemática en la cuenca de Cuitzeo, los datos que se han obtenido de este lugar han contribuido de forma significativa para comprender diversas etapas a nivel regional (*Figura 164*). Se ha establecido que, en este asentamiento, existieron por lo menos dos importantes periodos de ocupación. El primero de ellos asociado con los desarrollos locales de Cuitzeo, momento en que el sitio funge como un importante centro ceremonial. Durante la primera etapa, se observan elementos cerámicos y arquitectónicos que guardan gran similitud con aquellos provenientes de Teotihuacán, que, más que indicar un sojuzgamiento de esta urbe, parecen revelar que su adopción fue como un símbolo de estatus por parte de las élites locales. Un segundo momento de ocupación, advierte la llegada de grupos ligados con el

imperio tarasco quienes utilizaron el sitio, entre otras cosas, para sepultar a sus muertos encima de los muros y dentro de los derrumbes de las estructuras, lo que nos indica que Tres Cerritos llevaba varios años de abandono (Datos SIC, consultado en 2024).



Figura 164. Sitio arqueológico Tres Cerritos. Fuente: INAH.

Huandacareo (La Nopalera)

Huandacareo es un sitio arqueológico Purépecha del Posclásico Tardío. El sitio se ubica en la cuenca de Cuitzeo sobre una loma que fue nivelada con una gran plataforma sobre la que se desplantan plazas y edificios. La evidencia arqueológica recuperada indica que este asentamiento no albergaba a una población numerosa, sino que se trataba de un lugar de índole pública para la administración del imperio, la impartición de justicia, la celebración de rituales y el enterramiento de líderes; es decir, era un punto importante en la organización político territorial del imperio Purépecha (*Figura 165*).

A partir del siglo XII d.C., se consigue dar a la ciudad su máximo realce y se levanta la mayor parte de las construcciones visibles (existen subestructuras y materiales que corresponden a épocas anteriores). También, se debe mencionar que esta zona arqueológica permaneció habitada hasta la llegada de los hispanos en 1536 (Datos SIC, consultado en 2024).



Figura 165. Sitio arqueológico Huandacareo. Fuente: INAH.

Tingambato

Este importante sitio también se le conoce como Tinganio que en lengua purépecha significa "lugar donde termina el fuego" (*Figura 166*). La arquitectura de Tingambato rompe con las características de los asentamientos de la región, Tingambato consistente en la presencia de talud y tablero, típico de la zona arqueológica de Teotihuacan en el estado de México. Encontramos el área civil compuesta por una gran estructura (Plataforma Principal) sobre la que construyeron muros que forman una serie de habitaciones alrededor de una plaza (Plaza 2) para constituir en conjunto, una especie de palacio.

Durante la primera se hizo una gran nivelación artificial formando una gran plaza, así como las dos estructuras piramidales; la plataforma principal fue construida con muros inclinados (en talud) y escaleras remetidas, en la segunda etapa se utilizó el sistema constructivo de talud-tablero. Sobre la plataforma principal se levantaron los cuartos que forman el área civil, se construyó la Plaza 2, sus adoratorios, la cancha del juego de pelota y la Tumba 1; en esta etapa las escaleras fueron limitadas con alfardas que sobresalen de las estructuras (Datos SIC, consultado en 2024).



Figura 166. Sitio arqueológico Tingambato. Fuente: INAH.

Tzintzuntzan

Tzintzuntzan, ubicada en el corazón de la cuenca del lago de Pátzcuaro, fue la última gran capital del imperio Purépecha. Desde ahí se controlaban la vida política, económica y religiosa. Su localización en la ladera del cerro Yahuarato permitía el dominio visual de gran parte de la cuenca y su protección por el costado sureste estaba asegurada por el propio cerro (*Figura 167*). Se pueden constatar dos períodos de ocupación del sitio a partir de las estructuras arquitectónicas: una gran nivelación artificial de la ladera del cerro sobre la que se encuentran los edificios visibles en la actualidad y una subestructura de dicha nivelación y de los edificios conocidos como yácatas (Datos SIC, consultado en 2024).



Figura 167. Sitio arqueológico Tzintzuntzan.

Ihuatzio

Ihuatzio es un sitio construido en una meseta artificialmente nivelada con una gran cantidad de trabajo invertido para ello (*Figura 168*). Se localiza en la ribera oriente del lago de Pátzcuaro. La primera ocupación del sitio correspondió a grupos de habla náhuatl y con influencia tolteca. Estos grupos habitaron las islas y las riberas del Lago de Pátzcuaro hasta la llegada de los purhépecha. Desde el arribo masivo de los grupos purhépecha a la cuenca del lago de Pátzcuaro, éstos adquirieron poder y paulatinamente dominaron la región hasta consolidar un estado fuerte. Ihuatzio, junto con Pátzcuaro y Tzintzuntzan serían los tres principales asentamientos y sedes de poder de un vasto imperio que abarcó una gran parte del estado de Michoacán y porciones de los de Jalisco, Guanajuato y Guerrero (longitudinalmente entre los límites de los ríos Balsas y Lerma). Ihuatzio fue la primera sede del imperio purhépecha, desde donde se catapultó para convertirse en un poderoso señorío, mediante la conquista o sometimiento de comunidades menores (Datos SIC, consultado en 2024).



Figura 168. Sitio arqueológico Ihuatzio. Fuente: INAH.

San Felipe Los Alzati

De acuerdo con los estudios arqueológicos realizados en el sitio, se le ubica para el periodo Posclásico tardío, considerado por este hecho, que el sitio se sitúa en la frontera entre los Mexica y los tarascos, por lo que su función primordial sería la defensa territorial. En los recientes trabajos efectuados en la zona, los materiales cerámicos obtenidos cuentan con características similares a los de otras áreas culturales con mayor antigüedad, por lo que podría ser un sitio desde donde se tuviera el control de paso para grupos de mercaderes y garantizar el comercio de productos del centro de México hacia Occidente y viceversa. En cualquier de las opciones consideradas, de acuerdo con la extensión del asentamiento, y las dimensiones monumentales de sus estructuras, le permiten ser clasificado como un lugar de gran jerarquía, en la que tal vez se hayan asentado alguno otomí, ya que éstos eran aliados de los purépecha en contra de los mexica (*Figura 169*) (Datos SIC, consultado en 2024).



Figura 169. Sitio arqueológico San Felipe Los Alzati. Fuente: INAH.

Dentro del SAR del proyecto no se ubica ningún sitio arqueológico, el más cercano es el Sitio Arqueológico San Felipe Los Alzati, este se ubica a 75.11 km de distancia por lo que el proyecto no incide, ni implica algún riesgo (*Cuadro 79*).

Cuadro 79. Distancias de los sitios arqueológicos respecto del SAR.

SITIO ARQUEOLÓGICO	DISTANCIA RESPECTO AL SAR (KM)
San Felipe Los Alzati	75.11
Cañada de la Virgen	93.69
Plazuelas	157.47
Arroyo Seco	108.23



Figura 170. Distancia de los sitios arqueológicos respecto del SAR.

Religión y tradiciones

La religión predominante en los municipios del SAR es la católica con el 96.16% (Coroneo) y 96.77% (Epitacio Huerta) (*Cuadro 80*). Entre las principales festividades y riquezas culturales de la región, destacan las festividades en honor a festividades religiosas y artesanías señaladas en el *Cuadro 81*.

Cuadro 80. Religión en el municipio del SAR.

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	CATÓLICA	POBLACIÓN CON GRUPO RELIGIOSO PROTESTANTES/ CRISTIANOS EVANGÉLICOS	OTRAS RELIGIONES	SIN RELIGIÓN
Coroneo	11,083	10,658	132	4	286
	%	**96.16**	**1.19**	**0.03**	**2.58**
Epitacio Huerta	16,112	15,592	171	1	342
	%	**96.77**	**1.06**	**0.008**	**2.12**
Fuente: INEGI, Censo de población y vivienda, 2020.					

Cuadro 81. Principales festividades y riquezas culturales de la región.

MUNICIPIO	FIESTAS POPULARES Y TRADICIONES
Coroneo	• 06 de enero. Cabalgata de los Reyes Magos. Salen del Calvario; al frente de la Cabalgata va la Virgen, San José y el Niño y siguen los tres Reyes Magos con sus vasallos. • 12 de enero. Fiesta en Salto de León a la Virgen de Guadalupe, con alborada, mañanitas, evento cultural, baile popular, repique de campanas, quema de cohetes y fuegos pirotécnicos. • 15 de mayo. Día de San Isidro Labrador. Los labradores de las comunidades celebran este día con cohetes, misa y llevan a bendecir sus yuntas, adornadas con flores y papel de china. • 30 de mayo. Para terminar el mes de mayo, mes dedicado a la Purísima Concepción, se celebra un rosario viviente en el salón San Francisco, donde participan todos los grupos parroquiales. • 23 de agosto. Fiesta en la comunidad de Cerro Prieto Poniente al, inmaculado corazón de María; hay alborada, llegada de peregrinaciones, solemne eucaristía, kermés y baile popular. • 29 de septiembre. Fiesta de San Miguel Arcángel en la comunidad del Capulín. Misa solemne, animada kermés y baile. 3 y 4 de octubre. Fiesta de San Francisco de Asis. Día 3 a las 5 de la tarde, se celebra el transito recorriendo la imagen en las principales calles de la población. Día 4 Peregrinación del Calvario a la parroquia, por la OFS (Orden Franciscana Seglar). Misa solemne, quema de cohetes y repiques de campanas. 11 y 12 de octubre. Fiesta en la Comunidad de Piedra Larga, dedicada a la Virgen de Guadalupe. 11 de octubre. Elección de las reinas de las fiestas patrias y sus princesas; se eligen 3 reinas, una niña, una señorita y una persona mayor; después de la elección, animado baile.
Epitacio Huerta	• 9 de marzo Fiesta religiosa al patrón del pueblo San José

IV.3.3.3 CONCLUSIONES

El estado de Guanajuato y Michoacán y los municipios dentro del SAR presenta en general condiciones económicas buenas para la población, sus principales actividades económicas se encuentran dentro de los sectores primarios y terciarios; dentro de los municipios se presenta un alto índice de migración para buscar fuentes de trabajo, por lo que el proyecto podría generar fuentes de empleo por la derrama económica a través de la contratación temporal de mano de obra no especializada de poblaciones cercanas al proyecto. Los efectos positivos pudieran ser limitados, y no se considera que existan fenómenos sociales derivados del Proyecto considerando que en los estados y los municipios existen diversos complejos sectores industriales y agronómicos, por lo que el proyecto no es ajeno a las dinámicas relacionadas con la entidad.

IV.3.4 PAISAJE

El paisaje puede ser visto como una parte de un territorio que puede ser observada desde un lugar determinado (RAE, 2017). Sin embargo, en el ámbito de gestión ambiental, el paisaje es un área heterogénea de varios kilómetros compuesta de una gama de ecosistemas interactuando entre sí y se repite de formas similares (Forman y Gordon, 1981).

Actualmente, el paisaje representa uno de los recursos naturales con mayor importancia y demanda social debido a su valor escénico, el cual es fuertemente apreciado por gran parte de la población. Los cambios sobre éste tienen una incidencia en el territorio, por lo tanto, las actividades y modificaciones llevadas a cabo en él deben ser justificadas para que se implementen criterios que eviten o mitiguen su degradación. En este sentido, el paisaje debe ser preservado y en especial cuando se muestra una alta calidad visual pudiéndose justificar por su valor estético, pero también por su valor potencial para usos recreativos y de conservación o bien como un patrimonio cultural (Estévez, V. *et al.,* 2012; Alberruche-del Campo, *et al.*, 2015).

IV.3.4.1 VISIBILIDAD

La visibilidad es una característica de los objetos de ser visibles, dependiendo la distancia desde donde son observados y las condiciones atmosféricas presentes (RAE, 2017b). Para ello se utiliza una cuenca visual, la cual es el área o conjunto de superficies en que un objeto o punto puede ser observado. Su estudio constituye una parte importante para el análisis del paisaje visual. Cuando se quiere efectuar una modificación en el territorio cuya superficie sea extensa, se debe de llevar a cabo este cálculo (Gonzalo, 1996).

La cuenca visual deriva del relieve del sitio, pues éste impide la visibilidad de los elementos encontrados tras éste desde el punto de vista del observador. Para este caso, se sigue la lógica de cualquier punto de observación implica un punto observado desde su propia cuenca visual, por lo que se utilizó como punto de observación los puntos a observar (obras del proyecto) (*Figura 171*).

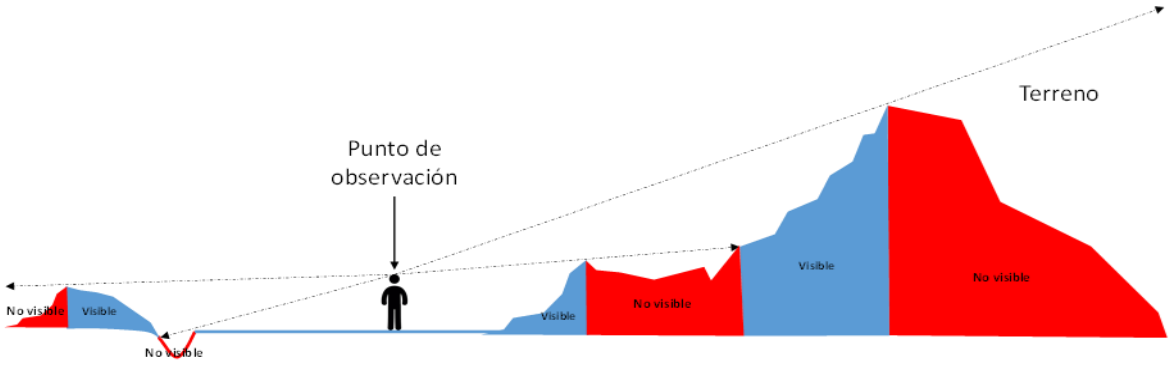


Figura 171. Diagrama de puntos de observación de una cuenca visual.

Metodología

La forma de determinar la visibilidad de las actividades u obras del SAR del Proyecto Fotovoltaico Huerta FV se llevó a cabo mediante el uso del software ArcGis 10.8, en donde se consideraron los siguientes insumos:

- Modelo Digital de Elevación (MDE): Este se obtuvo del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 de INEGI, con una resolución de 15m por píxel. Dicho modelo fue previamente procesado y proyectado a una proyección UTM en zona 14.
- Altura promedio de la vegetación y uso de suelo: Se empleó la clasificación de uso de suelo y vegetación elaborada para el SAR del proyecto a partir de una imagen de satélite Sentinel 2A, misma que fue categorizada considerando la altura promedio de la vegetación y uso de suelo del SAR/proyecto, dato obtenido a partir de los recorridos de campo.
- Puntos de observación: Fueron generados 10 puntos de observación distribuidos en los sitios en donde se ubicarán las obras y predio del proyecto.
- Altura de observación: Para este insumo se consideraron sitios de observación, en donde se les asignaron la altura que corresponde a la altura de los ojos de un observador sobre el terreno.
- Alcance visual: Se estableció en 8 km puesto que en el SAR no se encuentran estructuras de gran tamaño que puedan ser distinguibles a mayores distancias; esto dado que en diversos estudios elaborados por Sullivan, Kirchler, Cothren y Winters (2013) se hace mención sobre el límite en que algunos objetos y edificaciones (siendo aerogeneradores para dicho estudio) son visibles es muy variable de acuerdo a las condiciones atmosféricas y a las dimensiones de las estructuras, causando un contraste a los 16 km en los estudios realizados en el Reino Unido y a los 8 km en los estudios hechos en Estados Unidos.

Finalmente, todos estos datos fueron procesados en el software ArcGis 10.8 para obtener la visibilidad del proyecto.

Resultados

Como resultado el proyecto tendrá una visibilidad del 31.57% (78.42 km^2) en el SAR, mientras que en el 68.43% (169.96 km^2) no será visible (*Figura 172*). Desde la dirección norte del SAR, las obras del proyecto serán visibles ya que en esa dirección del SAR existen terrenos más altos respecto al sitio en donde se ubicará el proyecto y sus obras, en contraste, detrás de estas zonas, el proyecto no será visible puesto que justo estas elevaciones impedirán su vista. El mayor grado de visibilidad de las obras del proyecto se presentan desde la orientación sur y suroeste del proyecto, donde morfológicamente se encuentran las zonas más bajas o con mayores llanuras ligeramente inclinadas dentro del SAR; a esta característica se le ha sumado la presencia de campos donde se practican actividades agropecuarias, que, por su baja altura, facilitarán la visibilidad de las obras. Así mismo, del lado contrario en dirección noroeste existen sitios donde las obras del proyecto no serán visibles, condición determinada por terrenos altos del SAR, mismas que impiden la visibilidad del proyecto.

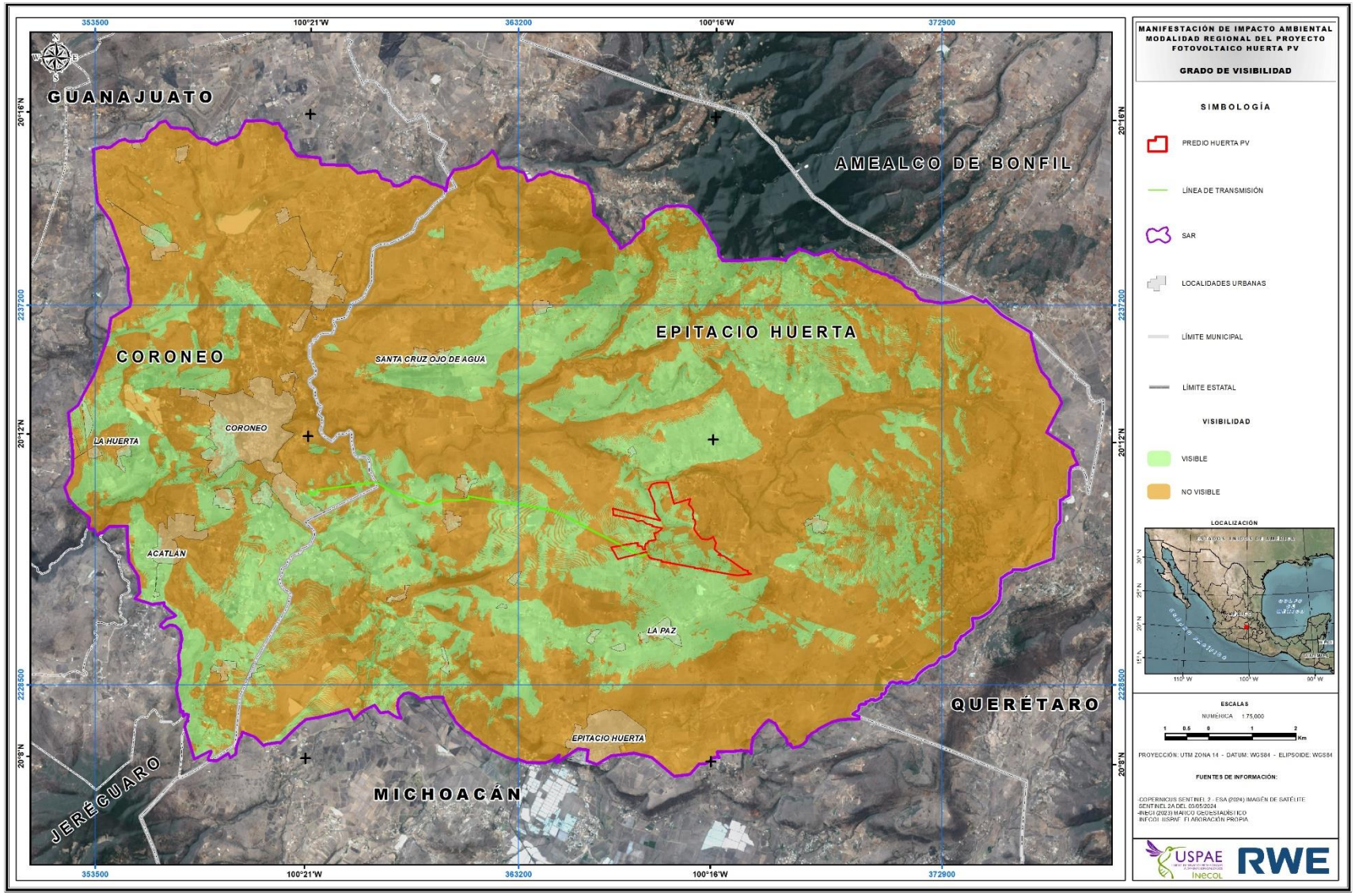


Figura 172. Mapa de visibilidad del proyecto.

IV.3.4.2 CALIDAD PAISAJÍSTICA

La calidad intrínseca de un paisaje se entiende como el estado de conservación o excelencia que presenta un paisaje determinado en función de la estructura de cada una de sus unidades de paisaje. Esta evaluación se realiza para definir los cambios en la conservación con base en las modificaciones que se desarrollan en el territorio ya sea por actividades o la inserción de obras (Estévez, V. *et al.*, 2012; Alberruche-del Campo, *et al*. 2015).

Cabe destacar que la presencia de cuerpos y corrientes de agua en la zona aumenta sustancialmente la calidad de un paisaje debido a las aportaciones de estos sobre la vegetación, la fauna y actividades económicas. De este modo, a pesar de que algunos cuerpos y corrientes de agua (canales) son de origen antrópico, éstos son los principales soportes de la diversidad faunística dentro de las áreas cercanas a éstos.

Metodología

Para calcular la calidad visual intrínseca de paisaje de cada unidad de paisaje se utilizaron los valores de peso o ponderación que proponen Alberruche-del Campo *et al.* (2015) para cada factor de la unidad de paisaje y se utilizó la siguiente fórmula para obtener un valor global por cada unidad de paisaje.

$$Cv = 0.2Cvir + 0.5Cviv + 0.2Cvia + 0.1Cviea$$

Donde,
Cv **=** Calidad visual del paisaje
Cvir **=** calidad intrínseca de relieve (pendientes)
Cviv **=** calidad visual intrínseca de vegetación
Cvia **=** calidad visual intrínseca de agua
Cviea **=** calidad visual intrínseca de elementos artificiales

*El valor de los coeficientes varía de acuerdo con el criterio del evaluador, según las características del medio en que se desarrollará el estudio.

Cabe mencionar que para delimitar las unidades de paisaje no se emplea la pendiente del terreno, por lo que fue necesario determinarla mediante un modelo digital de elevación; ello con el fin de poder utilizar los valores de la calidad intrínseca del relieve. Por lo que las pendientes del terreno se determinaron mediante un modelo digital de elevación, agrupándolas en seis diferentes rangos; esto con la finalidad de apreciar diferencias en la zona del SAR y evitar generalizar las unidades de paisaje. (*Cuadro 82*).

Cuadro 82. Valores de índices de calidad visual del relieve (pendiente).

PENDIENTE DEL TERRENO	VALORES (*CVIR*)
<1°	0.3
1-5°	0.8
5-10°	1
10-20	0.8
20-30	0.7
30-45	0.6
>45	0.1

El índice de la calidad visual intrínseca de vegetación (Cviv) fue realizado con valores que fueron tomados y adaptados para los tipos de vegetación de las unidades de paisaje (*Cuadro 83*).

Cuadro 83. Valores de índices de calidad visual de la vegetación y uso del suelo.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	VALORES (*CVIV*)
Agricultura	0.3
Bosque de encino	1
Bosque de encino pino	0.8
Pastizal inducido	0.4
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.6

El componente agua se valoró mediante la presencia de cuerpos de agua, corrientes perennes e intermitentes (en la zona del SAR, y al interior de cada unidad de paisaje). En el caso de presentarse formaciones de agua dentro de las unidades de paisaje se les asignó un valor alto (1) y en el caso de ausencia, se redujo el valor a 0.1 (*Cuadro 84*).

Cuadro 84. Valores de índices de calidad visual de la presencia de agua.

PRESENCIA DE CUERPOS Y/O CORRIENTES DE AGUA	VALOR (*CVIA*)
Sin presencia	0.1
Con presencia	1

Para el índice de elementos artificiales se consideraron como componentes artificiales del paisaje los núcleos de población y las zonas agropecuarias. Se partió de la premisa de que una menor ocupación de elementos artificiales representa una mayor naturalidad que significa una mayor calidad visual, mientras que una mayor cantidad de elementos artificiales implica una menor calidad visual (*Cuadro 85*). Para establecer los índices se tomaron en cuenta los tipos de vegetación de las unidades de paisaje.

Cuadro 85. Valores de índices de calidad visual de la presencia de elementos artificiales.

PRESENCIA DE ELEMENTOS ARTIFICIALES	VALOR (*CVIEA*)
Sin presencia	1
Uso agropecuario	0.3
Con presencia	0.1

Finalmente se aplicó la ecuación antes propuesta y los resultados se categorizaron de la siguiente forma: Muy baja, Baja, Media, Alta y Muy alta (*Cuadro 86*).

Cuadro 86. Categorización de la calidad visual intrínseca.

CATEGORIZACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL INTRÍNSECA	RANGO DE VALOR
Muy baja	< 0.2
Baja	0.21 - 0.4

CATEGORIZACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL INTRÍNSECA	RANGO DE VALOR
Media	0.41 – 0.6
Alta	0.61 – 0.8
Muy alta	0.81 - 1

Resultados

Dentro del SAR se identificaron tres tipos de calidad en el paisaje de manera previa a la instalación del proyecto. Estos resultados fueron Media (89.95 %), Alta (8.00 %), Muy alta (2.05 %). Los resultados fueron determinados en su mayoría por el uso del suelo y la vegetación existente; pues el SAR al ser constituido principalmente por zonas agropecuarias y asentamientos humanos en contraste con reducidas áreas con cobertura natural vegetal, da como resultado que la calidad visual de las unidades de paisaje del SAR presenten un valor medio en su calidad visual (casi el 90% de la superficie del SAR), ya que existe una predominancia de sitios antropizados o impactados, mismos que se extienden por toda la superficie del SAR. Los sitios con calidad alta y muy alta se localizan principalmente en las inmediaciones de valles y cerros que a su vez aún resguardan cobertura de vegetación natural, ubicándose en la parte central, este y norte del SAR (*Cuadro 87* y *Figura 173*).

Cuadro 87. Superficies para la calidad visual intrínseca del SAR.

CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE	ÁREA (HA)	ÁREA (KM^2)	SUPERFICIE RESPECTO AL SAR (%)
Media	22,341.87	223.42	89.95
Alta	1,987.45	19.87	8.00
Muy alta	509.60	5.10	2.05
Total	24,838.92	248.39	100.00

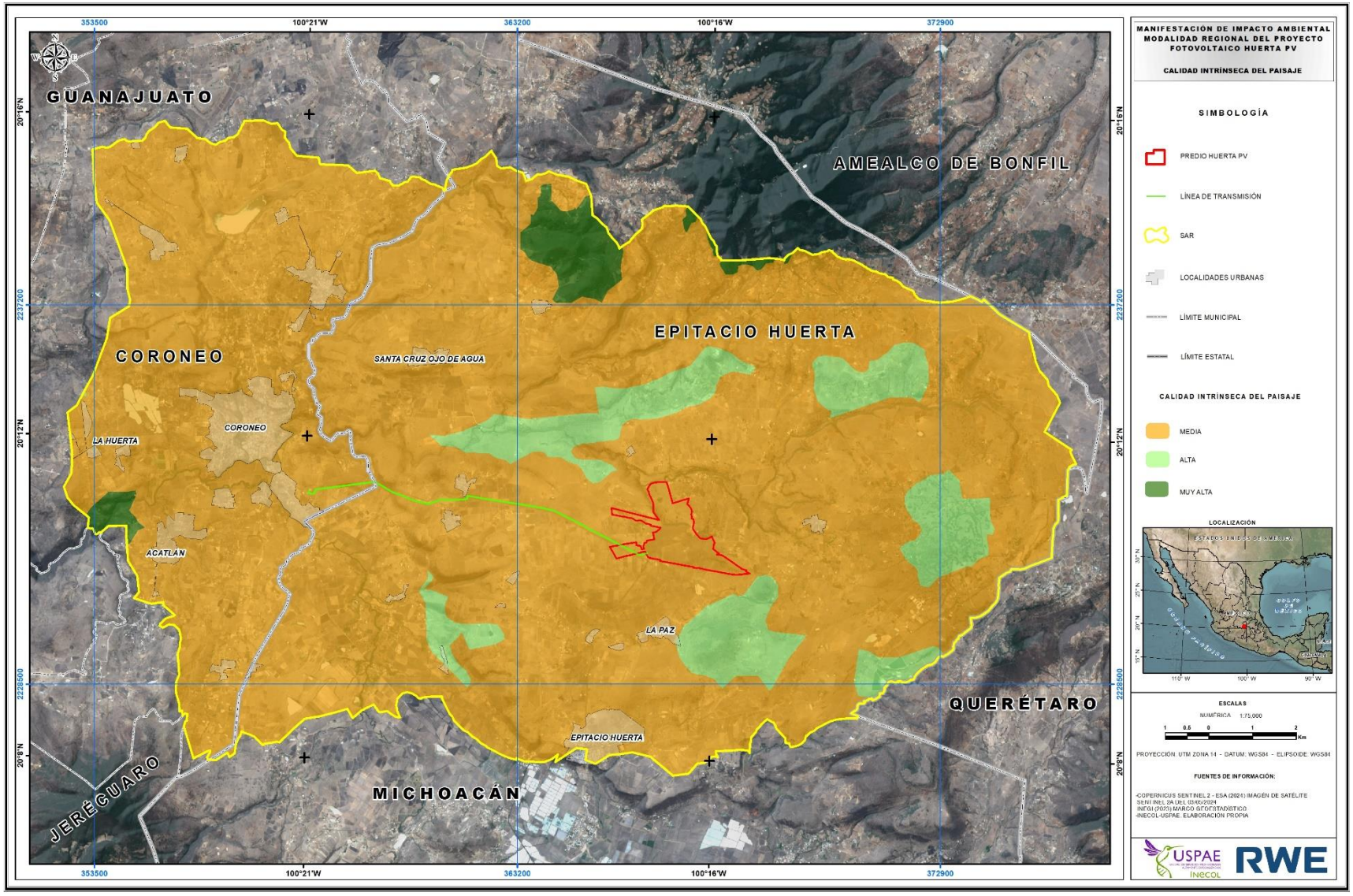


Figura 173. Calidad visual intrínseca del paisaje del SAR.

IV.3.4.3 FRAGILIDAD

La fragilidad es una característica derivada de la absorción visual, a mayor fragilidad menor será la capacidad de absorción y a menor fragilidad mayor será la capacidad de absorción, también es entendida como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una modificación sobre él. Esta fragilidad depende de factores biofísicos que amortiguan o realzan las alteraciones visuales, los factores más significativos son el uso de suelo y vegetación, la fisiografía y la cuenca visual (Pérez, L. *et al.*, 2002; Alberruche-del campo, *et al.*, 2015).

La fragilidad visual intrínseca puede ser interpretada como el inverso de la calidad visual del paisaje, a mayor calidad visual del paisaje menor será la fragilidad y a menor calidad del paisaje mayor será la fragilidad, esto debido a que una buena calidad del paisaje contiene elementos naturales poco alterados y por lo tanto tiene una mayor capacidad de absorción.

Metodología

Para calcular la fragilidad visual intrínseca de paisaje se utilizaron los valores de peso que propone Alberruche *et al.* (2015) pero de manera modificada para el área de estudio y se utilizó la siguiente fórmula para obtener un valor global por cada unidad de paisaje.

Fvi=0.2Fvip+0.6Fviv+0.2Fvie

Donde,
Fvi = Fragilidad visual intrínseca del paisaje
Fvip = Fragilidad intrínseca de pendiente
Fviv = Fragilidad visual intrínseca de vegetación
Fviea = Fragilidad visual intrínseca de elementos artificiales

*El valor de los coeficientes varía de acuerdo con el criterio del evaluador, según las características del medio en que se desarrollará el estudio.

Cada uno de los elementos que compone a la calidad intrínseca del paisaje tendrá un valor de acuerdo con las variables que presente, para el caso de la pendiente del terreno, los sitios más llanos tendrán un índice mayor de fragilidad debido a la facilidad de ingresar elementos antrópicos como lo son infraestructura urbana, zonas industriales, así como la transformación al uso agropecuario (*Cuadro 88*).

Cuadro 88. Valores de índices de fragilidad visual de la pendiente.

PENDIENTE DEL TERRENO	VALORES (*FVIP*)
<1°	1
1-5°	1
5-10°	0.8
10-20	0.7
20-30	0.6
30-45	0.3
>45	0.1

En cuanto al uso de suelo y vegetación, aquellos tipos que presenten áreas alteradas serán las que mantengan un valor más alto para el cálculo de la fragilidad; mientras que las áreas conservadas serán las que mantengan un valor mínimo (*Cuadro 89*).

Cuadro 89. Valores de índices de fragilidad visual del uso de suelo y vegetación.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	VALOR (FVIV)
Agricultura	1
Bosque de encino	0.1
Bosque de encino pino	0.2
Pastizal inducido	0.7
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.4

Dado que la presencia de elementos artificiales es crucial para determinar la capacidad de soportar los cambios producidos, una alta presencia de éstos representará una alta fragilidad; mientras que un área sin presencia de éstos implicará una mejor capacidad de absorción siendo una baja fragilidad (*Cuadro 90*).

Cuadro 90. Valores de índices de fragilidad visual de la presencia de elementos artificiales.

PRESENCIA DE ELEMENTOS ARTIFICIALES	VALOR (*FVIEA*)
Sin presencia	0.1
Uso agropecuario	0.8
Con presencia	1

Finalmente se aplicó la ecuación antes propuesta y los resultados se categorizaron de la siguiente forma: Muy baja, Baja, Media, Alta y Muy alta (*Cuadro 91*).

Cuadro 91. Categorización de la fragilidad visual intrínseca.

CATEGORIZACIÓN DE LA FRAGILIDAD VISUAL INTRÍNSECA	RANGO DE VALOR
Muy baja	< 0.2
Baja	0.21 - 0.4
Media	0.41 – 0.6
Alta	0.61 – 0.8
Muy alta	0.81 - 1

Resultados

La fragilidad intrínseca del SAR muestra todos los cinco posibles rangos de fragilidad, siendo la fragilidad muy alta la más predominante con el 73.24 % de la superficie del SAR, seguido por la fragilidad alta con el 21.50% (*Cuadro 92* y *Figura 174*), en cambio, el restante 5.27% de la superficie del SAR presenta los tres niveles restantes de fragilidad detectados en el SAR (muy baja, baja y media). Este contrate entre superficies entre los rangos de fragilidad detectados se debe a que en el SAR se

encuentran grandes extensiones de zonas antropizadas (principalmente zonas agropecuarias) a diferencia de otros sitios en donde aún se aprecian algunas coberturas vegetales y sitios con pendientes medianamente pronunciadas, lo que propicia su conservación y que a su vez; deriva en que la composición paisajística del SAR sea heterogénea.

Cuadro 92. Superficies para la fragilidad visual intrínseca del SAR.

CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE	ÁREA (HA)	ÁREA (KM2)	SUPERFICIE RESPECTO AL SAR (%)
Muy baja	466.76	4.67	1.88
Baja	476.97	4.77	1.92
Media	364.65	3.65	1.47
Alta	5,339.56	53.40	21.50
Muy alta	18,190.99	181.91	73.24
Total	24,838.92	248.39	100.00

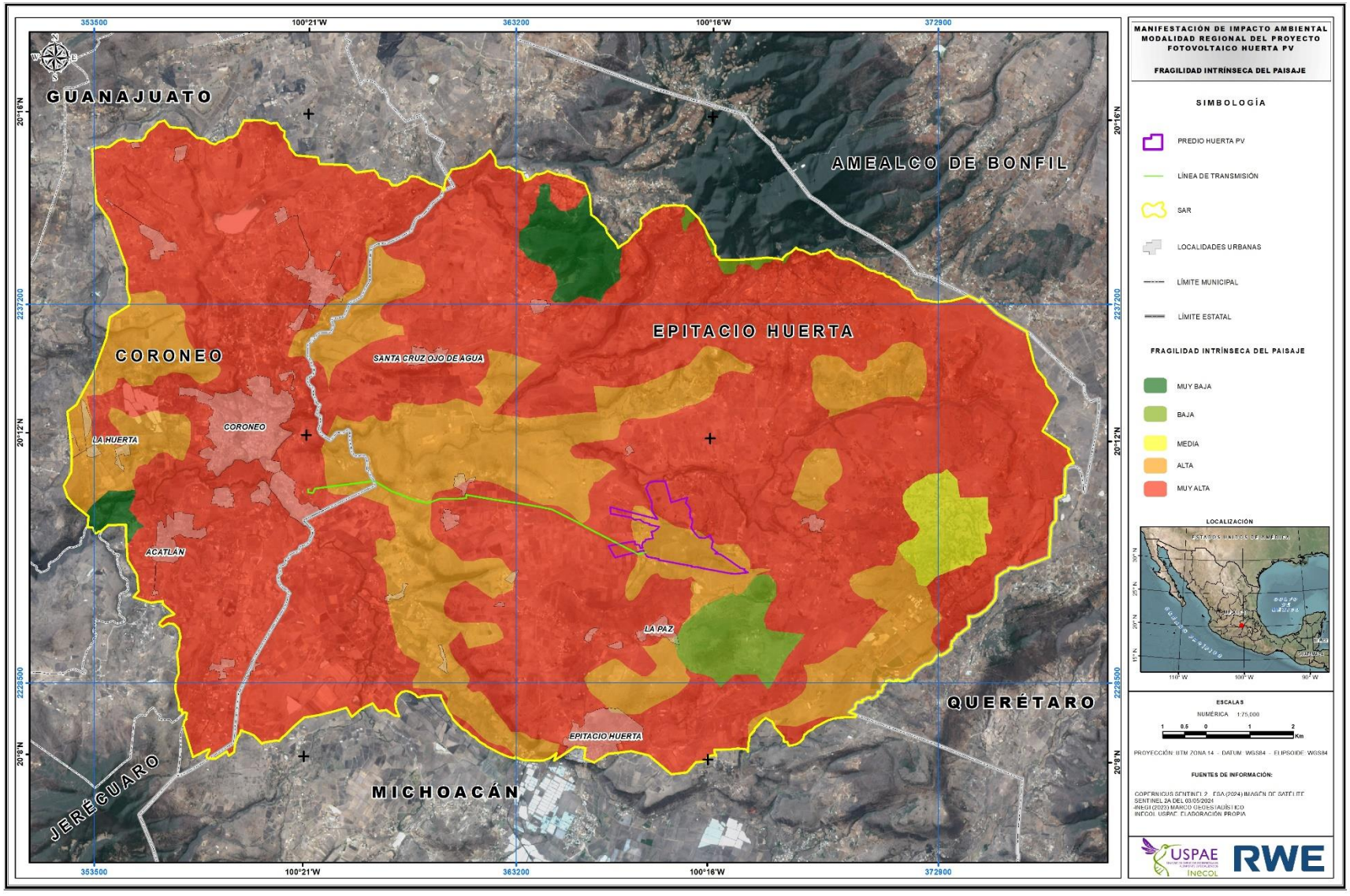


Figura 174. Fragilidad visual intrínseca del paisaje del SAR.

CONCLUSIÓN

En gran parte de la superficie del SAR, el Proyecto Fotovoltaico Huerta FV tendrá una visibilidad nula ya que en más del 65% de la superficie del SAR las obras del proyecto no podrán ser apreciadas debido a que las condiciones ambientales, topográficas y antrópicas impiden la visualización de este, por lo que el impacto visual del proyecto será mínimo. En cambio, las partes en donde el proyecto será apreciable se localizan principalmente hacia el rumbo norte, sur y suroeste, por lo que se espera que el impacto visual en estos sitios sea reducido ya que el proyecto está inserto en una matriz en donde principalmente existe predominancia de zonas agropecuarias y desprovistas de cobertura vegetal natural, así como localidades urbanas dispersas.

La calidad visual paisajística del SAR es de una categoría de media en los sitios en donde se localizan zonas agropecuarias y asentamientos humanos y justo en donde las pendientes del terreno permiten que se desarrollen todas estas actividades humanas. Por el contrario, se observó que las zonas que ostentan una calidad visual del paisaje en un rango que va de alta a muy alta guarda una estrecha relación entre zonas que presentan aún cobertura vegetal y pendientes del terreno con mayor inclinación, tal es el caso de la porción norte del SAR en donde se aprecian los terrenos más elevados y en la porción central, en donde se presentan valles; así como también a su vez, la mayor cantidad de escurrimientos de agua en dichos sitios; por lo que en estas zonas es donde el SAR aun guarda una mejor calidad escénica.

Respecto a la fragilidad visual paisajística del sitio, se encontró que la zona presenta una muy baja capacidad para la absorción visual de cambios en el paisaje, dado que la cobertura vegetal natural es casi inexistente en la mayor superficie del SAR, así como también el relieve el cual se caracteriza en las inmediaciones del proyecto por ser predominantemente una llanura con inclinación ligera; lo que propicia que casi el 75% de la superficie del SAR presente una fragilidad visual muy alta. En la zona en donde se pretende instalar el proyecto la fragilidad visual del SAR se determinó como alta y muy alta, por lo que considerando que el sitio donde será instalado el proyecto ya se encuentra previamente impactado, la instalación del mismo pasará desapercibida o será irrelevante para los ojos de un observador, lo que resultará en que la infraestructura del mismo cause muy poco o nulo impacto visual.

IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

En el apartado presentado a continuación, se realiza el diagnóstico del área del proyecto y su correspondiente Sistema Ambiental Regional (SAR), el cual, como se menciona al inicio del capítulo IV, corresponde al proyecto, la información aquí plasmada se encuentra sustentada principalmente por las características del proyecto y es soportado con visitas a campo, imágenes satelitales y análisis multidisciplinario. Con estos datos se logra generar una descripción concisa del sistema ambiental desde una perspectiva integrada y congruente con el estado actual del ecosistema en la región del estado de Michoacán, donde se desarrolla el proyecto, ubicado en el municipio de Epitacio Huerta.

Se identificaron las Unidades Ambientales, así como los usos de suelo y vegetación presentes en el área del proyecto, considerando los componentes relevantes del medio físico, biótico y socioeconómico, posteriormente se realizó una valoración cuantitativa y cualitativa a través del establecimiento de indicadores ambientales (medibles en campo) para conocer el grado de conservación y vulnerabilidad del SAR, para ello se utilizó la metodología de Evaluación de la Criticalidad de las Unidades Ambientales (Maqueo, 2004) en función de los servicios ambientales y los intereses sociales para la conservación, la cual se describe más adelante.

IV.4.1 DESCRIPCIÓN BREVE DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.4.1.1 CLIMA

La descripción del clima del Sistema Ambiental Regional (SAR) se realizó a partir de las normales climatológicas 1991-2020 (SMN, 2024) de una estación meteorológica: Coroneo, Guanajuato, ubicada en el municipio del mismo nombre. Aunque existen otras estaciones climatológicas en las inmediaciones del SAR, la estación de Coroneo, Guanajuato cuenta con el registro continuo de datos más completo para la descripción del tipo de clima de la región.

El clima que se presenta en el SAR, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), corresponde al clima templado subhúmedo C(w1), el cual tiene las siguientes características: templado, subhúmedo, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más cálido bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este clima es el único que se presenta e n el SAR.

De acuerdo con las Normales Climatológicas 1991-2020, la temperatura media anual de la estación Coroneo, Guanajuato, es de 16.4°C. La temperatura media mensual más baja es de 13.1°C en el mes de enero, mientras que la más alta es 19.3°C en mayo, por lo que con oscilación de 6.2°C, el sitio se puede considerar como de poca oscilación térmica.

La temperatura máxima extrema más alta registrada es de 39°C en mayo, mientras que la temperatura mínima extrema más baja es de -5.5°C en diciembre.

IV.4.1.2 PRECIPITACIÓN

La región se considera de tipo de clima templado subhúmedo, y presenta una precipitación media anual de 632 mm, con una media mensual que va desde 5.2 mm en diciembre hasta los 133 mm en el mes de julio. Sin embargo, la precipitación máxima mensual de la misma estación alcanza los 367.2 mm en el mismo mes de julio y los 86 mm en un periodo de 24 horas en el mes de agosto. Durante los meses de mayo a octubre, hay mayor humedad, mientras que el resto del año se presentan condiciones de déficit hídrico o sequía relativa.

IV.4.1.3 VIENTOS

El sistema de vientos dominante en gran parte de la república, incluyendo los estados de la porción central, tiene dos componentes principales durante el año. La primera y más importante para la región se presenta durante la primavera y el verano, cuando dominan los vientos del sureste, con una fuerte influencia de vientos del este, producto del desplazamiento hacia el norte tanto de la Zona Intertropical de Convergencia como de la Zona Subtropical de Alta Presión causando lluvias en verano y en parte del otoño, en el que la influencia ciclónica se recibe con mayor intensidad reforzándose el movimiento y vigor de los vientos del sureste y del este. A fines del otoño y principios del invierno la componente principal de los vientos se invierte y tienen influencia las masas de aire frío del norte o nortes.

IV.4.1.4 CICLONES TROPICALES

Los ciclones son inestabilidades atmosféricas asociadas a áreas de baja presión, que propician vientos convergentes en superficie, que fluyen en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Se originan sobre aguas tropicales o subtropicales y se clasifican, por la intensidad de sus vientos en depresión tropical, tormenta tropical y huracán.

En un estudio realizado para el CENAPRED, sobre la probabilidad de presentación de ciclones tropicales en la República Mexicana, Fuentes y Vázquez (1997) calcularon las probabilidades de presentación de los mismos, en cuadrantes de 2° x 2° de latitud y longitud. En el caso de la ubicación del SAR, el cuadrante que se sobrepone al proyecto abarca de los 100° a los 102° de longitud oeste y de los 20° a los 22° de latitud norte.

La probabilidad de que se presente un ciclón tropical con trayectoria directa de cualquier categoría en un año dado en esa región es de nula o de cero en cualquier categoría del fenómeno, desde la categoría de tormenta tropical (con presión central entre 985,1 y 1004 mb, y vientos entre 62,1 y 118 km/h) o con categoría de huracán (con presión central menor a los 985 mb, con vientos superiores a los 118,1 km/h).

IV.4.1.5 FISIOGRAFÍA

El proyecto y su SAR se ubican en la provincia fisiográfica del Cinturón Volcánico Mexicano o Eje Neovolcánico Mexicano. La provincia del Cinturón Volcánico Mexicano comprende toda la parte norte del estado de Michoacán y la parte sur de Guanajuato. Regionalmente se extiende desde el estado de Veracruz, hasta el estado de Nayarit. Es uno de los elementos estructurales de mayor envergadura y actividad de la geología mexicana, su actividad volcánica inició en el mioceno y se prolonga hasta la actualidad; la provincia se encuentra fragmentada por lineamientos principales Este-Oeste y Norte-Sur, conformado por estructuras de fosas y pilares, como las del Valle de México, el Lago de Chapala y la Laguna de Cuitzeo.

Respecto a las provincias fisiográficas, el SAR del proyecto se encuentra en un 36.73% dentro de la unidad Mil Cumbres y un 63.27% en las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo. Mil Cumbres presenta una orografía accidentada y complicada derivada de la diversidad de sus geoformas, abarca sierras volcánicas complejas con una variedad de antiguos aparatos volcánicos, mesetas lávicas escalonadas, lomeríos basálticos y un valle que encauza al río Lerma con dirección sur-norte (INEGI, 1985); La subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo tienden a tener mayor diversidad orogénica, en la zona suroeste de la subprovincia (donde se encuentra el SAR), está conformada por llanuras de pendientes suaves y piso rocoso, lomeríos de brechas y basaltos de pendientes suaves ubicados alrededor de sierras y aparatos volcánicos (Centro queretano de recursos naturales, 2002).

En el Sistema Ambiental Regional (SAR) se registraron 76 especies de avifauna, 12 de mastofauna, 22 especies de mastofauna voladora y nueve especies de herpetofauna (*Cuadro 93*).

Cuadro 93. Número de especies de fauna registradas.

TAXA	REGISTRADAS (SAR)	REGISTRADAS (ÁREA DE INFLUENCIA)
Avifauna	76	35
Mastofauna	12	6
Mastofauna voladora	22	10
Herpetofauna	9	6
Totales	119	57

IV.4.2 ÍNDICE DE CRITICALIDAD

Para elaborar un diagnóstico ambiental completo, es necesario establecer una metodología que permita obtener indicadores y que, al analizarse, puedan arrojar la información necesaria para construir una panorámica del estado actual del ecosistema en función a la importancia y el estado de sus unidades ambientales.

Los indicadores o índices (la mayoría de ellos definidos por ecuaciones simples) que se introducirán y explicarán en el desarrollo metodológico, permiten establecer parámetros que muestren el estado en el que se encuentra cada unidad ambiental y en su conjunto asignarle un valor cualitativo al SAR del proyecto, que servirá como base para conocer su estado inicial, esto resulta muy útil al momento de establecer las fianzas ambientales, definir a su vez lo meticulosas, drásticas e intrusivas que deberán ser las medidas de mitigación y finalmente valorar los impactos ambientales ocasionados por el proyecto desde una perspectiva diferente.

Metodología

La valoración en función de la criticalidad de cada una de las unidades ambientales se generó construyendo ecuaciones que estimaron la importancia de las unidades identificadas por el tipo de vegetación que las cubre, estas funciones utilizadas son retomadas del trabajo de Pérez Maqueo (2003) en su análisis crítico de las manifestaciones de impacto ambiental. De acuerdo con los servicios ambientales relevantes que proveen estas unidades, se calculó un índice que valora la Importancia de la Unidad Ambiental (IUA). Esta medida está basada, para cada unidad, en la riqueza por grupo faunístico (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) que se estimó alberga la calidad del hábitat que proporciona para la fauna.

IV.4.2.1 ÍNDICE DE IMPORTANCIA DE LA UNIDAD AMBIENTAL "I" SEGÚN LOS SERVICIOS AMBIENTALES

La importancia de las unidades ambientales se determina haciendo un análisis de criticalidad de las áreas potencialmente afectadas por el proyecto y se traduce con el cálculo del índice denominado Importancia de la Unidad Ambiental (IUA) y se calcula a través de la Ecuación 1.

Ecuación 1

$$IUA_i = RF_i \times CH_u$$

Donde:
IUAi = Importancia de la unidad ambiental i como proveedora de hábitat para la fauna
RFi = Riqueza de fauna, es el número de especies identificadas en la unidad ambiental i
CHu = Calidad del hábitat que brinda la vegetación en la unidad ambiental u dependiendo de su estado de conservación.

Dicho índice se conforma por dos parámetros, el primero de ellos (RFi) cuantifica la riqueza por grupo faunístico (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) que se estimó para cada unidad ambiental. El segundo parámetro Calidad del hábitat como una medida de la calidad de la unidad ambiental.

IV.4.2.2 CALIDAD DEL HÁBITAT

Para evaluar la calidad del hábitat se toma en cuenta la complejidad fisonómica-estructural de la vegetación, que a su vez es indicadora de la disponibilidad de sitios de refugio y recursos alimenticios para cada clase faunística; además se cuantifica en función de la cobertura relativa (Ki) de cada uno de los estratos (j) de cada tipo de vegetación presente en el área. En el caso de la cobertura relativa de vegetación, los datos corresponden a la descripción de los sitios de muestreo representativos de cada unidad ambiental. Para calcular la calidad de hábitat para la fauna se toman en cuenta dos factores, el primero es la cobertura de la vegetación por estrato (hierbas, arbustos, árboles) y el segundo es la importancia que cada estrato tiene para cada grupo faunístico. La calidad de hábitat para la fauna se calcula entonces con la Ecuación 2.

Ecuación 2

$$CH_i = \sum_g \sum_j K_{ij} \; Y_{jg}$$

Donde:
CHi = Calidad del hábitat de la Unidad Ambiental i
Kij= Disponibilidad de cuerpos de agua y cobertura del estrato j en la Unidad Ambiental i
j: =Es el estrato de vegetación en el sitio de muestreo 1= hierbas, 2= arbustos 3= árboles y 4= cuerpos de agua
Yjg = Coeficiente de importancia de disponibilidad de agua y del estrato j para la clase g
g: = Clase (1...4) 1= anfibios, 2 = reptiles, 3 = aves y, 4 = mamíferos

La importancia del estrato (complejidad estructural) se pondera de acuerdo con los puntajes que se obtienen con base a la opinión de expertos (distribuyendo tres puntos para calificar la importancia de los estratos de vegetación para la sobrevivencia de cada grupo faunístico en el área de estudio). Por lo tanto, la importancia del hábitat se pondera (Yjg) de acuerdo con los puntajes que se obtienen de la opinión de expertos. En el *Cuadro 94* se muestran los puntajes empleados en este análisis.

Cuadro 94. Coeficientes de importancia estructural del hábitat para cada clase.

CLASE	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO
Anfibios	2	3	2
Reptiles	3	3	1
Aves	3	3	1
Mamíferos	2	3	1
Nivel de importancia: 0= mínima, 1= baja, 2= media, 3= alta			

IV.4.2.3 ÍNDICE DE IMPORTANCIA POR ESPECIES

Uno de los parámetros de valoración ecosistémica, es la importancia de las especies que lo conforman (tipo de especies). En la práctica, es justificado hacer grandes esfuerzos para salvar algunas especies (programas de rescate de flora y fauna), se considera que el valor de las especies viene a ser sustituto del valor del ecosistema y estas generalmente se encuentran catalogadas dentro de listas de protección como la NOM-059-SEMARNAT-2010, el CITES (www.cites.org) o la lista roja de la IUCN (www.iucnredlist.org).

Frecuentemente estas listas contienen a aquellas especies de orden mayor en la cadena trófica, las que, al tener mayores requerimientos de hábitat, son indicativas de la salud del ecosistema entero (Goulder & Kennedy, 1997). Por lo tanto, la inclusión de las especies NOM como un parámetro de valoración de cada una de las áreas resulta indispensable en el análisis de criticalidad que se realiza en la propuesta. En este sentido, para cada unidad ambiental la estimación se basa, para cada especie, en dos aspectos: el estatus de conservación (s), y la confiabilidad de su presencia en el área (c). En primer lugar, se pondera el estatus en el que está catalogada cada especie de flora y fauna de acuerdo con la siguiente escala: en peligro de extinción = 3, Amenazada = 2 y Sujeta a protección especial = 1. La información relacionada con el método de identificación de la especie se utiliza como una medida de la confiabilidad en la determinación de la especie. Así, si los individuos fueron colectados, observados u oídos en el estudio se considera altamente confiable y se le asigna un valor de 4. Si la presencia de la especie fue determinada por métodos indirectos en el sitio (huellas, excretas, rascaderos, o echaderos) se considera información confiable y se le asigna un valor de 3. Para las especies que han sido capturadas u observadas en otros estudios en la región se les asigna el valor 2. Finalmente, si la especie sólo ha sido reportada con distribución potencial en el sitio por CONABIO u otra fuente bibliográfica se califica con 1. Con las calificaciones del estatus y la confiabilidad en la determinación de la especie se calcula el índice de importancia por especies NOM (VNj), a través de la Ecuación 3.

Ecuación 3

$$VN_j = \sum_e s_e \, c_{ie}$$

Donde:
Se= es el coeficiente asociado con el estatus (1…4) de la especie e (1, 2, 3,..n)
Cie = es la confiabilidad de la ocurrencia de la especie "e" en la unidad ambiental "j".

La confiabilidad de la información está dada por el método de identificación y por la forma y tipo de los registros; el método de identificación que es una función directa de la confiabilidad del registro se valora según el tipo de registro de la especie (*Cuadro 95*), basándose en todas las especies catalogadas en la NOM correspondiente, incluyendo plantas.

Cuadro 95. Tipo de registro de la especie "e" en la unidad ambiental.

TIPO DE REGISTRO	DESCRIPCIÓN DE LA CONFIABILIDAD	VALOR
Entrevista	Información indirecta de lugareños de observaciones hechas por los mismos o de individuos colectados por los lugareños.	1

TIPO DE REGISTRO	DESCRIPCIÓN DE LA CONFIABILIDAD	VALOR
Rastros	Rastros indirectos (Huellas, excretas, rascaderos, echaderos, pelos, piel, caparazón, uñas, cráneos, huesos, nidos, cascarones, vestigios de comida, letrinas	2
Impreso	Fotografías del espécimen o el registro en libretas de campo hechos de observación directa por el prospector con experiencia considerable.	3
Espécimen	Individuo(s) colectados (piel + cráneo), identificación directa de individuos capturados y liberados.	4

Posterior a esta clasificación, según el tipo de registro se reclasifican según su confiabilidad determinada principalmente por la fuente del registro (*Cuadro 96*).

Cuadro 96. Valores de confiabilidad ponderados para obtener el índice de importancia por especies.

CONFIABILIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA CONFIABILIDAD	VALOR
Poco confiable	Especie reportada con distribución potencial por CONABIO, u otra fuente bibliográfica, siempre y cuando no sea información puntual del sitio.	1
Moderadamente confiable	Especies capturadas u observadas en otros estudios en la zona.	2
Confiable	Especie determinada por rastros indirectos en el sitio por el prospector con experiencia considerable.	3
Altamente Confiable	Individuos colectados, observados u escuchados con un rango alto de certidumbre (Método directo)	4

De manera paralela, se pondera el estatus en el que está catalogada cada especie de flora y fauna con el estatus de conservación que establece la NOM-059-SEMARNAT-2010, ambos valores serán utilizados en la Ecuación 4 (*Cuadro 97*).

Cuadro 97. Valores del estatus de conservación según las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ESTATUS DE CONSERVACIÓN	CLAVE	VALOR
Protección especial	Pr	1
Amenazada	A	2
En peligro de extinción	P	3

IV.4.2.4 VALOR DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN

El valor de importancia para la conservación es otro aspecto importante que debe ser considerado para evaluar el estado del ecosistema, pues representa el interés de los grupos sociales para la conservación. Dicho interés se incorporó en el análisis como una función dentro del área ocupada por el proyecto, la superficie de la unidad ambiental (u) contenida en la propuesta (p) para la conservación (Ap), ponderado por el nivel de compromiso logrado (Op). La incorporación de las áreas de interés social para la conservación se hizo, integrando la superficie del área ocupada por el proyecto dentro de la Unidad Ambiental (i) contenida en la propuesta (p) para la conservación (Aip), ponderado por el nivel de compromiso logrado {(O vale 2 si la propuesta (p) ha sido legalmente decretada y 1 si sólo está propuesta (p) formalmente y está siendo activamente considerada para su posible reconocimiento

oficial)}. Para normalizar el estimador se emplea el área total ocupada por el proyecto (Ai) de la unidad ambiental que contiene al área de protección.

La forma de obtenerlo ecuación que permite obtenerlo esta modelada por la Ecuación 4:

Ecuación 4

$$VIC_i = \frac{\sum_p A_{ip} O_p}{A_i}$$

Donde:
VICi= es el valor de importancia para la conservación de la unidad ambiental i.
Aip= Área de cada unidad ambiental i contenida en la propuesta p
Ai= Área que ocupa el proyecto en cada unidad ambiental
p = Propuesta de conservación (1,2,...n)
0p = Nivel de compromiso O de la propuesta p
O = (1,2) 1 = no decretada, 2 = legalmente decretada

La manera simple de describir esta ecuación es hacer la sumatoria de todas las multiplicaciones producto de la superficie abarcada de cada unidad ambiental por la propuesta de conservación OP, que se limita a ser decretada o no decretada (decretada=2; no decretada=1) y dividir ese resultado entre el área total del proyecto.

También es importante contabilizar la superficie efectiva de conservación (ACi) en cada unidad ambiental. En ocasiones ocurre que las propuestas de conservación se traslapan unas con otras en algún grado. Así, este estimador valora exclusivamente la magnitud de la superficie de interés para la conservación, eliminando los posibles traslapes de acuerdo con la Ecuación 5.

Ecuación 5

$$AC_i = \frac{AI_i}{A_i}$$

Donde:
AC_i = Área efectiva de conservación
AI_i = Área de unidad ambiental i-ésima protegida por al menos una propuesta de conservación.
A_i = Área que ocupa el proyecto en cada unidad ambiental

IV.4.2.5 VALOR DE CRITICALIDAD DE LAS UNIDADES AMBIENTALES

Finalmente, con el objetivo de obtener un solo Valor de Criticalidad (VCi) de las unidades ambientales analizadas, se establece este índice, que no es sino una recopilación de todos los anteriores, que nos permite obtener un valor cuantitativo de criticalidad en cada unidad ambiental para conocer el grado de conservación que cada una posee. El valor de criticalidad más alto corresponderá a la unidad ambiental que tenga una importancia ecológica más notable dentro del inventario ambiental del SAR y la zona del proyecto, entendiéndose por importancia ecológica el poseer una riqueza importante de especies y un ambiente poco o nulamente deteriorado (calidad del hábitat) y así en decremento de acuerdo con los resultados de cada índice calculado por unidad ambiental.

La Ecuación 6 es la que modela el Valor de Criticalidad de las Unidades Ambientales.

Ecuación 6

$$VC_u = IUA_i + VN_j + VIC_i^{N-1}$$

Es importante remarcar que para realizar la suma que indica la ecuación 6, los valores de IUAi, VNj y VIC iN-1 deben estar normalizados, pues solo así se vuelven adimensionales y pueden ser operados como cifras estadísticas.

IV.4.3 RESULTADOS OBTENIDOS POR LAS ECUACIONES

El proyecto Huerta PV puede afectar a lo largo de su ubicación zonas con características distintas, estas zonas pueden diferir por la calidad de los bienes y servicios ambientales o por el uso de suelo que se le da. Por lo tanto, el análisis debe realizarse para cada una de las zonas o unidades ambientales por donde se sitúa el proyecto, así como para el conjunto de ellas para evaluar la calidad ambiental existente y considerar la repercusión total del proyecto. Derivado de la necesidad de realizar la evaluación sobre las unidades ambientales presentes en el SAR definido para el proyecto, se presentan a manera de lista las unidades que serán sometidas a análisis:

- Bosque de encino
- Bosque de encino-pino
- Vegetación de galería
- Matorral Crasicaule
- Agropecuario
- Cuerpo de agua

La criticalidad del ecosistema se refiere a la fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección.

Con los datos anteriores se generó un mapa de criticalidad que muestra las diferencias entre la calidad ambiental existente.

El índice de criticalidad, al estimar la relevancia de las zonas del Sistema Ambiental Regional puede usarse como referencia para identificar y dimensionar los impactos del capítulo V de este MIA.

IV.4.3.1 RIQUEZA FAUNÍSTICA (RFI)DE LAS UNIDADES AMBIENTALES

Para efectos de este análisis la mayor riqueza faunística dentro del área de influencia del proyecto la posee la unidad Cuerpo de agua con 72 especies registradas, seguida de la unidad ambiental Bosque de

encino con 61 especies registradas y la unidad ambiental Agropecuario con 53 especies registradas. Estos datos están relacionados directamente con el número de especies registradas durante el trabajo de campo por parte de cada uno de los especialistas en cada área (aves, mastofauna, herpetofauna, etc.). Para análisis práctico de la calidad e importancia de cada una de las unidades ambientales establecidas dentro del sistema ambiental, es importante considerar todas las especies por unidad ambiental, algunos datos que se manejan para realizar este análisis pueden ser la disponibilidad de refugios, sitios de anidación y alimentación para la fauna, gracias a estos datos se puede determinar la calidad de cada unidad y su importancia con relación a la fauna que habita dentro del sistema ambiental.

Tomando lo anterior en consideración, la unidad ambiental que alberga en su interior el mayor número de especies es la de mayor valor de importancia, en este sentido, la unidad ambiental de Cuerpo de agua resulta la de mayor importancia (*Cuadro 98*).

Cuadro 98. Riqueza faunística (RFi) encontrada en el SAR.

TAXA	TOTAL DE ESPECIES	RFI POR UNIDAD AMBIENTAL						ESTATUS	
		BOSQUE DE ENCINO	BOSQUE DE PINO - ENCINO	VEGETACIÓN DE GALERÍA	MATORRAL CRASICAULE	AGROPECUARIO	CUERPO DE AGUA	ESPECIES NOM	ENDÉMICAS
Mamíferos	97	16	2	5	10	27	37	7	2
Aves	168	43	25	35	14	18	33	2	1
Anfibios	6	0	1	1	0	3	1	1	2
Reptiles	12	2	2	2	0	5	1	2	4
∑ Rfi =	283	61	30	43	24	53	72	12	9

El mayor peso en cuanto a la riqueza faunística lo tienen las aves, en comparación con los mamíferos, anfibios y reptiles. La mayor diversidad de especies de aves se observa en la unidad ambiental Cuerpo de agua. Por otra parte, y complementado los motivos de la diversidad, se puede indicar que las aves al tratarse de organismos voladores tienen la facilidad de desplazarse entre las unidades ambientales que componen al sistema ambiental, además de que, gracias a la temporada de lluvia, los cuerpos de agua que se localizan en el área de influencia han subido de nivel, dando como resultado sitios de alimentación para las aves residentes y migratorias. El segundo puesto en riqueza faunística lo ocupa la unidad Bosque de encino, seguido de la unidad ambiental Agropecuario. De esta última unidad ambiental es importante mencionar que, a pesar de ser una unidad que presenta impactos como la falta de cobertura vegetal, gracia a la temporada de lluvia se forman pozas o escurrimientos temporales que influyen positivamente sobre la fauna que aquí habita.

IV.4.3.2 CALIDAD AL HÁBITAT

Para determinar la calidad del hábitat del sistema ambiental, se determinaron los valores de cobertura relativa por estrato, estos datos fueron obtenidos por personal del equipo técnico encargado de realizar los trabajos en campo (*Cuadro 99*).

Cuadro 99. Cobertura relativa total (%) de cada estrato en las unidades ambientales.

ESTRATO	VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO (UA)						PROMEDIO
	BOSQUE DE ENCINO	BOSQUE DE ENCINO-PINO	VEGETACIÓN DE GALERÍA	MATORRAL CRASICAULE	AGROPECUARIO	CUERPO DE AGUA	
Árboles	80	75	80	40	3	0	46.33
Arbustos	7	10	10	40	7	0	12.33
Hierbas	13	15	10	20	90	10	26.33

Los valores presentados en este *Cuadro 99* son porcentajes de cobertura foliar por estrato determinados visualmente en cuadrantes de 400 m^2, la suma de estos no es equivalente a 100 en todas las unidades ambientales debido a las secciones de suelo desprovistas de cobertura vegetal.

El promedio de los valores de cobertura relativa de todas las unidades ambientales analizadas por estrato sugiere que estas unidades son (en su conjunto), de importancia relevante para el ecosistema que comprende el área del proyecto. Es particularmente importante la cobertura del estrato arbóreo, tanto para la fauna como para las interacciones ecológicas que se desarrollan en el ecosistema.

El análisis de calidad del hábitat (CHu) se realizó aplicando la Ecuación 2 en la cual los datos de entrada son los valores de los coeficientes de importancia estructural y los valores de cobertura relativa, los valores de (CHu) se normalizan usando como parámetro de normalización el valor de (CHu) máximo y cada valor de (CHu) obtenido se divide entre este parámetro. De los datos normalizados del análisis de calidad del hábitat (CHu), se observó que, de las seis unidades, cuatro unidades resultaron con un valor alto, la Vegetación de galería con un valor de 0.99 y el Matorral Crasicaule tienen un valor normalizado de 1, mientras que el bosque de encino y bosque de encino-pino, tienen un valor de 0.97 y 0.96 respectivamente (*Cuadro 100*), lo cual indica que estas unidades poseen un nivel de importancia alto y por este motivo se debe procurar la menor perturbación posible, modificando estas mismas unidades siempre en un valor menor al que permite la homeostasis del ecosistema.

Cuadro 100. Calidad del hábitat calculado y normalizado para cada unidad ambiental.

UNIDAD AMBIENTAL	CH U	
	CALCULADO	NORMALIZADO
Bosque de encino	949	0.97
Bosque de encino-pino	945	0.96

UNIDAD AMBIENTAL	CH U	
	CALCULADO	NORMALIZADO
Vegetación de galería	970	0.99
Matorral Crasicaule	980	1.00
Agropecuario	564	0.58
Cuerpo de agua	50	0.05
∑ CH u	4408	4.50

Bajo una óptica general, las unidades ambientales previamente mencionadas presentan un resultado lo suficientemente alto como para ser consideradas de alta importancia (arriba de 0.5 normalizado en una escala donde el valor más alto es 1).

IV.4.3.3 ÍNDICE DE IMPORTANCIA POR ESPECIES

El índice de importancia por especies está construido a partir del catálogo de especies protegidas de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se calcula utilizando la Ecuación 3 y una vez obtenido un valor para cada unidad ambiental, se procede a normalizar cada resultado.

El índice de importancia por especies de la unidad ambiental Cuerpo de agua tiene el valor más alto con un valor normalizado y adimensional de 1. Las unidades ambientales Bosque encino-pino y Matorral crasicaule no presentan ningún valor ya que no se registraron especies que tengan algún estatus de protección según la NOM-050-SEMARNAT-2010 (*Cuadro 101*).

Cuadro 101. Índice de importancia por especies NOM (VNJ).

UNIDAD AMBIENTAL	VNJ (C)	VNJ (N)
Bosque de encino	8	0.286
Bosque de encino-pino	0	0
Vegetación de galería	4	0.143
Matorral Crasicaule	0	0
Agropecuario	16	0.571
Cuerpo de agua	28	1
∑ VN j =	56	2

Con el objetivo de respaldar la información presentada en el *Cuadro 101* se presentan a continuación, de mayor a menor importancia y en los *Cuadro 102* y *Cuadro 103*, los datos de las especies NOM encontradas por unidad ambiental, en los que se incluye el estatus de conservación, la descripción de confiabilidad para hacer el registro y el nombre de cada especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 102. Especies con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de la unidad ambiental Cuerpo de Agua.

CUERPO DE AGUA						
NO.	NOMBRE DE LA ESPECIE	ESTATUS DE CONSERVACIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA CONFIABILIDAD		RESULTADO
		VALOR	CLAVE	VALOR	CLAVE	
1	*Anas diazi*	2	A	4	AC	8
2	*Tamnophis eques*	2	A	4	AC	8
3	*Cynomops mexicanus*	1	Pr	4	AC	4
4	*Lasiurus cinereus*	1	Pr	4	AC	4
5	*Lasiurus intermedius*	1	Pr	4	AC	4
∑ CH u =						28

Cuadro 103. Especies con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de la unidad ambiental Agropecuario.

AGROPECUARIO						
NO.	NOMBRE DE LA ESPECIE	ESTATUS DE CONSERVACIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA CONFIABILIDAD		RESULTADO
		VALOR	CLAVE	VALOR	CLAVE	
1	*Lithobates montezumae*	1	Pr	4	AC	4
2	*Cynomops mexicanus*	1	Pr	4	AC	4
3	*Lasiurus cinereus*	1	Pr	4	AC	4
4	*Lasiurus intermedius*	1	Pr	4	AC	4
∑ CH u =						16

Como análisis final se concluye que las unidades ambientales Cuerpo de agua y Agropecuario albergan especies de aves, mamíferos voladores, anfibios y reptiles con estatus Pr (Sujeta a protección especial) y A (Amenazada) según la NOM-059. Con base en dichos resultados, se determina la necesidad de establecer programas de protección que eviten el deterioro o perdida de la calidad del hábitat de estas especies de alto valor según lo estipulado por la normatividad vigente mexicana.

IV.4.3.4 VALOR DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN

Si bien un aspecto importante para obtener el valor de criticalidad que existe en el SAR del proyecto e integrarlo a su vez dentro del inventario ambiental, es el índice de importancia para la conservación que existe en la zona del proyecto, para el caso del proyecto Huerta PV no hay áreas de interés para la conservación.

IV.4.3.5 VALOR DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN

El valor de criticalidad de las unidades ambientales es la culminación de todo el trabajo realizado previamente y el dato cuantitativo que permite asignar una escala para conocer el estado de conservación del ecosistema dentro del SAR del proyecto y emitir un diagnóstico fidedigno e imparcial a través de los indicadores medibles calculados con anterioridad. De acuerdo con la metodología

utilizada (Pérez Maqueo, 2003) los valores presentados en el análisis general *Cuadro 104*, incorporan la importancia de las unidades ambientales y el ecosistema del proyecto desde el punto de vista funcional y de interés humano, es decir, biológico, medioambiental y socioeconómico, integrando con índices cuantitativos modelados con ecuaciones de primer grado (lineales) la importancia de las especies NOM-059-SEMARNAT-2010 (VNJ); la Importancia de cada Unidad Ambiental (IUA) a su vez integrado por la Riqueza Faunística (RF) junto con la Calidad del Hábitat; y el Valor de Importancia para la Conservación (VIC), como se muestra en la Ecuación 6 en la metodología de este apartado.

Cuadro 104. Resumen de los índices calculados, índices normalizados para su operación y Valor de Criticalidad (VC) para cada unidad ambiental.

UNIDAD AMBIENTAL	BOSQUE DE ENCINO	BOSQUE DE ENCINO-PINO	VEGETACIÓN DE GALERÍA	MATORRAL CRASICAULE	AGROPECUARIO	CUERPO DE AGUA
∑ IUA i=	57,889.00	28,350.00	41,710.00	23,520.00	29,892.00	3,600.00
∑ VN j =	8	0	4	0	16	28
∑ VICi =	0	0	0	0	0	0
∑ VCu =	57,897.00	28,350.00	41,714.00	23,520.00	29,908.00	3,628.00
NORMALIZADOS						
∑ IUA i=	1.00	0.49	0.72	0.41	0.52	0.06
∑ VN j =	0.29	0.00	0.14	0.00	0.57	1.00
∑ VICi =	0	0	0	0	0	0
∑ VCu =	1.29	0.49	0.86	0.41	1.09	1.06

El siguiente análisis se realiza a partir de los índices normalizados del valor de criticalidad por unidad ambiental, tomando como valor punta de la escala al más crítico, es decir 1.29 en el caso particular de este diagnóstico. Resulta pertinente recordar que los valores normalizados son adimensionales.

Los resultados de este diagnóstico muestran al Bosque de Encino como la unidad ambiental más crítica para el proyecto, seguido de Agropecuario y Cuerpo de Agua. La importancia del Bosque de Encino radica en que es la Unidad Ambiental con menor extensión en el SAR, pero a pesar de esto, puede albergar mayor riqueza faunística permanentemente en comparación con las otras dos unidades ambientales, que pueden albergar riqueza faunística solo por temporadas.

En los valores de índices de criticalidad no hay valores o índices cercanos a ceros, por lo que puede considerarse que la unidad sujeta a este estudio es importante, aunque en diferente medida, la prioridad a la que se deben destinarse las medidas de protección y control es:

- Bosque de encino

IV.4.4 CONCLUSIONES (ÍNDICE DE CRITICALIDAD)

Con los datos anteriores se generó un mapa que se muestra los valores de criticalidad obtenidos y permite apreciar las diferencias entre el grado de conservación e importancia (*Figura 175*).

El área más crítica es el Bosque de encino. Esta unidad ambiental ocupa solo el 7.11% de la superficie del SAR, y es el área que presentó el mayor número de especies de aves. En este tipo de vegetación se registró una especie de reptil, *S. grammicus* y una especie de mamífero, *S. oculatus,* ambas endémicas y con estatus Pr (protección especial) según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

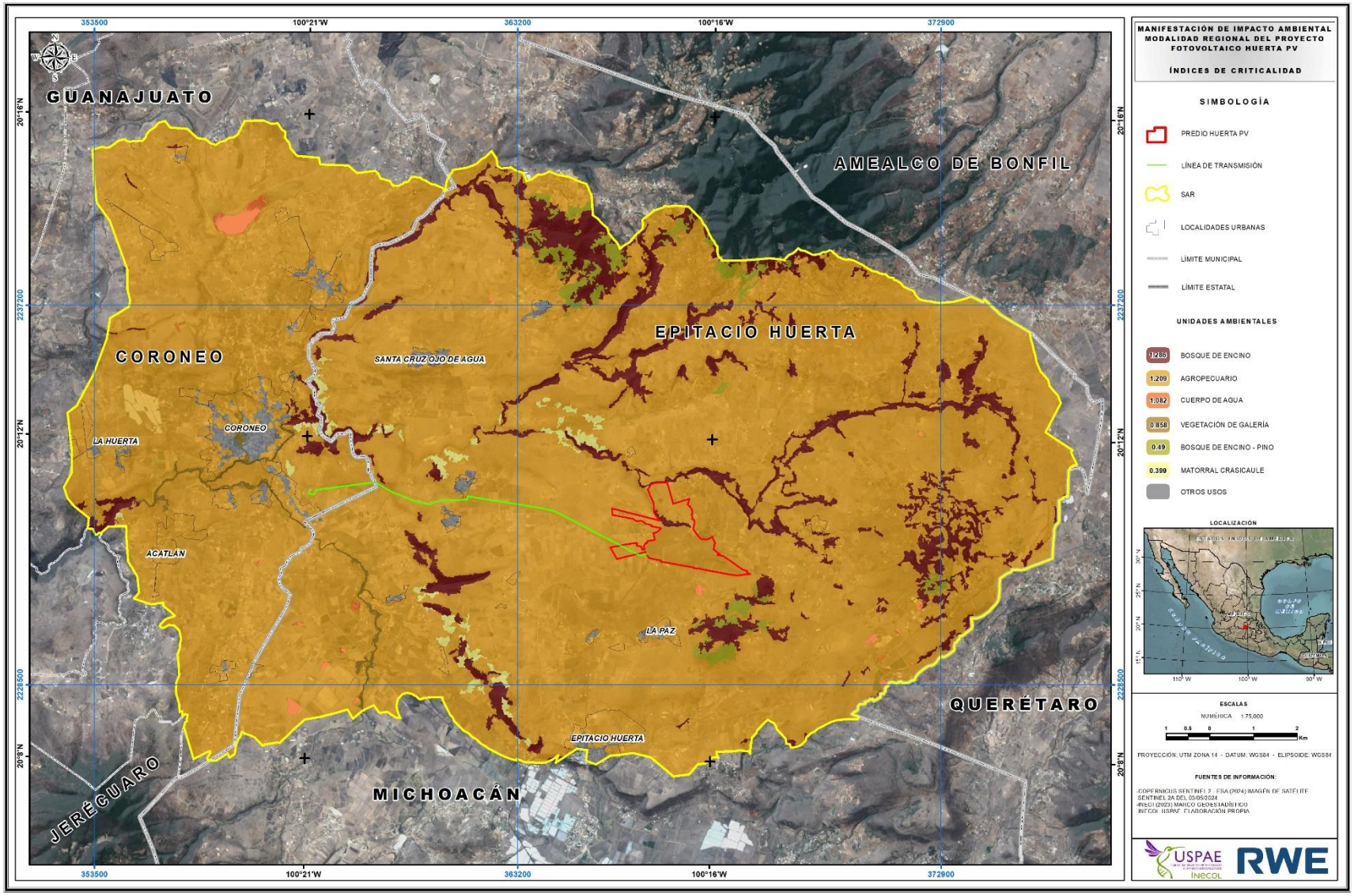


Figura 175. Representación visual de los valores de criticalidad existentes en el SAR del proyecto.

IV.4.5 ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR

Para el análisis retrospectivo de la calidad ambiental, se realizó una comparación geoespacial de la cartografía de uso de suelo y vegetación (USV) de las series IV, V, VI y VII del INEGI (2010, 2013, 2017 y 2018), utilizando el programa ArcGIS 10.2 para estimar la superficie de USV en km^2 del SAR. Es importante resaltar, que las series utilizadas tienen diferentes criterios para la denominación de las categorías de USV por lo que se analizaron por separado, es decir, se compararon las series IV y V y las series VI y VII.

Para esto, primero se calculó la tasa de transformación del hábitat, δ, (Ecuación 7), la cual es un indicador que mide la proporción del área de vegetación que ha sido transformada por actividades antropogénicas para un tipo de uso de suelo en un período de tiempo determinado (FAO, 1996). Los valores de δ son negativos o positivos dependiendo de la reducción o aumento en la superficie del USV de un periodo al otro respectivamente. Las categorías del USV que no presentaron cambio (valores de δ igual 0), se consideran únicamente para indicar que esos USV no presentaron modificaciones en el lapso analizado. Los valores de δ son altos cuando miden los cambios en la superficie de USV con áreas pequeñas, lo que permite identificar la transformación de áreas poco representativas en una región.

Ecuación 7 δ=1-(1-(S_1-S_2) /S_1) ^ (1/n)	Donde: δ = Tasa de transformación S1 = Superficie de USV al inicio del periodo S2 = Superficie de USV al final del periodo n = Número de años entre cada periodo

Es importante señalar que la tasa de transformación del hábitat (δ) permite hacer comparaciones temporales y espaciales de los procesos de cambio en los ecosistemas, es por eso que se considera útil este método para analizar el SAR y así determinar si las condiciones ambientales existentes en cada uno de estos niveles se han visto afectados debido a la ampliación de zonas urbanas, así como los proyectos regionales y particulares que se llevan en estas delimitaciones.

Es por ello por lo que se considera que este análisis muestra una línea base que permita contar con un diagnóstico del SAR, y al mismo tiempo, de los elementos de análisis que ayuden a reconocer los daños ambientales potenciales que pudieran generarse durante la implementación del proyecto (Franco López, 2020).

IV.4.6 ANÁLISIS SAR

El INEGI usa una clasificación de USV como se muestra en la *Figura 176* y *Figura 177*, en los años 2010 a 2018. Se hizo un ajuste de USV según lo que se observó en el trabajo de campo de este proyecto, esto es, se realizaron equivalencias de USV entre lo que se observó en campo y en lo establecido por INEGI para poder calcular la tasa de transformación de hábitat del USV. Para el SAR la tasa de transformación del hábitat de las Series IV y VII del INEGI que abarcan el periodo del año 2010 a 2018 (*Cuadro 105*, *Figura 176* y *Figura 177*) muestran que para las unidades ambientales ubicadas en el SAR hubo tasa de cambio con excepción de la unidad Cuerpo de Agua (*Cuadro 105*).

Cuadro 105. Tasa de transformación (δ) del hábitat del USV de las series IV y VII para la superficie del SAR del Proyecto Huerta PV. Se muestran las equivalencias observadas durante el trabajo de campo.

USV	SUPERFICIE (KM^2)		Δ
	SERIE IV	SERIE VII	
Bosque de encino	10.129	4.640	-9.30
Bosque de encino-pino	0.413	7.212	42.96
Matorral crasicaule	0.001	1.865	156.35
Agropecuario	234.459	230.9	-0.19
Cuerpo de agua	2.718	2.718	0.00
Asentamientos humanos	0.670	1.054	5.83

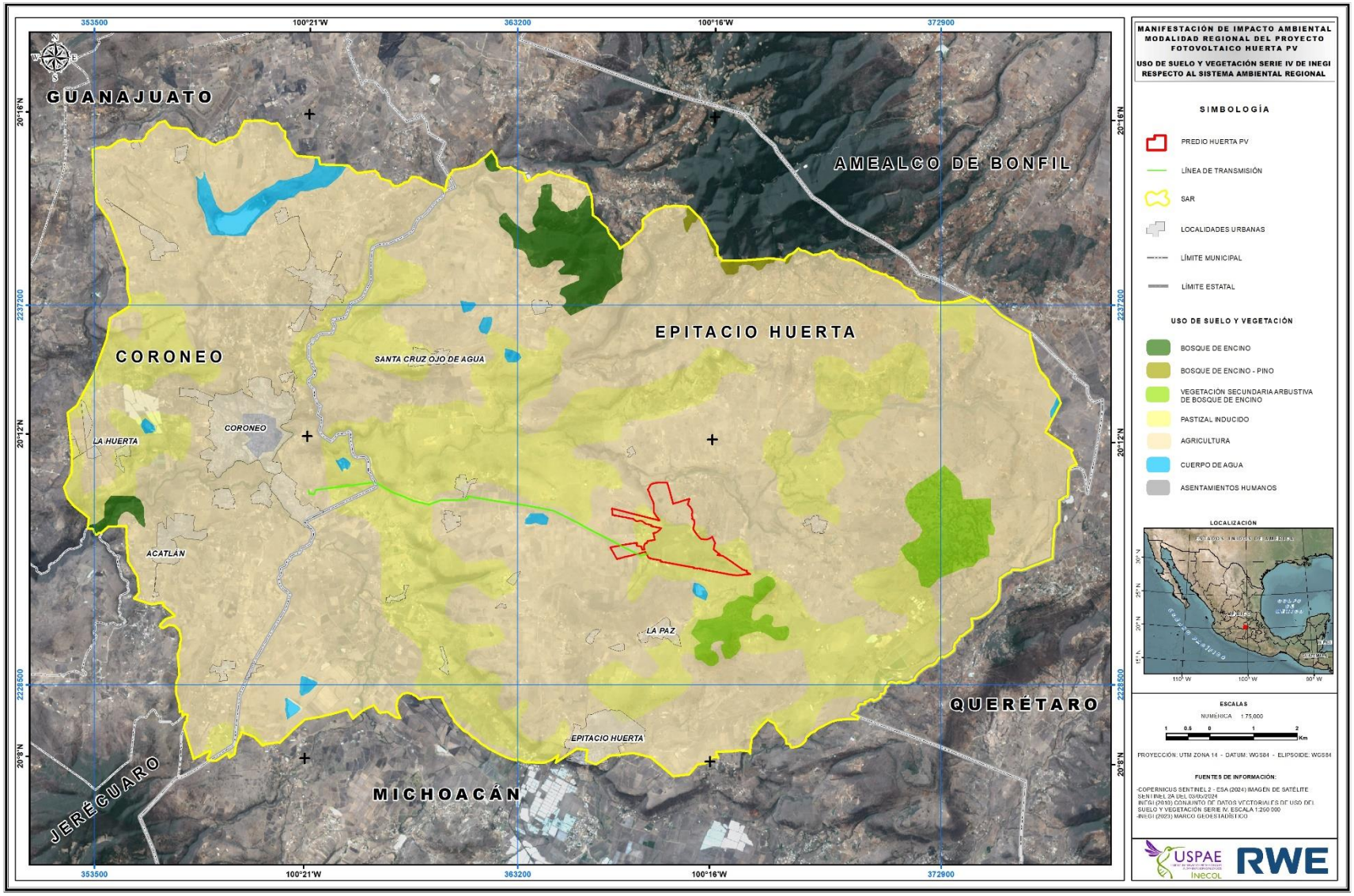


Figura 176. Distribución de los USV para la serie IV en el SAR.

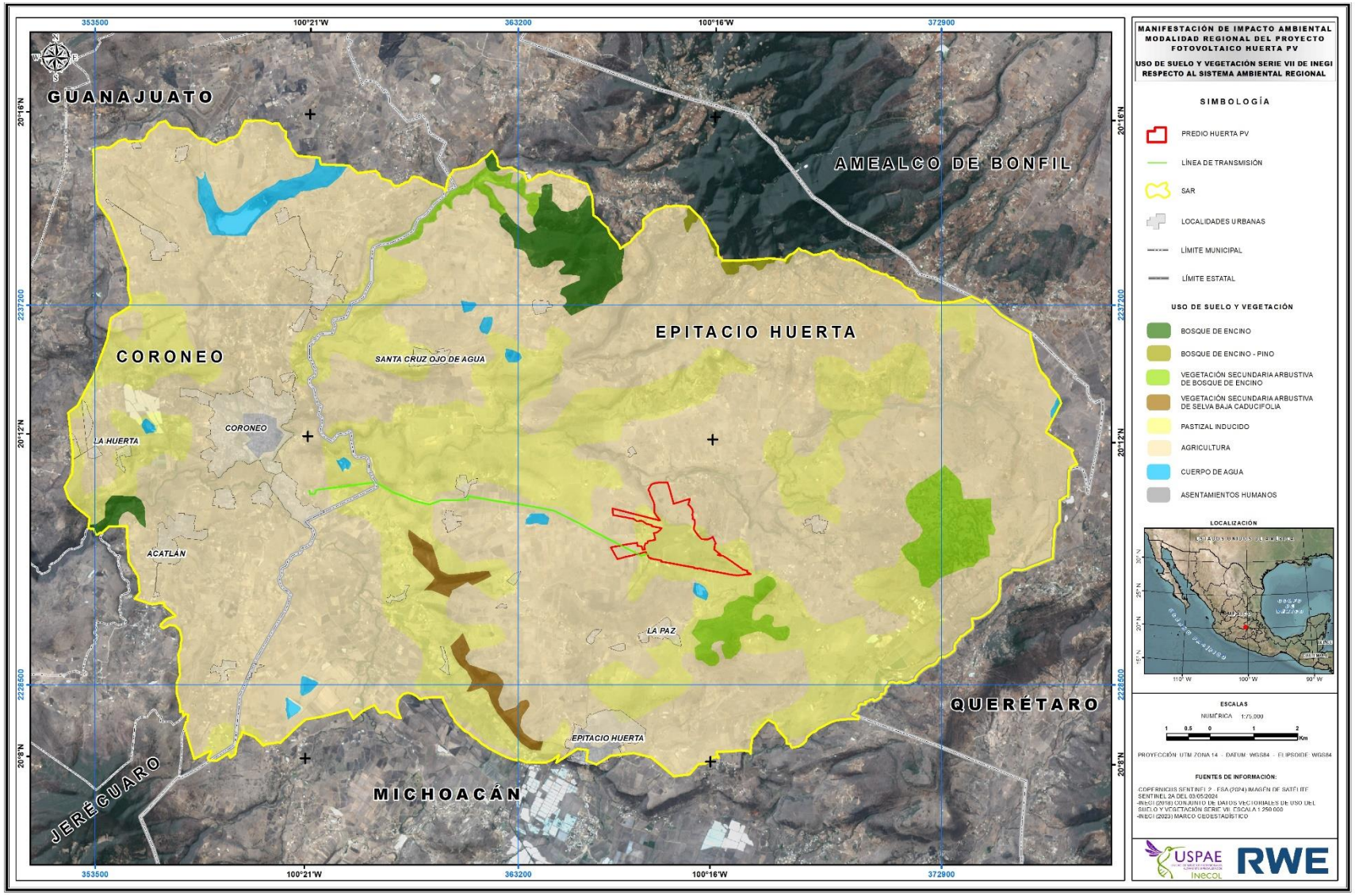


Figura 177. Distribución de los USV para la serie VII en el SAR.

Es importante señalar que la tasa de transformación del hábitat nos da un panorama general del estado actual del SAR y de cómo ha evolucionado desde el año 2010 hasta el 2018 (Serie IV y VII de INEGI), por lo que se toma como una referencia inicial para realizar un diagnóstico ambiental integral que permita visualizar en un periodo y espacio el estado de conservación o deterioro de los ecosistemas presentes.

IV.4.7 INTEGRIDAD ECOSISTÉMICA

La integridad ecológica es un método holístico que permite medir de manera sistemática, confiable y frecuente el estado de conservación y funcionalidad de los ecosistemas (Equihua *et al*. 2014, Sánchez-Parra 2014, García-Alaniz y Schmidt 2016). Debido a esta solidez la integridad ecológica es una medida que sirve como fundamento científico para orientar acciones de conservación y aprovechamiento de la naturaleza.

La evaluación de la Integridad Ecológica es una herramienta muy útil tanto en escalas geográficas bajas (cuencas, regiones, áreas naturales protegidas) como altas (países, biomas). En México se ha implementado un programa de evaluación de la integridad ecosistémica a nivel del país entero (García-Alaniz y Schmidt 2016; García-Alaniz *et al.* 2017), llamado Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad (http://www.biodiversidad.gob.mx/sistema_monitoreo/). Los resultados de este programa son de gran interés y utilidad para la comunidad académica, para las agencias de conservación y manejo de la naturaleza, para los órganos de administración y gobierno y para la comunidad empresarial. El mapa de la integridad ecológica de México (*Figura 178*) nos muestra lo distinto que es un ecosistema actual de una condición original y deseada (García-Alaniz *et al.,* 2017) y al mismo tiempo nos muestra el grado de influencia humana en las regiones modificadas por nuestras actividades productivas.

A lo largo del tiempo es posible (y deseable) realizar evaluaciones periódicas de la integridad mediante el monitoreo de los indicadores elegidos. Como se mencionó al inicio de este apartado, la CONABIO a través del Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad desarrolló una estrategia para estimar la correspondencia entre diversos atributos de la biodiversidad y su organización en ecosistemas funcionales con el objetivo de reconocer la condición de integridad en la que se encuentran los ecosistemas del país.



Figura 178. Mapa de Integridad Ecosistémica del país elaborado por la CONABIO.

Para poder comparar los resultados obtenidos con los índices de criticalidad (que tienen una ponderación inclinada a la fauna), se elaboró una imagen en ampliación con el uso de Sistemas de Información Geográfico del mapa elaborado por la CONABIO con el objetivo de mostrar la Integridad Ecosistémica (la cual pondera a las especies vegetales) que existe en el Sistema Ambiental Regional del proyecto, la cual se muestra en la *Figura 179*.

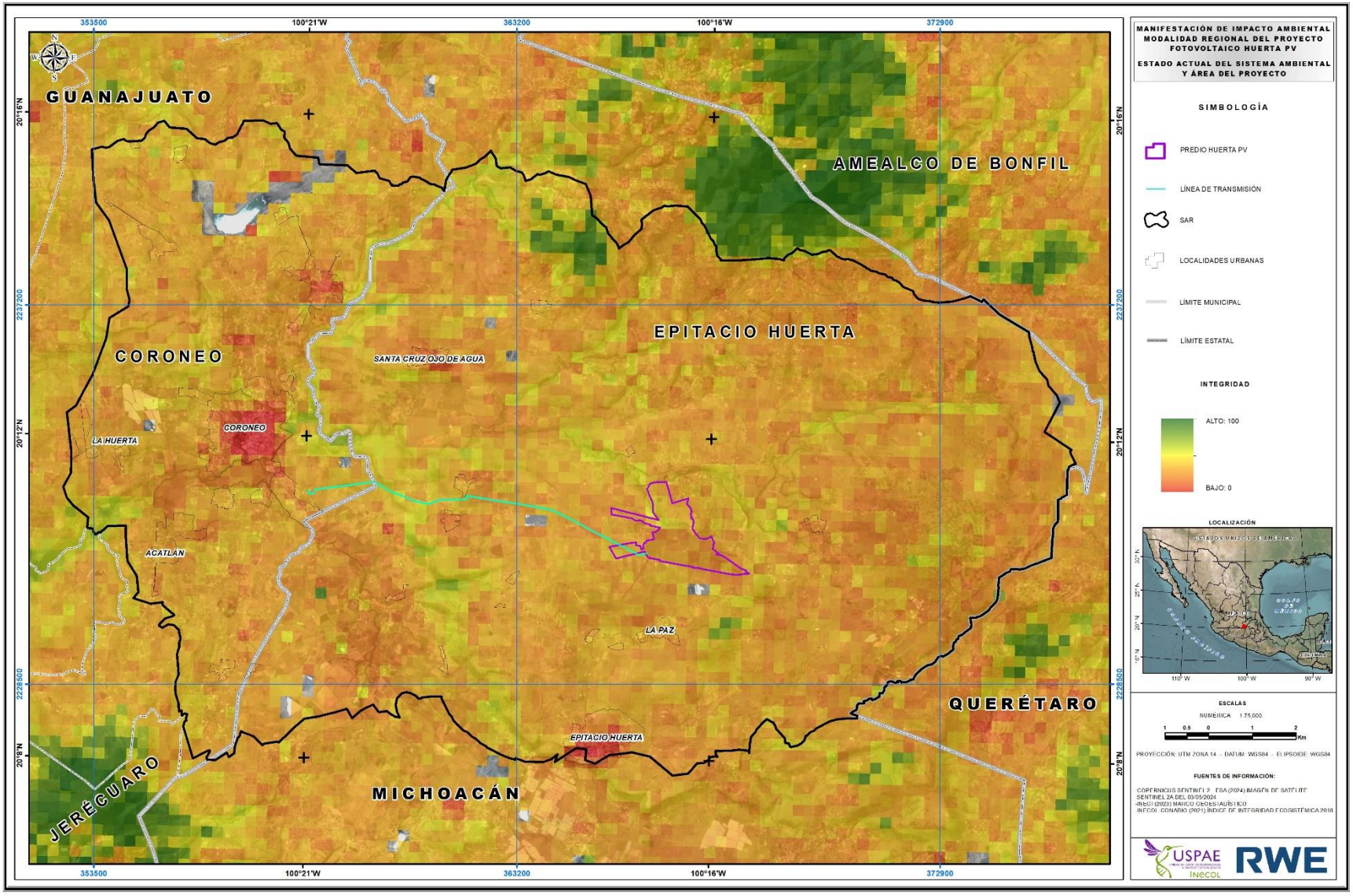


Figura 179. Integridad Ecosistémica existente en el SAR del proyecto.

Esta evaluación inicial de la integridad ecológica servirá para establecer una línea de base a partir de la cual sea posible observar el comportamiento de la integridad ecológica a través de evaluaciones periódicas.

En la *Figura 179* se puede observarse que el SAR conserva un mínimo de elementos que favorecen la integridad de un ecosistema, donde la biodiversidad existente presenta índices significativos de riqueza y abundancia de especies, como el Bosque de Encino. La presencia de varias especies de aves, mamíferos y reptiles bajo algún estatus de protección según NOM-059-SEMARNAT-2010, a pesar de la baja integridad ecosistémica, indica que hay elementos que permiten la presencia de estas especies, que son necesarios conservar para continuar con la presencia de estas especies.

IV.4.8 SÍNTESIS OBJETIVA Y CONGRUENTE DEL ESTADO ACTUAL DEL SAR

A lo largo del análisis realizado del medio biótico y abiótico del proyecto se puede determinar que, para el caso del componente abiótico del SAR, la mayoría de los elementos a los que se enfrentará el proyecto son situaciones naturales, tales como aspectos fisiográficos y tipos de suelos presentes principalmente.

En cuanto al componente biótico se analizaron los componentes de flora y fauna presentes a lo largo del SAR definido para el proyecto, el componente de flora obtuvo como resultado la identificación de las unidades ambientales objeto de análisis, las cuales corresponde a:

- Bosque de encino
- Bosque de encino-pino
- Vegetación de galería
- Matorral Crasicaule
- Agropecuario
- Cuerpo de agua

Estos componentes se analizaron a través del método de criticalidad para analizar el estado de conservación de cada unidad y para obtener un indicador que permitiera identificar el estado su estado de conservación. Debido a que este método requiere datos sobre la fauna presente sobre las unidades ambientales definidas para el proyecto, solo se consideró en este análisis a las unidades dentro del SAR, las cuales se mencionan en el párrafo anterior.

Los resultados del método de criticalidad para las unidades ambientales objeto de análisis obtuvieron, en una escala del 1 al 4 (donde 1 indica una unidad perturbada y 4 una unidad más conservada), una evaluación de 2.254, 1.454, 1.853, 1.406, 1.663 y 1.115. Estos resultados, que corresponden a

indicadores ambientales del estado de conservación de las unidades ambientales, dan un panorama general del estado actual del SAR.

El Bosque de encino obtuvo una evaluación de 2.254, indicando un estado conservado, mientras que el Bosque de encino-pino, Vegetación de galería y Matorral Crasicaule, Agropecuario y Cuerpo de agua se consideran como menos conservados, presentando una evaluación de 1.454, 1.853, 1.406, 1.663 y 1.115 respectivamente.

IV.4.9 INTERACCIONES ECOLÓGICAS DE IMPORTANCIA EN EL AI

No se registraron interacciones ecológicas de importancia en el Área de Influencia.

IV.4.10 CONCLUSIONES

Tomando en cuenta que para el método de criticalidad (Pérez Maqueo, 2003), los valores individuales normalizados van de 0 a 1, donde 1 significa la condición óptima y 0 la peor situación, la puntuación global según la escala que plantea el método de criticalidad mostrada en la *Figura 180* de acuerdo con número de índices analizados va de cero a cuatro, en dónde la puntuación máxima es un Sistema Ambiental ampliamente conservado.



Figura 180. Escala para la emisión del diagnóstico con base en índices de criticalidad.

En el *Cuadro 106* se presenta la valoración final de cada unidad ambiental en función de los índices de criticalidad obtenidos para el proyecto:

Cuadro 106. Diagnóstico del Sistema Ambiental donde pretende desarrollarse el proyecto.

UNIDAD AMBIENTAL	ÍNDICES AMBIENTALES					
	CALIDAD DEL HÁBITAT (CH)	IMPORTANCIA DE LA UNIDAD AMBIENTAL (IUA)	IMPORTANCIA POR ESPECIES (VNJ)	VALOR DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN (VIC)	CONDICIÓN FINAL	DIAGNÓSTICO
Bosque de encino	0.968	1	0.286	0	2.254	Conservado
Bosque de encino-pino	0.964	0.490	0	0	1.454	Menos conservado
Vegetación de galería	0.990	0.721	0.143	0	1.853	Menos conservado
Matorral Crasicaule	1	0.406	0	0	1.406	Menos conservado
Agropecuario	0.576	0.516	0.571	0	1.663	Menos conservado
Cuerpo de agua	0.051	0.062	1	0	1.113	Menos conservado

Para el caso de este proyecto, se observó la mayor riqueza faunística en la unidad ambiental cuerpo de agua, debido a que son áreas que concentran sobre todo especies de aves tanto migratorias como residentes, a pesar de ser una unidad con un diagnóstico de menos conservado. La siguiente unidad con mayor riqueza faunística es el Bosque de encino, unidad que presenta el valor más alto de criticalidad, con un diagnóstico de Conservado. En estas dos unidades ambientales se presentaron especies de fauna que se encuentran bajo algún estatus de protección dado por la NOM-059.

Con los datos obtenidos a partir del análisis de los índices de criticalidad y su comparación con la integridad ecosistémica en el SAR, se puede decir que, la gran parte de la zona cuenta con un nivel medio de alteración tanto en el mapa elaborado con información de la CONABIO como en el de criticalidad, así como en el análisis elaborado para la tasa de transformación del SAR, aunque si se observan zonas restringidas con un valor alto de integridad. El análisis de integridad ecosistémica muestra que en el área del proyecto se encuentra con una integridad media.

Por lo anterior, se deduce que las obras que se pretenden desarrollar por el proyecto, tendrán un efecto directo en el espacio que será ocupado de forma temporal o permanente (AP y AI); y como resultado del análisis realizado y como en la construcción de todo proyecto se generarán impactos ambientales significativos cuya ocurrencia es inevitable y respecto de los cuales deben de adoptarse medidas claras de compensación (Calle *et al.*, 2014), por lo que el proyecto implementará las medidas de mitigación y compensación para minimizar las afectaciones que el proyecto generará.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre-León, G. (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En: Gallina, S. y C. López-González (Editor). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro - Instituto de ecología A.C. (pp. 61-85). Querétaro, México.

Amador, L. (Ed) 2010. "Técnicas para el Monitoreo de Vertebrados". Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Aranda M. 2000. "Manual para la identificación de huellas y otros rastros de los Mamíferos grandes y medianos de México". INECOL, CONABIO, México

Aukema, J. E., & Martínez del Rio, C. (2002). Where does a fruit-eating bird deposit mistletoe seeds? Seed deposition patterns and an experiment. Ecology, 83, 3489-3496.

Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L. A. Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra. 2019. Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México D.F.

Bibby, C. J., N. D. Burgess y D. A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press. London. 257 p.

BirdLife International. 2018. IUCN Red List for birds. Disponible en: http://www.birdlife.org on [Acceso el 29 de mayo de 2024].

Böhm, M., Collen, B., Baillie, J.E.M., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., Hammerson, G., Hoffmann, M., Livingstone, S.R., Ram, M., Rhodin, A.G.J., Stuart, S.N., Van Dijk, P.P., Young, B.E., Afuang, L.E., Aghasyan, A., García, A., Aguilar, C., Ajtic, R., Akarsu, F., Alencar, L.R.V., Allison, A., Ananjeva, N., Anderson, S., Andrén, C., Ariano-Sánchez, D., Arredondo, J.C., Auliya, M., Austin, C.C., Avci, A., Baker, P.J., Barreto-Lima, A.F., Barrio-Amorós, C.L., Basu, D., Bates, M.F., Batistella, A., Bauer, A., Bennett, D., Böhme, W., Broadley, D., Brown, R., Burgess, J., Captain, A., Carreira, S., Castaneda, M.D.R., Castro, F., Catenazzi, A., Cedeño-Vázquez, J.R., Chapple, D.G., Cheylan, M., Cisneros-Heredia, D.F., Cogalniceanu, D., Cogger, H., Corti, C., Costa, G.C., Couper, P.J., Courtney, T., Crnobrnja-Isailovic, J., Crochet, P.A., Crother, B., Cruz, F., Daltry, J.C., Daniels, R.J.R., Das, I., de Silva, A., Diesmos, A.C., Dirksen, L., Doan, T.M., Dodd, C.K., Doody, J.S., Dorcas, M.E., Duarte de Barros Filho, J., Egan, V.T., El Mouden, E.H., Embert, D., Espinoza, R.E., Fallabrino, A., Feng, X., Feng, Z.J., Fitzgerald, L., Flores-Villela, O., França, F.G.R., Frost, D., Gadsden, H., Gamble, T., Ganesh, S.R., Garcia, M.A., García-Pérez, J. E., Gatus, J., Gaulke, M., Geniez, P., Georges, A., Gerlach, J., Goldberg, S., Gonzalez, J.C.T., Gower, D.J., Grant, T., Greenbaum, E., Grieco, C., Guo, P., Hamilton, A.M., Hare, K., Hedges, S.B., Heideman, N., Hilton-Taylor, C., Hitchmough, R., Hollingsworth, B., Hutchinson, M., Ineich, I., Iverson, J., Jaksic, F.M., Jenkins, R., Joger, U., Jose, R., Kaska, Y., Kaya, U., Keogh, J.S., Köhler, G., Kuchling, G., Kumlutaş, Y., Kwet, A., La Marca, E., Lamar, W., Lane, A., Lardner, B., Latta, C., Latta, G, Lau, M., Lavin, P., Lawson, D., LeBreton, M., Lehr, E., Limpus, D., Lipczynski, N., Lobo, A.S., López-Luna, M.A., Luiselli, L., Lukoschek, V., Lundberg, M., Lymberakis, P., Macey, R., Magnusson, W.E., Mahler, D.L., Malhotra, A., Mariaux, J., Maritz, B., Marques, O.A.V., Márquez, R., Martins, M., Masterson, G., Mateo, J.A., Mathew, R., Mathews, N., Mayer, G., McCranie, J.R., Measey, G.J., Mendoza-Quijano, F., Menegon, M., Métrailler, S., Milton, D.A., Montgomery, C., Morato, S.A.A., Mott, T., Munoz-Alonso, A., Murphy, J., Nguyen, T.Q., Nilson, G., Nogueira, C., Núnez, H., Orlov, N., Ota, H., Ottenwalder, J., Papenfuss, T., Pasachnik, S., Passos, P., Pauwels, O.S.G., Pérez-Buitrago, N., Pérez-Mellado,

V., Pianka, E.R., Pleguezuelos, J., Pollock, C., Ponce-Campos, P., Powell, R., Pupin, F., Quintero-Díaz, G.E., Radder, R., Ramer, J., Rasmussen, A.R., Raxworthy, C., Reynolds, R., Richman, N., Rico, E.L., Riservato, E., Rivas, G., da Rocha, P.L.B., Rödel, M.O., Rodríguez Schettino, L., Roosenburg, W.M., Ross, J.P., Sadek, R., Sanders, K., Santos-Barrera, G., Schleich, H.H., Schmidt, B.R., Schmitz, A., Sharifi, M., Shea, G., Shi, H.T., Shine, R., Sindaco, R., Slimani, T., Somaweera, R., Spawls, S., Stafford, P., Stuebing, R., Sweet, S., Sy, E., Temple, H.J., Tognelli, M.F., Tolley, K., Tolson, P.J., Tuniyev, B., Tuniyev, S., üzüm, N., van Buurt, G., Van Sluys, M., Velasco, A., Vences, M., Veselý, M., Vinke, S., Vinke, T., Vogel, G., Vogrin, M., Vogt, R.C., Wearn, O.R., Werner, Y.L., Whiting, M.J., Wiewandt, T., Wilkinson, J., Wilson, B., Wren, S., Zamin, T., Zhou, K., Zug, G. (2013): The conservation status of the world's reptiles. Biol. Conserv. 157: 372-385.

Broad, S., Luxmoore, R. & Jenkins, M. 1988. "Significant trade in wildlife: A review of selected species in CITES Appendix II". Vol. 1. CITES. EUA.

Browning, E., Barlow, K. E., Burns, F., Hawkins, C., & Boughey, K. (2021). Drivers of European bat population change: a review reveals evidence gaps. Mammal Review, 51(3), 353-368.

Carmona-Galindo, V.D. & Carmona, T.V. (2013). La Diversidad de los Análisis de Diversidad. Bioma, 14: 20-28.

Ceballos G & Arroyo-Cabrales J. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México. Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época. Año2 No. 2.

Ceballos G y Arroyo-Cabrales J. 2012. "Lista actualizada de los mamíferos de México". Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época. Año2 No.2

Ceballos, G. & G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO, Fondo de Cultura Económica. México.

Ceballos, G.; Oliva, G. 2005. "Los Mamíferos Silvestres de México". CONABIO, Fondo de Cultura Económica. México.

Challenger A. (1998). Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Universidad Nacional Autónoma de México/Agrupación Sierra Madre S. C., México, D.F.

Chesser, R. T., S. M. Billerman, K. J. Burns, C. Cicero, J. L. Dunn, B. E. Hernández-Baños, R. A. Jiménez, A. W. Kratter, N. A. Mason, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, Jr., and K. Winker. 2023. Check-list of North American Birds (online). American Ornithological Society. Disponible en: https://checklist.americanornithology.org/taxa/ [Acceso el 28 de noviembre de 2023].

CITES. 2014. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Colchero F; O´Farril y Medellín R.A. Didelphis marsupialis. En Ceballos y Oliva (eds.) "Los mamíferos silvestres de México". México. Comisión Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad/Fondo de cultura Económica.

Colwell, R.K. (2013). EstimateS: Statistic estimation of species richeness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL: <purl.oclc.org/estimates>

Colwell, Robert & Chao, Anne & Gotelli, Nicholas & Lin, SY & Mao, Chang Xuan & Chazdon, Robin & Longino, John. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. Journal of Plant Ecology. 5. 3-21.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2023. EncicloVida. CONABIO. México, Disponible en https://www.enciclovida.mx. [Acceso el 08 de junio de 2024].

CONABIO. (2008). La Diversidad Biológica de México: Estudio de País 2008. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONAGUA. 2014. Estadísticas del agua en México. Edición 2014. Recuperado en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf.

CONAGUA. 2018. Atlas del Agua en México, edición 2018. 143 pp.

CONAGUA. 2018. Estadísticas del Agua en México, edición 2018. 303 pp.

CONAGUA-SMN. 2017. Resúmenes Mensuales de Temperaturas y lluvia [Monthly Summaries of Temperatures and Rain], http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-ylluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias

CONAPO. 2020. Índice de intensidad migratoria.

CONAPO. Proyecciones de población de localidades seleccionadas, 2015-2030. Consultado en 2023.

CONEVAL. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

CONEVAL. Estimaciones del CONEVAL con base en el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020. Consultado en 2024.

Cornell Lab of Ornithology. 2019. All About Birds. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. Disponible en: https://www.allaboutbirds.org. [Acceso mes de mayo de 2024].

Dearborn, D. C., & Kark, S. (2010). Motivations for conserving urban biodiversity. Conservation biology, 24(2), 432-440.

Equihua Z., M., N. García-Alaniz, O. Pérez-Maqueo, G. Benítez-Badillo, M. Kolb, M. Schmidt, J. Equihua B., P. Maeda & J.L. Álvarez-Palacios, 2014. Integridad ecológica como indicador de la calidad ambiental. En: González, C.A., Vallarino, A., Pérez, J.C., Low, A.M. (Eds.). 2014. Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. El Colegio de la Frontera Sur, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México (pp. 687-710).

FAO. 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. IUSS Working Group WRB.

Ferrusquía, I. 1998. Geología de México: una sinopsis. (p. 3-108). En T.P. Rammamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.), Diversidad biológica de México: Orígenes y distribución, México DF, México: Universidad Autónoma de México (UNAM). 793pp.

Flores-Villela, O., & Canseco-Márquez, L. (2004). Amphibians and Reptiles of Mexico: A Natural History. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Galindo-González, J., Guevara, S. & Sosa, V., 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. Conservation Biology, 14 (6): 1693-1703.

Gallardo D. Á. J. C., y S. H. Aguilar-Rodríguez. 2011. Aves: Diversidad, Distribución y Conservación. In: Cruz A. A. (ed). La Biodiversidad de Veracruz: estudio de estado. CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana e Instituto de Ecología. A. C. México. pp: 559-578.

Gallina, S. & C. López-Gonzales (Editor). 2011. "Manual de Técnicas para el Estudio de la fauna". Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp. (On line: http: www. Uaq.mx)

García-Alaniz, N., M. Equihua, O. Pérez-Maqueo, J. Equihua B., P. Maeda, F. Pardo U., J.J. Flores M., S.A. Villela G. y M. Schmidt, 2017. The Mexican National Biodiversity and Ecosystem Degradation Monitoring System. Current Opinion in Environmental Sustainability 26: 62–68.

González Romero A." Métodos de estimación, contención y captura de mamíferos". En Gallina S.T; López-González.2011. "Manual de técnicas para el estudio de la fauna". Instituto de ecología A.C, Universidad Autónoma de Querétaro. PP. 124.

González-García, F. 2011. Métodos Para Contar Aves Terrestres. 86-123 Pp. En: Aguirre de Leon G. *et al*., (eds.) 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna 1ed. Querétaro, México.

Goulder, L., & Kennedy, D. (1997). Ecosystem Services: Philosophical Bases and Empirical Methods. Washington, D.C.: Nature's Services Societal Dependence on Natural Ecosystems Press.

Hammer, Oyvind & Harper, David & Ryan, Paul. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica. 4. 1-9.

Hansen, D. M., Kiesbüy, H. C., Jones, C. G., & Müller, C. B. (2007). Positive indirect interactions between neighboring plant species via a lizard pollinator. The American Naturalist, 169, 534-542.

Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford, UK. 851 p.

INAH. Sitio arqueológico Huandacareo. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico Ihuatzio. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico San Felipe Los Azalti. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico Tingambato. Consultado en: INAh.gob.mx.

INAH. Sitio arqueológico Tres Cerritos. Consultado en: INAh.gob.mx.

INEGI. Censo de población y vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Consultado en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html

INPI. Pueblos indígenas del estado de Guanajuato. Atlas de los pueblos indígenas de México. INPI. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. Consultado en 2024.

INPI. Pueblos indígenas del estado de Michoacán. Atlas de los pueblos indígenas de México. INPI. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. Consultado en 2024.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (8 de agosto de 2022a). Estadísticas a propósito del día internacional de los pueblos indígenas. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2022/EAP_PueblosInd22.pdf

IUCN. 2014. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (IUCN Red List of Threatened Species). <www.iucnredlist.org>

IUCN. 2014. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (IUCN Red List of Threatened Species). <www.iucnredlist.org>

IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. Disponible en: https://www.iucnredlist.org. [Acceso el 08 de junio de 2024].

Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista ibérica de aracnología, 8, 151-161.

Jochimsen, D. M., Peterson, C. R., Andrews, K. M., Gibbons, J. W., & Drawer, E. (2004). A literature review of the effects of roads on amphibians and reptiles and the measures used to minimize those effects. Idaho Fish and Game Department, USDA Forest Service.

Jones C; Mc Shea W.J; Conroy M.J & Kunz T.H. Chapter 8 Capturing mammals. En Wilson D.E, Russell F.C; Nichols J.D; Rudran R. & Foster M.S. »Measuring and monitoring biological diversity: Standar method for Mammals. 1996. Smithsonian Institution Press. Washinton & London.

Leopold, A. S. 1959. "Wildlife of Mexico: the game birds and mammals". 538. Univ. California Press. EUA. p. 538

Li, J., and S. Ravi. 2018. Interactions among hydrological-aeolian processes and vegetation determine grain-size distribution of sediments in a semi-arid coppice dune (nebkha) system. Journal of Arid Environments 154:24–33.

López, J. E., Vega, D. y Martínez, M. A. (2004). Clasificación de localidades de México según grado de presencia indígena, 2000. México: Consejo Nacional de Población. ://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Clasificacion_de_localidades_de_Mexico_segun_grado_de_presencia_indigena_2000_

López-Gonzpalez C.A, Carmma E., Guitierrez-González y Lara-Díaz N.E. 2011. "Carnivoros: Inventario y monitoreo". En En Gallina S.T; López-González.2011. "Manual de técnicas para el estudio de la fauna". Instituto de ecología A.C, Universidad Autónoma de Querétaro.

López-Wilchis, R. & López-Jardínes, J. 1998. Los Mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá, Volumen I. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. México.

Luo, W. C., and W. Z. Zhao. 2019. "Adventitious Roots are Key to the Development of Nebkhas in Extremely Arid Regions." Plant and Soil 442: 471–482.

Luo, W., and W. Zhao. 2019. Adventitious roots are key to the development of nebkhas in extremely arid regions. Plant and Soil 442:471–482.

MacSwiney, M. C., F. M. Clarke & P. A. Racey. 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. Journal of Applied Ecology 45:1364-1371.

Magurran, A. E. (1998). Measuring richness and evenness. Trends in ecology & evolution, 13(4), 165-166.

Matteucci, D. S. y A. Colma. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.

Medellín, R. & Gaona O., 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. Biotropica. 31 (3): 478-485.

Medellín, R. & Víquez, R. L. 2014 Los murciélagos como bioindicadores de la perturbación ambiental. En: González- Zuarth, C., Vallarino, A., Pérez Jimenéz, J.C. & Low Pfeng, A.M. (eds) Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. INECC. México. pp: 521-542

Medellín, R. A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Pp. 333-354 in Avances en el estudio de los mamíferos de México (Medellín, R. A., y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.

Medellín, R. A., Equihua, M., Arroyo-Cabrales, J., & Arita, H. T. 2008. The importance of bats as seed dispersers: a review. Integrative Zoology, 3(1), 159-174.

Medellín, R., H. Arita & O. Sánchez. 2008. Identificación de los Murciélagos de México, clave de campo. 2a ed. Instituto de Ecología, UNAM, México, DF.

Melic, A. (1993). Biodiversidad y riqueza biológica: Paradojas y problemas. Zapateri: Revista aragonesa de entomología, 3, 97-103.

Milchunas, D. G., & Noy-Meir, I. (2002). Grazing refuges, external avoidance of herbivory and plant diversity. Oikos, 99(1), 113-130.

Miller, J. R., & Hobbs, R. J. (2002). Conservation where people live and work. Conservation biology, 16(2), 330-337.

modificación 9 de enero de 2024.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad, vol. 1.M & T–Manuales y Tesis SEA, . Zaragoza. 84 p.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

Neuweiler, G., 2000. The biology of bats. Oxford university press, Oxford.

O'Farrell, M. & W. Gannon. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. Journal of Mammology, 80(1): 24-30.

O'Farrell, M. J., & B. W. Miller. 1999. Use of vocal signatures for the inventory of freeflying Neotropical bats. Biotropica. 31: 507-516.

Oliveira, T. G. 1994. "Neotropical cats. Ecology and Conservation". EDUFMA. Brasil.

Pérez Maqueo, O. M. (2003). Las manifestaciones de impacto ambiental: Un análisis crítico. Ciudad de México: UNAM.

Pounds, J. A., Bustamante, M. R., Coloma, L. A., Consuegra, J. A., Fogden, M. P., Foster, P. N., ... & Young, B. E. (2006). Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. Nature, 439(7073), 161-167.

Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. DeSante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 46 p.

RAN. Núcleos Agrarios que conforman la Propiedad Social (2024). Consultado en: Ultima actualización 2024-08-29. datos.ran.gob.mx.

Reid, F. (2008). A field guide to mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press.

Roemer, G. W., Gompper, M. E. & Valkenburgh, B. V. 2009. "The ecological role of the mammalian mesocarnivore". Bioscience. 59(2):165-173

Rosaliano Evaristo, R., Ávila-Akerberg, V., Franco-Maass, S., Valencia-A., S., & López Mathamba, L. A. (2022). Estructura y diversidad arbórea en bosques de encino del centro de México. Madera Y Bosques, 28(2). https://doi.org/10.21829/myb.2022.2822449

Rydell, J., H. T. Arita, M. Santos & J. Granados. 2002. Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatán, México. Journal of Zoology. 257:27-36.

Rzedowski J. (1978). Vegetación de México. Limusa, México, D.F. 432 pp.

Sánchez-Hernández C., García-Estrada C., Romero-Almaraz Ma. De L. 2000 "Mamíferos pequeños: Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. UNAM.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio -Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México. Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D. F. 78 p.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio -Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México. Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D. F. 78 p.

SEMARNAT. 2019. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 14 de noviembre de 2019.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.

Sibley, D. A. 2014. The Sibley Guide to Birds. Second Edition. Alfred A. Knopf, United States of America. 598p.

Sistema de Información Cultural (SIC México). Sitio arqueológico Peralta. Consultado en: https://sic.cultura.gob.mx/

Sistema de Información Cultural (SIC México). Sitio arqueológico Cañada de Las Vírgenes. Consultado en: https://sic.cultura.gob.mx/

Sistema de Información Cultural (SIC México). Sitio arqueológico Cañada de El Cóporo. Consultado en: https://sic.cultura.gob.mx/

Sistema de Información Cultural (SIC México). Sitio arqueológico Cañada de Plazuelas. Consultado en: https://sic.cultura.gob.mx/

Sistema de Información Cultural (SIC México). Sitio arqueológico Arroyo Seco. Consultado en: https://sic.cultura.gob.mx/

Sistema de Información Cultural (SIC México). Sitio arqueológico Tzintzuntzan. Consultado en: https://sic.cultura.gob.mx/

Souza, E. D., Lima-Santos, J., Marques, O. A. V., & Hingst-Zaher, E. (2024). Concrete survivors: the herpetofauna of an urban green area over 100 years of increasing urbanization. Biota Neotropica, 23, e20231480.

Ticul S; Álvarez-Castañeda; González-Ruiz. 2015. "Guía para identificar los Mamíferos de México." Centro de investigaciones biológicas del Noroeste.

Torres-Pérez-Coeto, J., Suazo-Ortuño, I., & Alvarado-Díaz, J. (2018). Anfibios y reptiles de la zona norte del Parque Nacional Pico de Tancítaro y la zona de influencia de la erupción del Volcán Parícutin, Michoacán, México. Ciencia Nicolaita, (74).

Wake, D. B. (1991). Declining amphibian populations. Science, 253:860.

Whittaker, R.H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21:213-215.

Williams-Guillén, K., Perfecto, I. y Vandermeer, J., 2008. Bats Limits Insects in a Neotropical Agroforestry System. Science, 320, 69-70.

Yang, L., Zhao, S., & Liu, S. (2022). A global analysis of urbanization effects on amphibian richness: Patterns and drivers. Global Environmental Change, 73, 102476.

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO HUERTA



USPAE
UNIDAD DE SERVICIOS PROFESIONALES ALTAMENTE ESPECIALIZADOS
INECOL

CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

RWE



Coordinador General
Dr. Rafael Villegas Patraca

Coordinador Técnico de Proyecto
M. en C. Alexandro Medina Chena

Participantes
Dr. Daniel Aguirre Fey
Geógr. César Augusto Gallo Gómez
I.I. Laura Alejandra Barradas Sánchez
Biól. Luis Lagunes Galindo
I.Q. Marga Lorena Sagrero Uscanga
M. en C. Samuel Macías Sánchez
Biól. Rodolfo López Polanco
Geógr. Oswaldo Trinidad Hernández
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

Cartografía
Geóg. César Augusto Gallo Gómez

Coordinación en administración y seguimiento contractual
L.N.I. Mariana Morales Alarcón

Diseño y edición grafico
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1
V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 2
V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 4
V.1.2 ACCIONES DEL PROYECTO SUSCEPTIBLES DE PRODUCIR IMPACTOS 7
V.1.3 FACTORES DEL AMBIENTE SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS 8
V.1.4 CRITERIOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 11
V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 12
V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO 16
V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 17
V.3.1 VALORACIÓN ABSOLUTA Y RELATIVA 20
V.3.2 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS 23
V.4 IMPACTOS RESIDUALES 38
V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS 40
V.5.1 METODOLOGÍA 41
V.5.1.1 Identificación de los acontecimientos regionales de interés 42
V.5.1.2 Selección de componentes valorados del ecosistema (cves) 42
V.5.1.3 Identificación de limites espaciales y temporales 42
V.5.2 IMPACTOS ACUMULATIVOS IDENTIFICADOS 43
V.6 RESUMEN Y CONCLUSIONES 45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. *Referencias de las metodologías y herramientas empleadas.* 5
Cuadro 2. *Actividades contempladas por el proyecto.* 7
Cuadro 3. *Identificación de factores y subfactores ambientales para el proyecto.* 9
Cuadro 4. *Desagregación de los componentes ambientales en factores, subfactores y sus unidades de importancia (UIP).* 10
Cuadro 5. *Interacciones (causa – efecto) durante las etapas del proyecto.* 12
Cuadro 6. *Indicadores ambientales y sus unidades de medición.* 16
Cuadro 7. *Criterios de valoración de impacto potencial.* 19
Cuadro 8. *Importancia de las actividades respecto a los impactos generados.* 23
Cuadro 9. *Superficies de afectación respecto a la cobertura vegetal (m^2) en el Proyecto Fotovoltaico.* 30
Cuadro 10. *Resumen de los criterios para la caracterización de los impactos residuales.* 38

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. *Inicio del proceso metodológico para la evaluación de impactos ambientales.* 2
Figura 2. *Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.* 5
Figura 3. *Tabla de ecuaciones para calcular la importancia absoluta al medio ambiente.* 21
Figura 4. *Tabla de ecuaciones para calcular la importancia absoluta ponderada a las acciones del Proyecto.* 21
Figura 5. *Tabla de ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada al medio ambiente.* 21
Figura 6. *Tabla de ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada a las acciones del Proyecto.* 22
Figura 7. *Tabla de valores de relevancia de impacto.* 22
Figura 8. *Pasos en la evaluación de los efectos residuales.* 38

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En este capítulo se lleva a cabo un estudio de impacto ambiental (parte medular), que servirá como base para desarrollar estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales que se abordarán en el siguiente capítulo. El proceso consiste en la identificación, caracterización, ponderación y evaluación de los impactos ambientales, con un enfoque especial en aquellos que son relevantes o significativos. Entre estos, se prestará especial atención a los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos que puedan surgir durante las distintas fases del proyecto. Estos impactos se relacionarán con los componentes ambientales específicos de la región donde se desarrollará el proyecto.

El análisis de los impactos ambientales se fundamenta en la comparación con una "línea base" o escenario de referencia. Esto significa que los impactos se evaluarán en función de la diferencia entre las condiciones ambientales previstas en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el área de influencia del proyecto, en caso de que este no se lleve a cabo, y las condiciones que se anticipan como resultado de su implementación y desarrollo.

La gestión del proyecto, sometido al procedimiento de evaluación mediante una manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, no solo considera la calidad ambiental del sitio en el momento inicial, sino que también incluye la identificación de los proyectos y obras en curso dentro del sistema ambiental regional definido. Para este análisis, se utiliza el Sistema de Información Geográfica (SIG).

En el ámbito de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), existen diversas metodologías para abordar los impactos de una obra o actividad, todas ellas relacionadas con la naturaleza del proyecto. Sin embargo, estas metodologías comparten tres funciones analíticas clave: la identificación, caracterización y evaluación de los impactos. La metodología utilizada en este estudio comienza con el análisis del diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional (SAR), con el fin de identificar los factores y subfactores que podrían verse significativamente afectados por alguno de los componentes del proyecto. A través del análisis de las interacciones entre estos factores y los componentes del proyecto, se busca interpretar gradualmente el comportamiento del sistema ambiental en su conjunto (*Figura 1*).

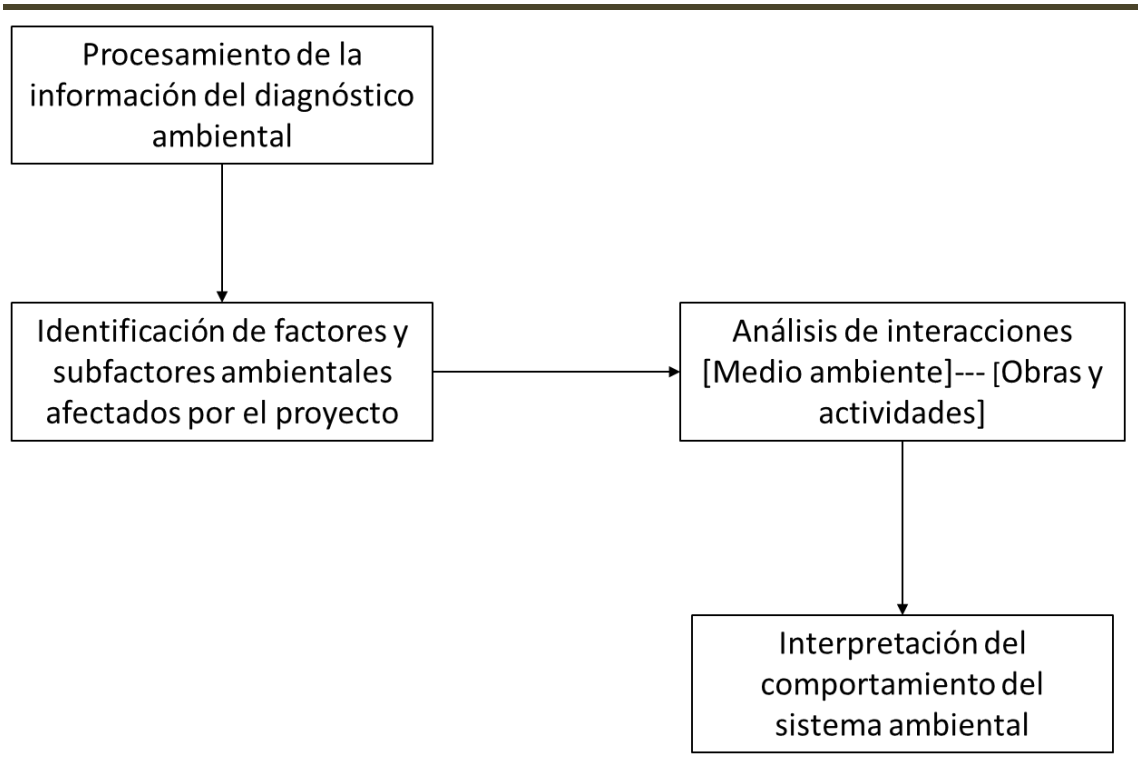


Figura 1. Inicio del proceso metodológico para la evaluación de impactos ambientales.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

De acuerdo con la Guía para la elaboración de la MIA modalidad regional emitida por SEMARNAT 2022, un de los primeros pasos para la identificación de los impactos es conocer los componentes del proyecto que podrán ocasionar impactos al ambiente o en su defecto interacciones irrelevantes. La ejecución del proyecto considera las siguientes etapas:

- **Preparación del sitio:** Esta etapa incluye todas las actividades necesarias para acondicionar el terreno antes del inicio de la construcción. Implica tareas como la limpieza del área, remoción de vegetación, nivelación del terreno, delimitación del sitio, y preparación de accesos. Durante esta fase, se evalúan y gestionan posibles impactos ambientales iniciales, como pérdida de cobertura vegetal o alteración del hábitat.

- **Construcción:** En esta fase, se llevan a cabo las actividades destinadas a materializar las instalaciones del proyecto. Incluye el uso de maquinaria, instalación de infraestructura, manejo de materiales, y generación de residuos. Es una etapa con alto potencial de impacto ambiental, incluyendo contaminación por polvo, ruido, alteración del suelo, y posibles afectaciones a la fauna local.

- **Operación y Mantenimiento:** Esta etapa abarca las actividades necesarias para el funcionamiento efectivo y sostenido del proyecto, así como las medidas para garantizar su óptimo rendimiento: En proyectos energéticos, como una central fotovoltaica, incluye la generación de energía, monitoreo del sistema, reparación de equipos y cuidado del entorno. Se busca minimizar impactos como generación de residuos o emisión de contaminantes, manteniendo medidas de control ambiental.

- **Desmantelamiento y abandono:** Corresponde a las acciones para retirar las estructuras e instalaciones una vez concluida la vida útil del proyecto. Incluye el desmontaje de infraestructura, reciclaje de materiales, rehabilitación del sitio, y restauración de las condiciones originales del terreno, en la medida de lo posible. Este proceso es crítico para evitar impactos negativos a largo plazo, como la contaminación residual o la pérdida de funcionalidad ecológica.

De igual manera, para este apartado se consideraron los componentes del proyecto (etapas y actividades) y del medio ambiente, siguiendo los criterios:

- **Relevantes:** Son aquellos elementos, factores o aspectos que tienen una importancia significativa en el análisis o la toma de decisiones dentro del contexto ambiental. En la gestión ambiental, lo "relevante" se refiere a aspectos que generan impactos significativos, positivos o negativos, sobre el entorno físico, biológico o socioeconómico, y que requieren atención prioritaria para garantizar la sostenibilidad del proyecto o actividad.

- **Excluyentes y no dependientes:** Se refieren a criterios o condiciones que permiten eliminar opciones o variables del análisis sin que ello afecte las decisiones finales, ya que no tienen interdependencia directa con otros factores considerados.

    - Excluyentes: Son aquellos aspectos o criterios que, de no cumplirse, descartan automáticamente una opción o alternativa.

    - No dependientes: Indican que dichos factores no están condicionados por otros, por lo que su análisis se puede realizar de manera autónoma.

- **Objetivos:** Se refiere a análisis, evaluaciones o juicios basados en hechos verificables y criterios medibles, libres de interpretaciones personales o sesgos subjetivos. Se fundamentan en datos cuantitativos o evidencia científica, lo que permite una evaluación imparcial y precisa de las condiciones ambientales.

- **Mensurables:** Se refiere a aquellos aspectos que pueden cuantificarse o medirse de manera precisa, ya sea en términos físicos, químicos, biológicos o económicos. La capacidad de medición es crucial para evaluar el cumplimiento de metas ambientales y realizar un seguimiento efectivo.

- **Ubicables:** Indica que los aspectos o impactos pueden ser geográficamente identificados y localizados en un espacio físico específico. En gestión ambiental, esto es esencial para mapear áreas afectadas, priorizar zonas de intervención y diseñar estrategias adaptadas a las características locales.

- **Determinadas en un momento:** Hace referencia a aspectos o condiciones que pueden identificarse, analizados o establecidos en un momento específico del tiempo, lo que permite realizar diagnósticos o evaluaciones temporales. Esto es clave para estudios de línea base o evaluaciones comparativas en gestión ambiental.

No obstante, la metodología para identificar los impactos a generar por el proyecto requiere de los pasos contemplados en el siguiente apartado.

V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) están destinadas a sistematizar y potenciar el proceso de evaluación, sin embargo, una metodología por buena que sea no excluye la subjetividad presente para algunos aspectos ambientales. En consecuencia, es necesario elegir una metodología adecuada a los fines, conocer sus posibilidades y limitaciones y utilizarla para hacer el mejor trabajo.

En apego a lo que sugiere la guía regional, en cuanto al desarrollo de este apartado, el proceso de identificación y evaluación será desarrollado en tres etapas: la primera consiste en la identificación de las acciones del proyecto; la segunda corresponde a la selección de los indicadores de impacto que van a ser valorados y finalmente la selección y justificación de la metodología de evaluación.

Para el caso de la evaluación de impactos ambientales producto de las actividades del proyecto materia de esta investigación, se ha considerado como metodología de identificación de impactos, el análisis matricial causa-efecto, modificada (Leopold,1971) adaptándola a las condiciones de interacción entre las actividades de los procesos del proyecto y los factores ambientales, permitiendo identificar y ponderar los impactos de la actividad generados por el proyecto en el área de influencia.

En este sentido se ha elaborado una matriz de evaluación causa-efecto en la cual se analizan las interacciones entre las acciones del proyecto y los factores ambientales posiblemente afectados (Leopold,1971). Por otro lado, se elaboró una matriz de calificación de impactos ambientales que se genera producto del desarrollo del proyecto (Conesa-Fernández, 2010).

Para la aplicación de la metodología de evaluación fue necesario definir los indicadores de impacto con respecto a los efectos potenciales sobre el medio durante las distintas etapas de ejecución del proyecto.

La metodología considera lo siguiente: Identificación de las acciones del proyecto, factores generadores de impacto, componentes ambientales e indicadores de impacto, matriz cribada de impactos ambientales, valoración y Evaluación cualitativa de los impactos potenciales, descripción cualitativa de impactos relevantes (*Figura 2*).

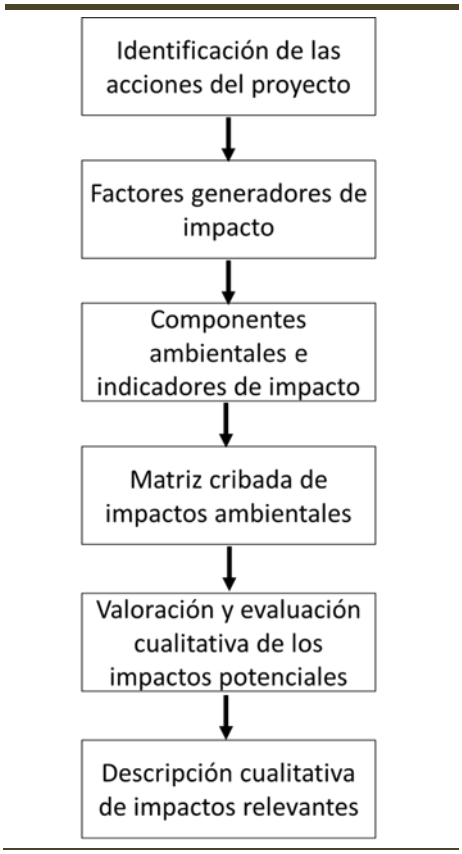


Figura 2. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Así mismo se emplearon herramientas de apoyo para la identificación y evaluación de impactos ambientales, las cuales se muestran a continuación (*Cuadro 1*):

Cuadro 1. Referencias de las metodologías y herramientas empleadas.

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN EN EL PROYECTO
Análisis de cartografía temática y uso del Sistema de Información Geográfica.	La cartografía, fotografías aéreas e imágenes de satélite (Sentinel, Landasat, Google Earth), son herramientas metodológicas muy útiles para la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), permiten analizar diferentes parámetros o atributos ambientales (geología, edafología, tipos de vegetación, asentamientos humanos y actividades económicas, entre otros) de áreas geográficas a diferentes niveles o escalas de información (Zárate *et al.*, 1996).	Los mapas temáticos de la zona de estudio; así como por la información obtenida en campo para retroalimentar al SIG (ver Capítulo IV), permitieron analizar y evaluar la situación ambiental actual del mismo, considerando como contexto el SAR.

TÉCNICA	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN EN EL PROYECTO
	La sobreposición de esta información, más la correspondiente al proyecto propuesto, produce una caracterización compuesta de un ambiente en el que se pueden evaluar cuantitativa y espacialmente impactos directos, así como la simulación de escenarios y riesgos Gómez-Orea, 2003).	
Matrices de interacción	Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los factores ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la EIA, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de esta.	En el caso del proyecto se usó una matriz como base para identificar y evaluar posteriormente de forma cuantitativa los impactos ambientales que el proyecto puede ocasionar. Se elaboró una matriz de interacciones que incluye en las columnas las actividades que pueden generar impacto y en las filas los factores ambientales que pueden verse afectados. Esta correlación se presenta como "Matriz de identificación de interacciones potenciales" (Matriz de Leopold, 1971 mod.).
Juicio de expertos	Con base a la experiencia y juicio de especialistas y evaluadores es posible identificar y dimensionar la magnitud de impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos. Al contar con información, reconocimiento del área de estudio e identificar su problemática, un grupo de expertos que participaron en la descripción de los componentes ambientales, así como de temas relevantes en la región se coordina para analizar cuestionamientos sobre los posibles efectos al desplantar el proyecto en el área de estudio; dentro del proceso del flujo de información entre el grupo de expertos surge la retroalimentación para lograr establecer un nivel de acuerdo e identificar aquellos componentes vulnerables y las acciones que podrían causar efectos directos e indirectos. Este es un método de prospectiva que incluso puede facilitar previo a los estudios requeridos para el desarrollo del proyecto, identificar los temas regionales de interés.	Una vez que se obtuvo la aproximación a las relaciones causa-efecto derivadas de la ejecución del proyecto se procedió a calificarlas a través de una metodología estandarizada, en la cual participaron diversos expertos a fin de no realizar un ejercicio subjetivo.
Evaluación cuantitativa	La valoración cuantitativa de impactos ambientales permite la determinación de la magnitud y naturaleza de los impactos ambientales identificados	Se empleó la metodología descrita por Conesa Fernández-Vitora (1997) misma que se puede definir como una metodología semicuantitativa ya que su valoración se deriva de atributos cualitativos que toman significado numérico, es una metodología que incluye los atributos necesarios para hacer un diagnóstico de los posibles impactos negativos sobre el ambiente y su influencia sobre el mismo.

Las metodologías arriba mencionadas se utilizaron para evaluar este proyecto considerando su aplicación y replica en otros estudios similares, además de considerar criterios de evaluación sugeridos por la guía de SEMARNAT 2022; siendo elementos que aproximan a una evaluación de manera adecuada respecto a la interacción de los componentes ambientales y las actividades del proyecto.

V.1.2 ACCIONES DEL PROYECTO SUSCEPTIBLES DE PRODUCIR IMPACTOS

Las actividades del proyecto se definen como aquellas acciones y operaciones que a partir de la naturaleza de la obra se desarrollarán y se infiere tendrán un potencial de generar efectos sobre el ecosistema.

Con base en la descripción del capítulo II se seleccionaron las etapas para el desarrollo del proyecto y sus actividades, se asignaron grupos de actividades de acuerdo con la naturaleza de éstas con el fin de ser excluyentes y no dependientes, evitando duplicar impactos (*Cuadro 2*).

Cuadro 2. Actividades contempladas por el proyecto.

ETAPA	ACTIVIDADES (AGRUPADAS)	
Preparación del Sitio	1	Desmonte
	2	Despalme
Construcción	3	Nivelación del terreno
	4	Adecuación de caminos existentes
	5	Excavación de cepas (LAT)
	6	Cimentación de estructuras (LAT)
	7	Relleno, compactación y nivelación (LAT)
	8	Armado, nivelado y montaje de estructura (LAT)
	9	Apertura de caminos nuevos
	10	Apertura de zanjas
	11	Instalación de pilotes
	12	Instalación del sistema fotovoltaico
	13	Montaje de paneles solares
	14	Vestido de estructuras (LAT)
	15	Obra civil subestación
	16	Tendido y tensionado de cable conductor y guarda (LAT)
	17	Pruebas operativas (LAT)
	18	Retiro de maquinaria y materiales
Operación y Mantenimiento	19	Generación de energía
	20	Conducción eléctrica (subterránea)
	21	Transformación
	22	Mantenimiento al derecho de vía (LAT)
	23	Mantenimiento a la infraestructura electromecánica (LAT)

ETAPA	ACTIVIDADES (AGRUPADAS)	
	24	Mantenimiento a la infraestructura civil (LAT)
	25	Mantenimiento de paneles solares
Desmantelamiento y Abandono	26	Desconexión de paneles
	27	Desmontaje de paneles
	28	Desmantelamiento instalaciones eléctricas
	29	Retiro de cimentaciones

V.1.3 FACTORES DEL AMBIENTE SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS

El medio ambiente puede entenderse como un sistema abierto que intercambia energía y materia con su entorno. Está compuesto por diferentes subsistemas que interactúan entre sí. Los subsistemas del medio ambiente incluyen el medio físico, y el medio social.

El medio físico es el subsistema que hace referencia a los elementos no vivos y los vivos que interactúan en el entorno natural y que constituyen los recursos esenciales para la vida. Este se conforma de los componentes abióticos y bióticos, los cuales funcionan como un sistema interrelacionado y esencial para los procesos naturales y ecológicos.

Factores del medio abiótico son:

- Atmósfera: Aire, gases, clima.
- Hidrosfera: Agua en todas sus formas (líquida, sólida y gaseosa).
- Geosfera: Tierra, suelos, rocas, minerales.
- Energía Solar: Radiación solar que permite la fotosíntesis y regula el clima.

En cuanto al medio biótico, sus factores principales son:

- Flora: Plantas y vegetación (árboles, arbustos, pastos, algas, etc.), microflora (bacterias, hongos, y otros organismos microscópicos fotosintéticos o descomponedores).
- Fauna: Animales (herpetofauna, mastofauna voladora y no voladora, avifauna), microfauna (organismos microscópicos como protozoos).
- Microorganismos: Bacterias y arqueas, virus (aunque no están considerados vivos, influyen en el ecosistema), hongos y líquenes.
- Comunidades Biológicas: Poblaciones de distintas especies que interactúan en un área específica (biocenosis).

- Relaciones Bióticas: Relaciones intraespecíficas (entre individuos de la misma especie); competencia, cooperación, jerarquías, etc., y relaciones interespecíficas (entre diferentes especies); depredación, simbiosis, mutualismo, parasitismo, competencia, etc.
- Biomasa: Cantidad total de materia orgánica disponible en los organismos vivos.
- Ciclos Biogeoquímicos (componente funcional): Rol de los organismos en ciclos como el carbono, nitrógeno y fósforo.
- Ecosistemas y Hábitats: Áreas específicas donde interactúan organismos vivos y su entorno físico.

El medio social se refiere al conjunto de elementos y relaciones que configuran las dinámicas humanas en un territorio determinado, incluyendo los aspectos económicos, culturales, políticos y perceptuales que influyen en las interacciones entre los seres humanos y su entorno. Desde un enfoque de sistemas, el medio social puede entenderse como un subsistema dentro del sistema ambiental, que interactúa directamente con otros subsistemas, como el medio físico y el medio biótico.

Este subsistema integra dos componentes clave: el socioeconómico y el perceptual, que permiten analizar las relaciones humanas desde una perspectiva multidimensional.

Los factores ambientales corresponden a los componentes del ecosistema, aquellos susceptibles de recibir impactos por el desarrollo del proyecto. A su vez los subfactores derivan de una desagregación de los factores A continuación, se presenta la lista de los factores y subfactores, elaborada con base a lo recomendado por Canter (1998), Conesa-Fernández (2010) y la Guía de SEMARNAT 2022 (*Cuadro 3*).

Cuadro 3. Identificación de factores y subfactores ambientales para el proyecto.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	SUBFACTOR AMBIENTAL
Medio ambiente	Medio físico	Abiótico	Aire	Calidad del aire
				Nivel de polvo
				Nivel de ruido y vibraciones
			Geoforma	Relieve
			Agua	Características fisicoquímicas del agua
				Infiltración
				Escurrimiento superficial
			Suelo	Erosión
				Características fisicoquímicas
				Uso del suelo
		Biótico	Flora	Cobertura vegetal
				Especies singulares

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	SUBFACTOR AMBIENTAL
			Fauna	Especies y poblaciones terrestres
				Especies singulares
				Especies y poblaciones voladoras
				Hábitat faunístico
	Medio social	Socioeconómico	Economía y población	Nivel de empleo
				Derrama económica
				Infraestructura y servicios
		Perceptual	Paisaje	Calidad escénica
				Fragilidad visual

Continuando con la metodología, a los factores se les asigna un valor de importancia, expresado en Unidades de Importancia (UIP), que resulta de la distribución de 1000 unidades asignadas al total de los factores (Bolea, 1984 citado en Conésa-Fernández, 2010); no obstante, la cantidad de UIP distribuidas entre los factores ambientales pueden ser modificadas por un panel de expertos, de acuerdo, a la descripción del ambiente descrito en el capítulo IV, dándole más peso a los subfactores más importantes presentes para el área de influencia del Proyecto. Estas UIP son utilizadas para una posterior ponderación de relevancia de los impactos ambientales (*Cuadro 4*).

Cuadro 4. Desagregación de los componentes ambientales en factores, subfactores y sus unidades de importancia (UIP).

FACTOR AMBIENTAL	SUBFACTOR AMBIENTAL	UIP	CLAVE
Aire	Calidad del aire	20	A
	Nivel de polvo	30	B
	Confort sonoro	35	C
Geoforma	Relieve	25	D
Agua	Calidad fisicoquímica del agua superficial	25	E
	Calidad fisicoquímica del agua subterránea	45	F
	Disponibilidad de agua	20	G
	Escorrentía	25	H
Suelo	Erosión hídrica y eólica	40	I
	Contaminación	20	J
Flora	Cubierta vegetal	70	K
	Especies protegidas	30	L
Fauna	Especies y poblaciones terrestres	45	M
	Especies y poblaciones voladoras	60	N
	Especies protegidas	30	Ñ
	Hábitat faunístico	45	O

FACTOR AMBIENTAL	SUBFACTOR AMBIENTAL	UIP	CLAVE
Economía y población	Nivel de empleo	70	P
	Economía local	70	Q
	Servicios e infraestructura	70	R
	Aceptación social	70	S
Cultura	Patrimonio cultural	40	T
Paisaje	Visibilidad	35	U
	Fragilidad	30	V
	Calidad escénica	50	W
Medio ambiente (total)		1000	---

V.1.4 CRITERIOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Los criterios y metodologías de evaluación de impactos ambientales se definen considerando los elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto u obra: basándose en la identificación de subfactores, se genera la matriz cribada de interacciones potenciales, lo que permite determinar las relaciones causales entre las acciones del proyecto y los indicadores de impacto. Para la estructura de la matriz, se colocan las actividades por etapas en las columnas y los indicadores ambientales en las filas (Anexo V-1).

Una vez identificados los apartados, factores y subfactores del proyecto, así como las actividades de este se elaboró una matriz de interacciones, a fin de identificar qué acciones del proyecto resultaran una fuente de cambio para el Sistema Ambiental Regional, a continuación, se presentan las matrices de identificación de interacciones potenciales para cada etapa, señala con un 0 la inexistencia de interacción y con l 1 las interacciones independientemente de su naturaleza:

- **Impactos relevantes:** Son impactos que tienen una repercusión considerable en el área del proyecto, capaz de generar cambios sustanciales que afecten a las funciones de los componentes a corto, mediano y/o largo plazo, que por su naturaleza se consideran positivos (+) o negativos (-). En la matriz cribada se representan con el número "1".

- **Impactos no relevantes:** Se considera a todos los impactos que no fueron estimados como relevantes y que pueden presentar alteraciones al sistema sin causar la perdida de funciones ecosistémicas pero que deben ser atendidos por las medidas de mitigación. En la matriz cribada se presentan con el "0" o un espacio en blanco.

De acuerdo con la matriz de cribada, se determinaron un total de 58 interacciones potenciales de generar impactos; la etapa con mayor número de interacciones se presenta en la construcción, debido a que, durante ésta, se llevarán a cabo el mayor número de actividades. No obstante, muchas de las actividades a realizar durante la construcción y preparación del sitio, son puntuales y temporales, por

lo que se infiere que la mayoría de los impactos resultado del desarrollo de las etapas, sean reversibles, puntuales y mitigables. Aunado a lo anterior, en cuanto a los componentes con mayor número de interacciones (proyecto-ambiente) se identificó el medio físico pues dentro de su clasificación se encuentran los aspectos bióticos y abióticos del ecosistema.

Es importante distinguir las interacciones como acciones que resultan de las actividades para llevar a cabo el Proyecto y no como impactos ambientales, ya que estos se entienden como un cambio cualitativo y cuantificable para los componentes ambientales del sistema ambiental definido para el Proyecto. Una diferencia adicional es que, una interacción se refiere a cualquier variación o modificación de los factores ambientales por la acción de un proyecto, mientras que un impacto ambiental se vincula a una valoración de la significancia positiva o negativa producida sobre la calidad ambiental (Espinoza, 2002).

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez se identificaron las interacciones en la matriz de criba da, se elaboró el *Cuadro 5* en el que se describe de acuerdo con cada etapa del proyecto (causa), la alteración esperada para posteriormente cuantificar y calificar los impactos ambientales (efecto).

Cuadro 5. Interacciones (causa – efecto) durante las etapas del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD	RELACIÓN CAUSA-EFECTO	FACTOR
Preparación del sitio	Desmonte, Despalme.	1. La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas a la atmósfera, variando los niveles de calidad de esta; asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos incrementando los niveles sonoros con alcance local.	Aire
		2. Se podrá generar alteraciones en el relieve debido al retiro de vegetación y movimiento de tierras, como excavaciones, rellenos y nivelaciones, modificando la pendiente y estructura del relieve a nivel área del Proyecto.	Geoforma
		3. El despalme y movimientos de tierra como las excavaciones, nivelaciones y rellenos, así como el retiro de la capa vegetal, podrá generar incrementos en los procesos erosivos al dejar desprovisto al suelo y modificar su estructura permitiendo arrastre de material por acción eólica o pluvial. Por otro lado, la generación de residuos sólidos y/o líquidos derivados de un manejo inadecuado podrían alterar la composición fisicoquímica del suelo.	Suelo
		4. Las actividades de preparación del sitio pueden generar escenarios en donde la modificación de escorrentías pluviales principalmente se vea modificadas de su patrón de drenaje natural. Por otro lado, el manejo inadecuado de los residuos generados durante la obra genera un riesgo de contaminación para cuerpos de agua subterráneos.	Agua

ETAPA	ACTIVIDAD	RELACIÓN CAUSA-EFECTO	FACTOR
		5. La actividad de desmonte generará la pérdida de cobertura vegetal, por lo que se infiere una alteración a especies de flora en cuanto a diversidad y abundancia dentro del área del proyecto.	Flora
		6. Las actividades de preparación del sitio generarán alteraciones para la fauna silvestre, de inicio con la modificación se su hábitat y generación de condiciones ajenas al estado natural en donde se sitúan; además la presencia de personal, generación de ruidos y residuos puede afectar a especies sensibles o singulares y en caso contrario beneficiar a especies oportunistas.	Fauna
		7. Las actividades por realizar en la preparación del sitio implican el requerimiento de personal para actividades de jornada y especializadas, lo que tendrá un efecto benéfico en cuanto a remuneraciones por empleo, así como el consumo de servicios.	Sociedad y economía
		8. La modificación del área por acciones de desmonte, despalme y movimientos de tierra, tendrán un efecto de alteración a las condiciones paisajísticas en cuanto a su visibilidad y componentes naturales.	Paisaje
Construcción	Montaje de paneles y Montaje de inversores con transformadores.	9. La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas a la atmósfera, variando los niveles de calidad de la misma; asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos incrementando los niveles sonoros con alcance local.	Aire
		10. Se podrá generar alteraciones en el relieve al movimiento de tierras, como excavaciones, rellenos y nivelaciones, modificando la pendiente y estructura del relieve a nivel área del Proyecto.	Geoforma
		11. Se podrá incrementar el riesgo de erosión al tener el suelo desnudo y el suelo podrá sufrir modificaciones en su estructura y composición. 12. Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.	Suelo
		13. Durante la operación de la maquinaria y de las actividades para el desarrollo de la obra pueden ocurrir derrames de combustibles o aceites, así como la incorrecta disposición de residuos sólidos urbanos, generando riesgo de contaminación para el agua subterránea.	Agua
		14. Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. 15. Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos o colisiones con la infraestructura del proyecto y la movilidad en su operación. 16. Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-SEMARNAT-2010. 17. Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.	Fauna
		18. Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. 19. Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales. 20. Se generarán acciones de mantenimiento a caminos de uso común, así como el desarrollo de otros servicios	Economía y población

ETAPA	ACTIVIDAD	RELACIÓN CAUSA-EFECTO	FACTOR
		que beneficien de manera mutua a la población y el proyecto.	
		21. El montaje y desplante de componentes ajenos al paisaje natural generarán una modificación de las condiciones naturales del paisaje.	Paisaje
	Tendido de líneas eléctricas subterráneas, Obras de drenaje.	22. La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas a la atmósfera, variando los niveles de calidad de la misma; asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos incrementando los niveles sonoros con alcance local.	Aire
		23. Se podrá generar alteraciones en el relieve al movimiento de tierras, como excavaciones, rellenos y nivelaciones, modificando la pendiente y estructura del relieve a nivel área del Proyecto.	Geoforma
		24. Se podrá incrementar el riesgo de erosión al tener el suelo desnudo y el suelo podrá sufrir modificaciones en su estructura y composición. 25. Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.	Suelo
		26. Durante la operación de la maquinaria y de las actividades para el desarrollo de la obra pueden ocurrir derrames de combustibles o aceites, así como la incorrecta disposición de residuos sólidos urbanos, generando riesgo de contaminación para el agua subterránea.	Agua
		27. Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. 28. Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos o colisiones con la infraestructura del proyecto y la movilidad en su operación. 29. Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-SEMARNAT-2010. 30. Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.	Fauna
		31. Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. 32. Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales. 33. Se generarán acciones de mantenimiento a caminos de uso común, así como el desarrollo de otros servicios que beneficien de manera mutua a la población y el proyecto.	Economía y población
	Subestación eléctrica, Línea de transmisión y Edificios de operación.	34. La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.	Aire
		35. Se podrá incrementar el riesgo de erosión al tener el suelo desnudo y el suelo podrá sufrir modificaciones en su estructura y composición. 36. Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.	Suelo
		37. Dadas las características del suelo no se presentan escorrentías permanentes, sin embargo, en temporada de lluvias es posible la existencia de escorrentías intermitentes, por lo que se podría modificar el patrón de drenaje natural.	Agua

ETAPA	ACTIVIDAD	RELACIÓN CAUSA-EFECTO	FACTOR
		38. Durante la operación de la maquinaria y de las actividades para el desarrollo de la obra pueden ocurrir derrames de combustibles o aceites, así como la incorrecta disposición de residuos sólidos urbanos, generando riesgo de contaminación para el agua subterránea.	
		39. Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. 40. Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos o colisiones con la infraestructura del proyecto y la movilidad en su operación. 41. Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-SEMARNAT-2010. 42. Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.	Fauna
		43. Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. 44. Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales. 45. Se generarán acciones de mantenimiento a caminos de uso común, así como el desarrollo de otros servicios que beneficien de manera mutua a la población y el proyecto.	Economía y población
		46. Se ocasionarán cambios en el paisaje actual.	Paisaje
Operación y Mantenimiento	Generación de energía, conducción eléctrica (subterránea), transformación, mantenimiento al derecho de vía (LAT), mantenimiento a la infraestructura electromecánica (LAT), mantenimiento a la infraestructura civil (LAT), mantenimiento de paneles solares	47. La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.	Aire
		48. Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.	Suelo
		49. Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. 50. Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos o colisiones con la infraestructura del proyecto y la movilidad en su operación. 51. Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-SEMARNAT-2010.	Fauna
		52. Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. 53. Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales.	Economía y población
Desmantelamiento y abandono (Plan de restauración1)	Desconexión de paneles, desmontaje de paneles, desmantelamiento instalaciones	54. Las actividades de restauración permitirán la restitución del relieve, disminuyendo la presión en la estructura de este y por lo tanto su modificación.	Geoforma
		55. Las actividades de restauración permitirán la restitución del suelo, disminuyendo la presión en la estructura del mismo y por lo tanto su modificación.	Suelo

[1] Se sugiere una restauración ya que este plan no solo busca cerrar el ciclo del proyecto de manera responsable, sino también garantizar la sostenibilidad ambiental del área a largo plazo, promoviendo la integración de los ecosistemas y el bienestar de las comunidades circundantes.

ETAPA	ACTIVIDAD	RELACIÓN CAUSA-EFECTO	FACTOR
	eléctricas, retiro de cimentaciones	56. Las actividades de restauración como la reforestación permitirán recuperar la vegetación de manera gradual, lo que traerá la recuperación de los servicios ecosistémicos.	Flora
		57. Las actividades de restauración permitirán generar las características ecológicas necesarias para el establecimiento de la fauna silvestre ahuyentada o desplazada por el desarrollo del proyecto.	Fauna
		58. El Plan de restauración generará las condiciones del sitio previo al desarrollo del proyecto, restableciendo la calidad visual y paisajística.	Paisaje

V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO

Según Canter (1998) los indicadores se refieren a medidas simples de factores o especies biológicas, bajo la hipótesis de que estas medidas son indicativas del sistema físico o socioeconómico

En el siguiente cuadro se muestran los indicadores de impacto considerados para cada factor, es decir, los elementos del ambiente afectado por las acciones del proyecto, así como las unidades en que se expresa dicho indicador (*Cuadro 6*).

Cuadro 6. Indicadores ambientales y sus unidades de medición.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	UNIDAD
Aire	Calidad del aire	Índice de calidad del aire	%
	Nivel de polvo	Concentración de polvos en el aire	mg/m^3
	Confort sonoro	Nivel sonoro	dBA
Geoforma	Relieve	Grado de modificación del relieve	Estimativo
Agua	Calidad fisicoquímica del agua superficial	Índices de calidad del agua	Índice
	Calidad fisicoquímica del agua subterránea	Índice de calidad del agua	Índice
	Disponibilidad de agua	Cantidad recargada	Hm^3
	Escorrentía	Flujo escurrido	m^3/seg., índice adimensional
Suelo	Erosión hídrica y eólica	Pérdida de suelo	%, ppm, g/l
	Contaminación	Grado de contaminación	Tm/ha, año
Flora	Cubierta vegetal	Porcentaje de la superficie vegetal	%
	Especies protegidas	Índice de la población afectada	%, adimensional
Fauna	Especies y poblaciones terrestres	Población terrestre afectada	%
	Especies y poblaciones voladoras	Población voladora afectada	%
	Especies protegidas	Índice de la población afectada	%, adimensional
	Hábitat faunístico	Hábitat afectado	%

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	UNIDAD
Economía y población	Nivel de empleo	Variación en el nivel de empleo	%
	Economía local	Incremento de ingresos	Millones de $
	Servicios e infraestructura	Longitud relativa de los servicios	Km
	Aceptación social	Índice de aceptación	%
Cultura	Patrimonio cultural	Capital cultural	Diversidad creativa
Paisaje	Visibilidad	Grado de visibilidad	%
	Fragilidad	Grado de fragilidad	%, adimensional
	Calidad escénica	Grado de calidad	%, adimensional

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Después de haber identificado las interacciones potenciales de causar impacto dentro de la matriz de cribada (Anexo V-1), se hizo una valoración cualitativa del impacto (Anexo V-2) potencial respecto al componente afectado. Los criterios utilizados para esa clasificación fueron tomados de Conesa Fernández, 2009; y están presentados con su valoración en la siguiente lista (*Cuadro 7*):

Naturaleza (NA): Indica si las acciones del proyecto deterioran o mejoran las características del atributo ambiental, es decir, si es benéfico o adverso. Esta característica se denota por los signos positivo (+) o negativo (-).

Intensidad (IN): Se refiere al grado de incidencia de la acción, sobre el factor en el ámbito específico en que actúa. El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos 2 términos reflejaran situaciones intermedias.

Extensión (EX): Se refiere al área de extensión teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área, respeto al entorno, en que se manifiesta el impacto). Si la acción produce un impacto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su graduación, como impacto parcial (2) y extenso (4).

Momento (MO): El plazo de manifestación del impacto, alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (to) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado. Así cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año será corto plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 5 años, este será mediano plazo (2), y si el efecto tarde en manifestarse más de cinco años, el periodo será largo plazo (1).

Persistencia (PE): Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, será temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente, asignándole un valor de (4). La persistencia es independiente de la reversibilidad.

Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Si es corto el plazo se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados en el parámetro anterior.

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Así, si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente el efecto es mitigable y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana) le asignamos un valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Sinergia (SI): Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción, actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Acumulación (AC): Este atributo se refiere al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Así, cuando una acción no genera efectos acumulativos (acumulación simple) el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

Efecto (EF): Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene

lugar a partir de un efecto primario, actuando en este como una acción de segundo orden. Este término toma el valor (1) en el caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular).

Cuadro 7. Criterios de valoración de impacto potencial.

CRITERIOS	NATURALEZA (NA)	VALOR	INTENSIDAD (IN)	VALOR	EXTENSIÓN (EX)	VALOR	MOMENTO (MO)	VALOR
	Impacto benéfico	+	Baja	1	Puntual	1	Largo plazo	1
	Impacto adverso	-	Media	2	Parcial	2	Mediano plazo	2
			Alta	4	Extenso	4	Inmediato	4
			Muy alta	8	Total	8	Critico	(+4)
			Total	12	Critica	(+4)		
	PERSISTENCIA (PE)	**VALOR**	**REVERSIBILIDAD (RV)**	**VALOR**	**SINERGIA(SI)**	**VALOR**	**PERIODICIDAD (PR)**	**VALOR**
	Fugaz	1	Corto plazo	1	Simple	1	Irregular	1
	Temporal	2	Mediano plazo	2	Sinérgico	2	Periódico	2
	Permanente	4	Irreversible	4	Muy sinérgico	4	Continuo	4
	RECUPERABILIDAD (MC)	**VALOR**	**EFECTO (EF)**	**VALOR**	**ACUMULACIÓN (AC)**	**VALOR**	Valoración Impacto Potencial (Conesa-Fernández, 2009)	
	Recuperable inmediatamente	1	Indirecto	1	Simple	1		
	Recuperable a mediano plazo	2	Directo	4	Acumulativo	4		
	Mitigable	4						
	Irrecuperable	8						

Los valores de relevancia se obtienen utilizando el índice de importancia del impacto. Este índice se obtiene por medio de un modelo matemático cuyos valores son calculados a partir de la calificación de la matriz con base en los valores expuestos en el *Cuadro 7*.

El resultado se muestra expresado en valores absolutos y relativos. El modelo matemático se expresa en la siguiente ecuación. Donde I es el impacto potencial, el signo en el inicio significa la naturaleza del impacto negativo o adverso (-) y positivo o benéfico (+).

$I = \pm (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$	**Donde:** I = Importancia del impacto ambiental IN = Intensidad EX = Extensión MO = Momento PE = Persistencia RV = Reversibilidad SI = Sinergia AC = Acumulación EF = Efecto PR = Periodicidad MC = Recuperabilidad

V.3.1 VALORACIÓN ABSOLUTA Y RELATIVA

De acuerdo con Conesa Fernández Vítora, 2009, los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto y además ofrezcan una imagen de la situación al hacerlo, por lo que es necesario llevar a cabo la ponderación de la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menos contribución a la situación del medio ambiente.

Con este fin se atribuye a cada factor un peso o índice ponderal, expresado en unidades de importancia (UIP), y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de 1000 unidades asignadas al total de factores ambientales. Esteban Bolea, 1984 (Anexo V-3).

La metodología para ponderar los distintos factores se basa en consultas a paneles de expertos (o personal especializado que realizo investigación de campo y gabinete en el área de estudio) y por lo tanto la asignación de pesos específicos a los factores y componentes ambientales, podrá variar en casos concretos y específicos. Por lo anterior se considera que puede ser necesario variar las UIP, en función del proyecto con base principalmente a que las acciones de un proyecto causan efectos en determinados factores ambientales y las de otro en factores que serán los mismos o distintos.

De la matriz de impactos, se seleccionan las relaciones de causa-efecto relevantes según los criterios de los evaluadores, estas relaciones son las generadas entre las actividades y los indicadores de impacto, posteriormente es calificado siguiendo los criterios antes mencionados.

Para ponderar la importancia del impacto de manera absoluta y relativa respecto a las actividades y niveles de desagregación del medio ambiente, se realizan las ecuaciones respectivas a los cuadros siguientes, esto permite analizar de manera más general y resumida los impactos ambientales generados por el proyecto (*Figura 3*, *Figura 4*, *Figura 5*, *Figura 6*).

Importancia absoluta de los efectos producidos por cada una de las acciones	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor $_j$	$I_{ij} = \pm(3IN_{ij} + 2EX_{ij} + MO_{ij} + PE_{ij} + RV_{ij} + SI_{ij} + AC_{ij} + EF_{ij} + PR_{ij} + MC_{ij})$
Componente $_m$	$I_{i(m)} = \Sigma_j I_{ij}$
Subsistema $_x$	$I_{i(x)} = \Sigma_m I_{i(m)}$
Sistema $_a$	$I_{i(a)} = \Sigma_x I_{i(x)}$
Medio Ambiente	$I_{i(MA)} = \Sigma_a I_{i(a)}$

Figura 3. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia absoluta al medio ambiente.

Importancia absoluta de los efectos producidos por la actividad	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor $_j$	$I_j = \Sigma_i I_{ij}$
Componente $_m$	$I_{(m)} = \Sigma_i I_{i(m)} = \Sigma_j I_j$
Subsistema $_x$	$I_{(x)} = \Sigma_i I_{i(x)} = \Sigma_m I_m$
Sistema $_a$	$I_{(a)} = \Sigma_i I_{i(a)} = \Sigma_x I_x$
Medio Ambiente	$I = \Sigma_i I_{i(MA)} = \Sigma_a I_a$

Figura 4. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia absoluta ponderada a las acciones del Proyecto.

Importancia relativa de los efectos producidos por cada una de las acciones	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor $_j$	$I_{Rij} = I_{ij} * P_j/\Sigma_j P_j$
Componente $_m$	$I_{Ri(m)} = \Sigma_j I_{ij} * P_j/\Sigma_j P_j$
Subsistema $_x$	$I_{Ri(x)} = \Sigma_m \Sigma_j I_{ij} * P_j/\Sigma_m P_m$
Sistema $_a$	$I_{Ri(a)} = \Sigma_x \Sigma_m \Sigma_j I_{ij} * P_j/\Sigma_x P_x$
Medio Ambiente	$I_{Ri(MA)} = \Sigma_a \Sigma_x \Sigma_m \Sigma_j I_{ij} * P_j/\Sigma_a P_a$

Figura 5. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada al medio ambiente.

Importancia relativa de los efectos producidos por la actividad	
Sobre el...	Ecuación representativa
Factor $_j$	$I_{Rj} = \Sigma_i I_{ij} P_j / \Sigma_r P_r = I_j P_j / \Sigma_a P_a$
Componente $_m$	$I_{Rm} = \Sigma_i I_{Ri(m)} * \Sigma_j P_j / \Sigma_a P_a = \Sigma_j I_{Rj}$
Subsistema $_x$	$I_{Rx} = \Sigma_i I_{Ri(x)} * \Sigma_m P_m / \Sigma_a P_a = \Sigma_m I_{Rm}$
Sistema $_a$	$I_{Ra} = \Sigma_i I_{Ri(a)} * \Sigma_x P_x / \Sigma_a P_a = \Sigma_x I_{Rx}$
Medio Ambiente	$I_R = \Sigma_i I_{Ri(MA)} = \Sigma_x I_{Ra}$

Figura 6. Tabla de ecuaciones para calcular la importancia relativa ponderada a las acciones del Proyecto.

Una vez calculado el impacto potencial, la matriz es depurada por segunda ocasión, agrupando los valores potenciales de afectación más relevantes, estos valores se muestran en la *Figura 7*. Con base en este razonamiento, se cuenta con los elementos necesarios para generar las matrices respectivas y su posterior análisis.

Valor cualitativo	*Interpretación*
> + 76	IMPACTO BENÉFICO MUY ALTO
ENTRE +51 Y +75	IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO
ENTRE +26 Y +50	IMPACTO BENÉFICO MODERADO
< +25	IMPACTO BENÉFICO IRRELEVANTE
±0	NO SE ESPERA QUE OCURRA UN IMPACTO
< -25	IMPACTO ADVERSO IRRELEVANTE
ENTRE -26 Y -50	IMPACTO ADVERSO MODERADO
ENTRE -51 Y -75	IMPACTO ADVERSO SEVERO
> - 76	IMPACTO ADVERSO CRITICO

Figura 7. Tabla de valores de relevancia de impacto.

En el Anexo V-3, se muestra la matriz de importancia de impactos ambientales, donde en cada una de las casillas de entrada se dispuso el resultado de la ecuación de importancia del impacto. Los datos de dicha ecuación se exponen en las matrices de evaluación de impactos por cada etapa del proyecto, finalmente el Anexo V-4 concentra el resultado del valor de importancia por impacto relacionado con las etapas del proyecto.

V.3.2 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

Una vez que se determinó el valor de importancia en la matriz depurada causa-efecto, a continuación, se describen los impactos considerados significativos (benéficos y/o adversos). Previo a una descripción es importante mencionar que con base a los valores obtenidos (importancia del impacto) se considera que en las etapas de preparación del sitio y construcción se presenta el mayor número de interacciones con potencial de generar efectos positivos y/o negativos, en su mayoría, los impactos potenciales resultan temporales y mitigables para las primeras etapas, por lo que se espera que el impacto al ecosistema sea moderado y reversible con la ayuda de medidas de mitigación propuestas en el siguiente capítulo VI. En el caso de la etapa operativa y de mantenimiento, existen algunos impactos que se mantendrán durante la vida útil del proyecto, por ejemplo, la intervención del paisaje que resulta como impacto residual e impactos acumulativos como la intervención de vegetación, efecto barrera y potencial de colisión para la fauna silvestre. No obstante, dichos impactos serán abordados bajo acciones de control y seguimiento que permitan minimizar los efectos adversos a los componentes ambientales.

Cabe mencionar que los impactos potenciales de ocurrir se concentran principalmente dentro del área de influencia del proyecto, es decir, la superficie que abarcan las obras permanentes y asociadas, lo que genera una presión sobre la vulnerabilidad de los componentes ambientales. A continuación, en el *Cuadro 8*, se muestran las principales actividades de acuerdo con el grado de importancia de afectación durante cada etapa del proyecto.

Cuadro 8. Importancia de las actividades respecto a los impactos generados.

ORDEN DE AFECTACIÓN	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
1	Desmonte (-27.48%)	Hincado de postes (-15.64%)	Mantenimiento correctivo (-2.95%)
2	Despalme (-21.11%)	Edificios y OM (-15.27%)	Mantenimiento preventivo (-2.89%)
3	---	Subestación (-14.76%)	---
4	---	Caminos de servicio (-14.37%)	---

DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Impactos en el medio físico abiótico

Para el apartado de medio físico abiótico se identificaron 11 impactos ambientales potenciales de ocurrir durante el desarrollo y operación del proyecto, que a continuación se describen y están repartidos entre:

- Factor aire

- Factor geoforma
- Factor agua
- Factor suelo

Aire

El análisis de los impactos sobre el factor aire, para motivos de este estudio fue dividido en tres subfactores con sus determinados indicadores que facilitarán establecer los parámetros requeridos en el Programa de Vigilancia Ambiental; cabe señalar que estos indicadores mantienen una normatividad dentro de las Normas Oficiales Mexicanas, las cuales exponen los valores máximos permisibles de emisiones, lo cual apoya en el combate al cambio climático.

1. Calidad del aire, medido en indicadores relacionados con la densidad de distintos compuestos en el aire (µg/m³).
2. Concentración de partículas o emisión de polvos, medido en la concentración en el aire (µg/m³).
3. Nivel sonoro y vibraciones, medido en decibeles (dB) y m/s^2 o Hz.

Impactos

1. **Alteración de la calidad del aire por la generación de emisiones a la atmósfera (atm1)**

El uso y desplazamiento de maquinaria y vehículos de automotor, particularmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, generarán una moderada emisión de gases y partículas a la atmósfera, estas fuentes de emisión móvil se consideran intermitentes para un periodo fijo y no permanente, esto implicará una ligera disminución temporal de la calidad del aire en corto tiempo debido a la emisión de gases y componentes como: CO, CO_2, NO_x, SO_x y otros hidrocarburos no quemados (HC).

De lo anterior se puede inferir que las emisiones que se generarán durante el desarrollo del proyecto en comparación con las que genera la industria y desplazamiento de vehículos automotores, serán mínimas y temporales, por lo que no generará de manera significativa alguna alteración a la calidad atmosférica de la región.

En lo que respecta a la etapa operativa, una vez el parque esté funcionando, el tránsito de vehículos disminuirá de manera que las emisiones a la atmósfera resulten no significativas dentro del área del proyecto y por ende el SAR.

2. **Alteración de la calidad del aire por generación y dispersión de partículas suspendidas (atm2).**

Debido a las características edafológicas del área de estudio, el tránsito de vehículos, maquinaria y movimientos de tierra es posible que se genere una dispersión de polvos durante las primeras etapas del proyecto, lo que ocasionaría una ligera alteración en la calidad del aire, puntualmente para el área del proyecto. Aunado a lo anterior, las fuentes de emisión móviles e intermitentes para un periodo fijo y no permanente, implicaría una ligera disminución de la calidad del aire debido a la emisión de partículas finas como el CO, CO_2, NOx, Sox, y otros hidrocarburos.

El impacto considerado como alteración a la calidad del aire, estaría presente de manera temporal y limitado al área del proyecto, la mayor intensidad en cuanto a dispersión de polvos se presentaría durante la preparación del sitio y construcción, por lo que se deberán implementar acciones y medidas puntuales para minimizar el impacto a la atmósfera y al personal que opere durante las etapas mencionadas.

3. **Incremento en los niveles acústicos derivado del uso de maquinaria, vehículos y personal de obras (atm3).**

La alteración de los niveles acústicos que se infiere suceda por el desarrollo del proyecto, está relacionada a la emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, los cuales, de acuerdo con la NOM-080-SEMARNAT-1994 deben mantener límites permisibles máximos de 92 dBA, considerando un peso bruto de 3,000 y 10,000 kg. Se infiere que no se sobrepasen valores arriba de 90 dBA resultado de la operación de maquinaria principalmente.

El aumento en los niveles acústicos se presentará durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido al uso de maquinaria, vehículos y personal para el desplante de la obra como ya se mencionó, este efecto de aumento sonoro se dará principalmente en horario diurno y se prevé que se enmascare con el ruido emitido por otras fuentes como el paso de vehículos en carreteras, por lo que una vez se finalice la jornada de trabajo el ruido estará relacionado únicamente al ruido ambiental, por lo que el efecto adverso se considera temporal.

Geoforma

Este factor, debido a la naturaleza de las interacciones producidas con el proyecto, contiene solo un Subfactor acompañado por su indicador y unidad de medida:

1. Relieve, el cual podrá ser medido con: 1) el volumen del relieve modificado (m3) y 2) la pendiente, indicando el grado de inclinación.

Impactos

4. **Modificación de la estructura del relieve natural por acción del despalme y movimientos de tierra (Ge1).**

De acuerdo con el análisis realizado en el apartado de Geomorfología (capítulo IV), el área circundante al proyecto presenta terrenos clasificados como Phaeozem en los extremos oeste, norte y sur, mientras que en la zona central y oeste se localizan los suelos Vertisol y Luvisol. Para el área del proyecto, caso contrario a las condiciones del SAR, el suelo de dominancia es el Vertisol, sin embargo, la línea de transmisión ocupa una pequeña zona de Phaeozem en la zona oeste, hacia la dirección del municipio de Coroneo.

Si bien el proyecto requiere en su ingeniería básica una nivelación del terreno, esto implica una remoción de la capa superficial del suelo mediante acciones de despalme, acción que tendrá un impacto directo sobre el relieve natural, para posteriormente realizar las actividades de construcción en donde los movimientos de tierra ejercen cambios al relieve de manera temporal como permanente lo que podría generar efectos como desplazamiento de suelo.

5. **Restitución del relieve natural (Ge2)**

Como parte de las actividades de desmantelamiento, el promovente ha propuesto un escenario de remoción de la infraestructura, limpieza del terreno y recuperación del paisaje, lo que permitirá la restitución del componente geológico, ayudando a mantener sus características previo al desarrollo del proyecto, resultando en un efecto benéfico.

Suelo

En relación con los suelos, es importante señalar que, aunque el SAR abarca cinco (5) unidades edáficas que se describieron para el capítulo IV de esta MIA-R, en el área del proyecto solamente se identificaron dos (3) unidades, Vertisol, Luvisol, Phaeozem. Estos mismos tipos de suelo representan la mayor proporción entre las unidades edafológicas del SAR, con una superficie conjunta de 228.61 km^2 en el predo del proyecto.

El riesgo se presenta principalmente por la posible contaminación derivada de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y potenciales derrames de combustibles, grasas o aceites provenientes de los vehículos y maquinaria utilizada en el área de influencia.

El factor suelo para su análisis se dividió en dos subfactores:

1. Erosión, la cual será medida a través de la pérdida de suelo en %, ppm, g/l.
2. Características fisicoquímicas, la cual será medida en concentraciones de contaminantes o grado de contaminación, Tm/ha/año.

3. Ocupación del suelo, medido en el aumento o variación del valor del suelo.

Impactos

6. Alteración de los procesos erosivos por el cambio de uso del suelo (Su1).

Este componente se vuelve vulnerable por aquellas actividades realizadas con maquinaria y que están asociadas al movimiento de tierras y cimentaciones; en primera instancia el desmonte y despalme retiraran la capa orgánica del suelo y otra capa que podrá modificar su estructura, exponiéndolo a la acción del viento y lluvia lo que puede incrementar los procesos erosivos, generando un arrastre o lavado de la capa edáfica.

7. Afectación al suelo por generación, manejo, almacenamiento y disposición inadecuada de los residuos sólidos, líquidos, urbanos, de manejo especial y peligrosos (Su2).

Durante el desarrollo del Proyecto, en sus etapas previo a la operación (Preparación del sitio y construcción), es posible que el suelo se vea vulnerable ante la generación de los residuos provenientes de la obra, maquinaria y personal; lo que podría ocasionar una modificación a las características naturales del suelo en caso de algún derrame de combustible o aceites y su permanencia en la capa edáfica; asimismo, los residuos sólidos urbanos de no mantenerse en sitios para su disposición y debidamente resguardados, pueden generar materiales contaminantes que estén dispersos por el área del proyecto, incluso afectar de manera indirecta a otros componentes (flora, fauna, agua, etc.).

Se contempla que se afectarán los perfiles del suelo en toda la zona de Área de influencia del proyecto por las actividades de Preparación de sitio y Construcción, en las actividades de excavaciones, nivelaciones compactaciones y terraplenes, la capa de suelo fértil que pudiera ser impactada se rescatará para emplearla como cubierta superior en áreas para reforestación, mitigando la superficie de impacto directo y brindando posibilidades de restitución de la vegetación. Cabe mencionar, que se tiene contempladas las medidas de mitigación pertinentes para que durante todas las etapas del proyecto se cuente con una adecuada disposición de todos los residuos, Asimismo, es probable la generación de derrames accidentales de residuos líquidos y peligrosos, por lo que se establecerán las medidas de control para este tipo de imprevistos o contingencias ambientales. Dichas medidas están fundamentadas en la adquisición y uso de materiales de contención y recuperación de materiales líquidos, mismos que se encontrarán colocados en sitios estratégicos del trazo del proyecto.

8. Alteración en los valores de tenencia de suelo (Su3).

Este impacto se genera por el cambio de uso de suelo, al remover la vegetación y el desplante de obras la plusvalía de la superficie propia del polígono y de áreas cercanas al Proyecto tendrá un cambio debido a la recategorización en cuanto al uso de suelo. Al incrementarse o establecerse nuevos servicios como redes de transporte, comunicación y prestación de servicios básicos, los costos de los terrenos o

superficies adyacentes al proyecto y sus obras incrementarán su valor lo que puede generar inconformidad a los terratenientes de dichos terrenos, ya que resulta más difícil la adquisición de un bien.

Agua

El agua es uno de los factores de mayor importancia en el medio que se desarrollará el proyecto, puesto que el vital líquido ofrece distintos servicios en el contexto de la región como elemento indispensable para la hidratación de la flora y fauna silvestre, riego de los campos, hidratación de ganado, insumo para consumo y uso en actividades de recreación.

El proyecto se encuentra ubicado en una zona con una muy reducida precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, lo que favorece la renovación del agua subterránea. Prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido.

Dada su gran variedad de usos y características, se dispusieron de cuatro subfactores para el análisis del impacto ambiental, siendo:

1. Calidad fisicoquímica del agua superficial y subterránea, medida en diversos indicadores de calidad, siendo concentraciones de coliformes, compuestos químicos, pH, etc.
2. Recarga de acuíferos, medido en la cantidad de agua infiltrada (Hm^3)
3. Escorrentías o escurrimiento superficial, dispuesto en metros con relación al cauce desviado en m^3, según la cantidad de agua intervenida en un lapso.

Impactos

9. Modificación del volumen de infiltración por el cambio de uso del suelo (Ag1).

la composición geohidrológica dentro del SAR es conformada por tres unidades. La primera unidad es Material consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero" y se encuentra constituida, en su mayoría, por unidades litológicas de ígneas extrusivas del cenozoico que corresponden a tobas ácidas en la zona norte del SAR y rocas basálticas poco fragmentadas en la zona sur. La superficie que ocupa la unidad respecto al SAR corresponde al 78.15% y el 100% para el predio del proyecto.

La segunda unidad geohidrológica está constituida por Material no consolidado con posibilidades altas para ser aprovechado como acuífero (12.32% dentro del SAR), constituida principalmente por arenas y gravas que forman parte de sedimentos aluviales del cenozoico o unidades cronoestratigráficas de areniscas. Estas unidades cuentan con materiales no cementados, sin embargo, pueden presentar compactación y tener un cierto grado de coherencia, aunque sigan permitiendo el fluido de agua subterránea a través del espacio de sus granos.

Por último, la unidad de menor superficie presente en el SAR corresponde a la de Material no consolidado con posibilidades medias. Se encuentra constituida tanto por los materiales sedimentarios aluviales y de tipo arenisca, como por los materiales de tipo volcánicos presentes a lo largo del SAR; principalmente en zonas de fracturación de materiales basálticos, piedemontes y planicies onduladas. La superficie con respecto al SAR es de 8.40%.

Como ya se mencionó, la geología no permite la presencia de cuerpos de agua superficiales de gran relevancia, asociado a lo anterior, las acciones de desmonte y despalme contribuirán a disminuir la capacidad de infiltración, la reducida pendiente topográfica y la alta capacidad de infiltración del terreno genera que la recarga de aguas se realice en prácticamente toda la superficie. El retiro de vegetación tendrá un efecto adverso hacia la infiltración asociado en la retención de agua que esta pueda obtenerse por la cobertura vegetal.

Los trabajos de preparación del sitio, específicamente en las actividades de desmonte y despalme, contemplan utilizar maquinaria pesada y un consecuente aumento de la circulación de vehículos, propiciando la modificación de las propiedades del suelo (compactación), impactando en el valor de la infiltración en toda el área del Proyecto. En el proceso constructivo, continuará afectándose la infiltración, sin embargo, puede ser mitigada al implementar obras de ingeniaría verde y manejo de la recarga.

10. Modificación de las escorrentías superficiales (Ag2).

Debido a las unidades edáficas presentes en el área del Proyecto y SAR, el suelo, debido a la acción del viento y lluvia en cierta superficie presenta cárcavas, así como algunas elevaciones similares a una duna; por lo que, para desplantar la infraestructura del Proyecto, se requiere conformar el terreno a un nivel homogéneo por lo que la dirección y flujo de los escurrimientos serán alterados y modificados a las nuevas condiciones que vaya presentando el sitio. Los caminos y estructuras como edificios podrían implicar una mayor modificación de las escorrentías, así como la mala disposición de residuos y/o su almacenamiento.

Cabe mencionar que dentro del área del proyecto no se identificó algún escurrimiento superficial permanente o de gran superficie, rasgo asociado a la naturaleza de la geología y su alta permeabilidad. Si bien los escurrimientos se presentan durante las temporadas de lluvias, medio por el cual se incrementa el flujo y recarga de acuíferos, su afectación será de manera temporal y con las obras de drenaje pretendidas por el Proyecto, el impacto será mitigado.

11. Recuperación de las escorrentías e infiltración natural.

La recuperación a las condiciones naturales del sitio, se esperan una vez concluida la vida útil del Proyecto y su etapa de desmantelamiento, con la limpieza del sitio y recuperación del paisaje, el terreno volverá a mantener el curso de las escorrentías presentes previo al desplante del proyecto, así como la dinámica de infiltración y recarga de acuífero.

Impactos en el medio físico-biótico

El medio biótico contempla a aquella parte del medio ambiente que refiere a los seres vicos, registrados en el capítulo IV de la presente MIA-R; para su análisis el apartado fue dividido en dos factores:

- Factor Flora
- Factor Fauna

Se identificaron ocho (8) impactos potenciales para estos factores, siendo los principales aquellos llevados a cabo durante la preparación del sitio y construcción y un impacto considerado residual en la operación, relacionado a la fauna voladora principalmente.

Flora

Los usos de suelo y vegetación registrados en el SAR son bosque de encino, bosque de encino – pino, vegetación de galería, matorral *crasicaule,* agropecuario (agricultura y pastizal), cuerpo de agua, urbano – infraestructura. Es importante resaltar que en el Área del Proyecto se registraron usos de suelo y vegetación agropecuario, bosque de encino y cuerpo de agua.

Para el análisis de este factor se llevó a cabo con dos subfactores:

1. Cobertura vegetal, medida en hectáreas o metros cuadrados de afectación.
2. Especies singulares, estimada en el índice de población o individuos afectados.

Impactos

12. Pérdida de la cobertura vegetal por cambio de uso del suelo (F1).

La vegetación presente en el área del proyecto será impactada de manera directa por el desmonte, las unidades de vegetación afectadas son agropecuario y bosque de pino encino.

El *Cuadro 9* muestra las superficies de afectación respecto al desplante del proyecto, tipo de vegetación y uso de suelo.

Cuadro 9. Superficies de afectación respecto a la cobertura vegetal (m^2) en el Proyecto Fotovoltaico.

TIPO DE COBERTURA/ OBRAS	BOSQUE DE ENCINO	AGROPECUARIO	TOTAL
Área de módulos fotovoltaicos	-	1,088,209.617	1,088,209.617
Subestación eléctrica	-	4,399.962	4,399.962
Cuarto de control	-	305.639	305.639
Estacionamiento	-	68.750	68.750
Caseta de acceso/vigilancia	-	9.590	9.590
Centros de transformación	-	29.538	29.538

TIPO DE COBERTURA/ OBRAS	BOSQUE DE ENCINO	AGROPECUARIO	TOTAL
Camino interno	135.842	16,701.792	16,837.634
Zanja de media tensión	90.005	4,902.230	4,992.235
Derecho de vía de la Línea de transmisión	-	164,436.593	164,436.593
Total	225.847	1,279,063.711	1,279,289.558

13. Interacción con especies singulares

Cabe mencionar que no se registró ninguna especie bajo alguna categoría asociada a la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, se registraron 38 especies incluidas en la lista roja de especies amenazadas de las UICN, 36 en la categoría de preocupación menor (LC), una en peligro de extinción (EN) y una vulnerable (VU). En cuanto a la CITES, cinco estas incluidas en el Apéndice II

Fauna

Respecto a la afectación derivada del proyecto, es usual que se afecte a las poblaciones terrestres no voladoras durante las actividades de desmonte, despalme y construcción, principalmente por el uso de vehículos y maquinaria los cuales podrían generar decesos por atropellamiento; para el caso de la fauna voladora es en la etapa de operación el principal riesgo pues se pueden presentar colisiones de aves y murciélagos con los paneles y línea de transmisión.

Las afectaciones a poblaciones faunísticas pueden medirse a través de los individuos afectados; mientras que el hábitat puede ser considerado como el porcentaje de determinada vegetación afectada o la conectividad de parches de vegetación.

1. Especies y poblaciones terrestres, se medirá a través del número o porcentaje afectado.
2. Fauna voladora, se medirá a través del número o porcentaje afectado.
3. Especies y poblaciones singulares, se mide a través del índice de población afectada.
4. Hábitat faunístico, este se mide por el porcentaje de hábitat afectado.

Impactos

14. Afectación a especies y/o poblaciones terrestres de fauna silvestre por uso de maquinaria y presencia de personal (Fa1).

El impacto a la fauna silvestre tiene potencial de generarse durante las etapas de preparación del sitio y construcción, esto de manera temporal, por el uso de maquinaria, vehículos y la presencia del personal de obra; con la probabilidad de ocurrir incidentes como atropello de individuos o la captura y caza de estos por parte del personal, lo que ocasionaría un riesgo para las poblaciones involucradas.

El atropellamiento de fauna silvestre se debe principalmente a dos factores: la velocidad del automóvil o maquinaría y el grado de visibilidad que tienen los animales para detectar a tiempo un vehículo en movimiento. Este último aspecto, la visibilidad se ve influenciada por la cobertura vegetal presente en el área del proyecto. En los caminos que crucen áreas de vegetación la visibilidad será menos que en aquellas áreas donde los caminos atraviesan fragmentos sin vegetación. En estos caminos, los animales pueden toparse con un vehículo y darse cuenta justo cuando se está presentando el impacto. El impacto por atropellamiento de la fauna es probable que ocurra principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Sin embargo, ese hecho no significa que las especies dejen de desplazarse en etapas posteriores. Por otro lado, aunado al riesgo de atropellamiento, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción existirá la amenaza de cacería para consumo, como mascotas o por la aversión hacia algunas especies, por lo cual se empleará una sensibilización a los grupos de trabajo y personal que labore en la construcción y operación del proyecto.

La etapa de operación presentara una baja circulación de vehículos debido a las actividades de operación sistematizadas bajo instrumentos electromecánicos; será en los turnos de vigilancia y mantenimiento cuando la circulación de vehículos pueda aumentar, sin embargo, el efecto de este impacto en las demás etapas se verá desplazado por su temporalidad.

15. Afectación de individuos o poblaciones de fauna voladora por la operación de los paneles solares (Fa2).

La fauna voladora, principalmente la avifauna puede verse comprometida considerando que la vegetación juega un papel importante en su ciclo biológico y el retiro de esta durante el desmonte puede generar un efecto adverso en temporadas reproductivas. Por otra parte, es susceptible a colisionar con los paneles solares y de manera particular con obras asociadas como líneas de transmisión. El efecto directo ante de las colisiones es la pérdida de individuos.

Durante los muestreos mediante los transectos de observación en el área de influencia (AI) que incluye al área del Proyecto (AP) y en el área del Sistema Ambiental Regional (SAR), se registraron en total 860 individuos correspondientes a 82 especies representando a 16 órdenes y 34 familias. De las 82 especies registradas, 38 son residentes, 20 especies son residentes con poblaciones migratorias de invierno, siete especies son migratorias de invierno con poblaciones residentes, seis especies migratorias de invierno transitorias, tres especies residentes con poblaciones migratorias de invierno y verano, dos especies migratorias de invierno.

Ya que la mayoría de las especies registradas son residentes, es posible que el impacto este enfocado en los individuos bajo dicha estacionalidad, por lo que es recomendable establecer monitoreos previos a la construcción del Parque para obtener un detallado análisis de las especies con mayor tránsito en la zona, así como durante la operación para describir la interacción entre la avifauna, paneles y sus obras asociadas como línea de transmisión, de esta última con mayor información sobre colisiones.

Este impacto se presenta en la etapa operativa y se considera de una temporalidad asociada a la vida útil del proyecto, sin embargo, las colisiones no se presentan de manera continua, sino, que ocurren de manera irregular y están asociadas a otros factores como el clima, hábitos de las especies y disposición de la infraestructura. Actualmente las medidas y acciones diseñadas para mitigar este impacto no permiten una eliminación completa del efecto, por lo que se ha considerado como un impacto residual, el cual se buscará reducir a través de las propuestas de prevención, mitigación y corrección establecidas en el capítulo VI de esta MIA-R.

16. Afectación de especies singulares por atropellamiento y colisión (Fa3).

Como se describió anteriormente, existen dos principales riesgos a la fauna silvestre por la implementación del Proyecto, el primero asociado al potencial de atropellamiento durante las etapas de preparación del sitio y construcción, en donde el riesgo es considerado como mayor, aunque de manera temporal; el segundo impacto está asociado a el potencial de colisión, ya sea con alguna estructura del parque solar o bien con la línea de transmisión, a esta última también se le atribuye un riesgo de electrocución debido a la percha que algunas especies de avifauna realizan.

Los dos impactos potenciales a la fauna silvestre abarcan para aquellas especies con alguna importancia, ecológica, social o económica, catalogadas como singulares para este estudio. El impacto en este tipo de especies puede ocasionar una afectación directa en sus poblaciones, disminuyendo su abundancia y presencia dentro del SAR; de manera indirecta puede afectar a procesos ecológicos como la polinización o propagación de especies de flora que a través de la fauna concreta sus ciclos vitales. Por lo anterior se considera un impacto adverso ya que la pérdida de alguno de estos individuos puede afectar el ecosistema a escala regional.

17. Pérdida y fragmentación del hábitat por cambio de uso del suelo (Fa4).

Una de las afectaciones a la fauna silvestre por acción de la preparación del sitio y operación del Proyecto, es la deforestación y fragmentación del hábitat. La vegetación de desiertos arenosos es la cobertura vegetal con mayor superficie dentro del área de influencia del proyecto, ambiente en el que algunas especies están adaptadas, por lo que se infiere que el efecto en la disminución de este tipo de vegetación tendrá un efecto directo para los individuos como aquellos con mayor abundancia.

Si bien la afectación se limitará al área de influencia, las especies de estos hábitats en retroceso ven mermar el territorio disponible a la vez que se enfrentan a una creciente atomización de sus poblaciones. Otro efecto reconocido es el efecto borde el cual se crea así en todos los fragmentos bajo una banda perimetral de hábitat con condiciones adversas para muchas de las especies allí acantonadas, es decir, se produce una zonificación en un hábitat de borde y un hábitat de interior (Janzen, 1983; 1986; Murcia, 1995; Ries *et al.*, 2004; Fletcher, 2005).

El efecto borde de los paisajes fragmentados favorece la invasión de los fragmentos por muchas especies generalistas propias de hábitats sometidos a algún tipo de perturbación. Por lo anterior el impacto en la disminución de hábitat se considera adverso ya que el proyecto no es solo el responsable o causante de la fragmentación, pero su contribución a esta situación, aunque a nivel regional no representa una mayor relevancia puede ocasionar algunos efectos adversos no previstos.

18. Restitución de los servicios ambientales del hábitat (Fa5).

Este impacto se considera benéfico, ya que, con la implementación del desmantelamiento de infraestructura y posterior restauración, actividades como la reforestación permitirán la restitución gradual de las características naturales del área del proyecto tal y como se presentaron previo al desplante de infraestructura, lo que generará servicios directos para la biodiversidad del SAR.

Impactos en el medio socioeconómico

Este componente forma parte del sistema ambiental en donde se evalúa el Proyecto y está compuesto por un factor, el cual refleja el alcance de los impactos en este contexto:

Sociedad y economía

Se identificaron tres (3) potenciales impactos, donde la mayoría de estos son benéficos debido a la generación de empleos, derrama económica que el proyecto generará en todas sus etapas de desarrollo. No obstante, cabe mencionar que algunos impactos serán temporales lo que disminuye los beneficios de manera regional y se puntualizan a una escala local.

Sociedad y economía

Este factor implica las condiciones tanto económicas como sociales que pueden ser alteradas por la instalación del proyecto, las cuales son benéficas; se consideraron tres subfactores para la evaluación de este factor:

1. Nivel de empleo, medido en el número de trabajadores empleados.
2. Derrama económica, expresado en la cantidad de capital generado en el SAR.
3. Infraestructura y servicios, medido en la variación de los sectores afectados.

Impactos

19. Generación de empleos por el desarrollo y operación del proyecto (Soc1).

Dentro de la actividad económica, la industria manufacturera tiene el mayor peso en su aportación al Producto Interno Bruto Estatal (PIBE), con el 23.8% de su valor total. El crecimiento anual del valor de la producción de esta industria ha sido del 17.1% anual, el de mayor crecimiento en el país. El subsector de mayor aumento en el valor de su producción es el del equipo de transporte con 30.3%, la industria de impresión y conexas con 19.8% y la industria química con 9.9% (Plan Estatal de Desarrollo 2020-2024).

Para el municipio de Coroneo la desagregación de la PEA ocupada para los hombres es de 60.27% y mujeres 39.73%, para el municipio de Epitacio Huerta la PEA ocupada para los hombres es de 63.67% y mujeres 36.33%. Para la población no económicamente activa las mujeres presentan un mayor porcentaje para los municipios (Coroneo 73.86% y Epitacio Huerta 76.24%).

En los municipios de Coroneo el sector de actividad económica principal se encuentra dentro del servicios terciarios (Servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros) con el 30.91% y sector primario (Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza) con el 26.74%. El municipio de Epitacio Huerta como principal sector se ubica dentro del primario con el 42.51%, seguido del sector terciario con el 25.12%.

Dentro de la población económicamente activa de los municipios el mayor porcentaje de la población son trabajadores asalariados (Coroneo 64.26%, Epitacio Huerta 54.34%) por lo que se infiere están registrados dentro de alguna empresa, industria, entre otros, seguido por los trabajadores por cuenta propia (Coroneo 23.66%, Epitacio Huerta 30.22%). En las percepciones monetarias por fuentes distintas al trabajo destacan los programas de gobierno y percepción monetaria de alguna persona que vive en otro país.

El desarrollo del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV requerirá personal profesionista u operador a las profesiones relacionadas con las actividades económicamente activas del municipio, por lo que se puede inferir que habrá un incremento en la demanda de estas profesiones principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, lo que generará oportunidad de nuevos empleos y un flujo de la economía a nivel regional, esta última por la necesidad de servicios como hospedaje, alimentación, atención de salud entre otros que requerirá el personal que labore en las diferentes etapas del Proyecto.

20. Derrama económica (Soc2).

La derrama económica asociada al Proyecto se encuentra en la prestación de servicios y adquisición de materias primas que se requerirán durante el desarrollo, como hospedaje, alimentación, atención de salud, materiales de construcción y derivados, entre otros, situación que permitirá un flujo de la economía a nivel regional. Este subfactor está ligado a la generación de empleos ya que el beneficio económico que se destinara en la contratación de personal permitirá que exista inversión a escala local y regional.

21. Desarrollo de infraestructura y servicios (Soc3).

Este impacto se considera benéfico ya que una de las acciones del proyecto es mejorar la situación de los caminos ya existentes y establecer nuevos caminos de interconexión, lo que brindará una oportunidad a los pobladores de las localidades cercanas, de trasladarse con mayor rapidez y en menor tiempo; cabe mencionar que algunos caminos serán únicamente para las actividades del proyecto, sin embargo, podrán ocuparse a razón de la empresa para el requerimiento de algún servicio de urgencia o beneficio social.

Por otro lado, el personal que labore durante el desarrollo del Proyecto tendrá la necesidad de cubrir ciertas necesidades como la alimentación, hospedaje y/o servicios de jornales, por lo que la población tendrá la oportunidad de ofrecer los servicios necesarios para atender las necesidades, derivando en ofertas de empleo, derrama económica y bienestar social.

Paisaje

El paisaje, siendo uno de los componentes con mayor valor en relación con la aceptación de un proyecto, puede llegar a ser modificado por las actividades y obras a desarrollar, por lo que, en el presente análisis este fue divido en dos subfactores:

1. Calidad escénica, refiere a el nivel de conservación visual del sitio y la capacidad de soportar cambios efectuados en él, medido en el grado de calidad por superficie.
2. Fragilidad visual, este Subfactor implica el nivel de deterioro visual que mantiene un sitio determinado, medido en el grado de fragilidad por superficie.

El proyecto tendrá una visibilidad del 31.57% (78.42 km^2) en el SAR, mientras que en el 68.43% (169.96 km^2) no será visible. Desde la dirección norte del SAR, las obras del proyecto serán visibles ya que en esa dirección del SAR existen terrenos más altos respecto al sitio en donde se ubicará el proyecto y sus obras, en contraste, detrás de estas zonas, el proyecto no será visible puesto que justo estas elevaciones impedirán su vista. El mayor grado de visibilidad de las obras del proyecto se presentan desde la orientación sur y suroeste del proyecto, donde morfológicamente se encuentran las zonas más bajas o con mayores llanuras ligeramente inclinadas dentro del SAR; a esta característica se le ha sumado la presencia de campos donde se practican actividades agropecuarias, que, por su baja altura, facilitarán la visibilidad de las obras. Así mismo, del lado contrario en dirección noroeste existen sitios donde las obras del proyecto no serán visibles, condición determinada por terrenos altos del SAR, mismas que impiden la visibilidad del proyecto por lo que el impacto visual será bajo.

Impactos

22. Modificación de la calidad paisajística por la intervención de componentes ajenos (Pa1).

La calidad intrínseca de un paisaje se entiende como el estado de conservación o excelencia que presenta un paisaje determinado en función de la estructura de cada una de sus unidades de paisaje. Esta evaluación se realiza para definir los cambios en la conservación con base en las modificaciones que se desarrollan en el territorio ya sea por actividades o la inserción de obras (Estévez, V. *et al.*, 2012; Alberruche-del Campo, *et al.* 2015).

Dentro del SAR se identificaron tres tipos de calidad en el paisaje de manera previa a la instalación del proyecto. Estos resultados fueron Media (89.95 %), Alta (8.00 %), Muy alta (2.05 %). Los resultados fueron determinados en su mayoría por el uso del suelo y la vegetación existente; pues el SAR al ser constituido principalmente por zonas agropecuarias y asentamientos humanos en contraste con

reducidas áreas con cobertura natural vegetal, da como resultado que la calidad visual de las unidades de paisaje del SAR presenten un valor medio en su calidad visual (casi el 90% de la superficie del SAR), ya que existe una predominancia de sitios antropizados o impactados, mismos que se extienden por toda la superficie del SAR. Los sitios con calidad alta y muy alta se localizan principalmente en las inmediaciones de valles y cerros que a su vez aún resguardan cobertura de vegetación natural, ubicándose en la parte central, este y norte del SAR.

Con el desarrollo del Proyecto y la instalación de infraestructura como los paneles solares y la línea de transmisión, se generará una afectación a la calidad visual del paisaje, disminuyendo su valor obtenido por la presencia de vegetación y pocos asentamientos humanos. Se espera que una vez se desplante el Proyecto y dado que no se requiere de una abundancia de personal para su operación, el paisaje integre esta actividad a sus componentes y considerando la implementación de medidas de mitigación, la calidad paisajística obtenga atributos positivos y se minimice su intervención.

23. Modificación de la fragilidad visual del paisaje por el desplante de paneles, estructuras y línea eléctrica (Pa2).

La fragilidad es una característica derivada de la absorción visual, a mayor fragilidad menor será la capacidad de absorción y a menor fragilidad mayor será la capacidad de absorción, también es entendida como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una modificación sobre él. Esta fragilidad depende de factores biofísicos que amortiguan o realzan las alteraciones visuales, los factores más significativos son el uso de suelo y vegetación, la fisiografía y la cuenca visual (Pérez, L. *et al.*, 2002; Alberruche-del campo, *et al.*, 2015).

La fragilidad visual intrínseca puede ser interpretada como el inverso de la calidad visual del paisaje, a mayor calidad visual del paisaje menor será la fragilidad y a menor calidad del paisaje mayor será la fragilidad, esto debido a que una buena calidad del paisaje contiene elementos naturales poco alterados y por lo tanto tiene una mayor capacidad de absorción.

La fragilidad intrínseca del SAR muestra todos los cinco posibles rangos de fragilidad, siendo la fragilidad muy alta la más predominante con el 73.24 % de la superficie del SAR, seguido por la fragilidad alta con el 21.50%, en cambio, el restante 5.27% de la superficie del SAR presenta los tres niveles restantes de fragilidad detectados en el SAR (muy baja, baja y media). Este contrate entre superficies entre los rangos de fragilidad detectados se debe a que en el SAR se encuentran grandes extensiones de zonas antropizadas (principalmente zonas agropecuarias) a diferencia de otros sitios en donde aún se aprecian algunas coberturas vegetales y sitios con pendientes medianamente pronunciadas, lo que propicia su conservación y que a su vez; deriva en que la composición paisajística del SAR sea heterogénea.

El desplante de infraestructura tendrá un efecto directo a la calidad visual y por lo tanto a la fragilidad del sitio, sin embargo, al mantenerse una fragilidad alta y en la misma categoría la calidad paisajística, se espera que el sitio tenga la capacidad de absorción generada por los cambios durante el desarrollo y operación del Proyecto.

V.4 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo con la definición establecida en el Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, el impacto residual se define como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Para poder caracterizar y determinar la importancia de los efectos residuales, se ha considerado como base para el análisis lo propuesto por la Environmental Assessment Office de Canadá en su documento Guideline for the selection of valued components and assessment of potencial effects, 2013.

De acuerdo con la guía antes mencionada, la evaluación de los efectos residuales considera cinco pasos a seguir (*Figura 8*).



Figura 8. Pasos en la evaluación de los efectos residuales.

Normalmente los impactos residuales se describen usando criterios estandarizados para dichos efectos: contexto, magnitud, alcance, duración, reversibilidad y frecuencia. Estos criterios se emplearon en los subfactores ambientales cuyo impacto ambiental se haya calificado como significativo, acumulativo y permanente (*Cuadro 10*).

Cuadro 10. Resumen de los criterios para la caracterización de los impactos residuales.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Contexto	Se refiere principalmente a la sensibilidad y la capacidad de recuperación actual y futura del componente valorado debido a las modificaciones por el Proyecto. Se basa principalmente en la descripción de las condiciones existentes del componente valorado, considerando los efectos acumulativos de otros proyectos y actividades que se han llevado a cabo, y en especial de información sobre el impacto de las tendencias naturales y causas por el hombre en el estado del componente.
Magnitud	Se refiere al tamaño esperado o la gravedad del efecto residual. Al evaluar la magnitud de los efectos residuales, se considera la proporción del componente valorado afectado dentro de los límites espaciales y el efecto relativo (por ejemplo, en relación con la variación anual en la magnitud del componente u otra característica relevante).

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Extensión	Se refiere a la escala espacial sobre el que se espera que el efecto residual pueda ocurrir.
Duración	Se refiere a la longitud de tiempo que el efecto residual persiste (que puede ser más larga que la acción o actividad que dio lugar al efecto).
Reversibilidad	Se refiere a si o no el efecto residual sobre el componente valorado puede ser revertido una vez que la acción causante de la perturbación cesa.
Frecuencia	Se refiere a la frecuencia en que se produce el efecto residual y está estrechamente relacionada con la frecuencia de la acción o actividad que causa el efecto.

Es de gran importancia señalar que la identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, por lo que aquellos impactos que no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas son considerados como impactos residuales; por lo que, el proyecto generará los siguientes residuales:

- **Afectación a individuos o poblaciones de fauna silvestre por colisión**

Uno de los mayores impactos atribuibles a las obras asociadas de los Parques Fotovoltaicos ha sido la pérdida de individuos por colisión, principalmente con las líneas de transmisión. Este impacto se considera como un efecto residual debido a que hasta la fecha no se ha encontrado alguna medida que nulifique por completo el impacto, únicamente se han desarrollado mecanismos que permiten a la fauna voladora, principalmente, evadir las estructuras o bien, Programas de contingencia que disminuyen el riesgo de colisión.

A pesar de las medidas de prevención, el registro de colisiones en líneas de transmisión ha sido constante, sin embargo, el número de individuos que colisionan es muy variable dependiendo la época que se considere, ya que en temporada de migración existe mayor riesgo de presentarse una colisión debido al alto número de individuos que suelen pasar, mientras que en otras épocas el riesgo disminuye.

Aunado al riesgo de colisión para la fauna voladora, también se presenta el riesgo de atropellamiento para la fauna terrestre, aunque este se ocasiona principalmente por la presencia de caminos y el tránsito de vehículos. Estos dos impactos llegan a establecerse principalmente en la etapa de operación de los Parques, por lo que, para el Proyecto, se ha valorado como impacto residual la colisión de fauna voladora y el atropellamiento de fauna terrestre.

- **Modificación de la calidad paisajística por elementos ajenos**

Actualmente, el paisaje representa uno de los recursos naturales con mayor importancia y demanda social debido a su valor escénico, el cual es fuertemente apreciado por gran parte de la población. Los cambios sobre éste tienen una incidencia en el territorio, por lo tanto, las actividades y modificaciones llevadas a cabo en él deben ser justificadas para que se implementen criterios que eviten o mitiguen su degradación. En este sentido, el paisaje debe ser preservado y en especial cuando se muestra una alta calidad visual

pudiéndose justificar por su valor estético, pero también por su valor potencial para usos de conservación o bien como un patrimonio cultural (Estévez, V. *et al*., 2012; Alberruche-del Campo, *et al*., 2015).

El efecto residual se manifiesta cuando el Paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador. Según Lowenthal (1962), González (1981), Benayas (1992), el paisaje puede determinarse como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos. Considerando que dentro del paisaje podemos encontrar los elementos antes mencionados, y es el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. Para el caso del Proyecto y su SAR el impacto visual se considera bajo.

Se considera un impacto con efecto residual debido a que la intervención a la naturalidad del paisaje es de manera permanente por la instalación de las obras y sus dimensiones, esta última característica impide la implementación de alguna acción que elimine o mitigue de manera completa el impacto; sin embargo, se realizarán acciones de Reforestación que permitan a manera de compensación restaurar áreas o sitios con algún grado de degradación o sin cobertura vegetal. Aunado a lo anterior, el diseño e ingeniería propuesta para el Proyecto, considera una instalación que en el corto y mediano plazo el paisaje pueda absorber e integrarse al paisaje.

V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS

Derivado de la Ley General del Equilibrio Ecológico al Ambiente, el Reglamento en Materia de Impacto Ambiental define a los impactos acumulativos de la siguiente manera:

"El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente".

Es importante mencionar que la evaluación de los impactos acumulativos se considera a nivel regional, por lo tanto, tanto el Proyecto como otras fuentes de impacto identificadas para este análisis se encuentran en un Sistema Ambiental Regional delimitado particularmente para la evaluación de los impactos acumulativos; ya que se mantiene una estrecha relación en cuanto a los posibles efectos que se desarrollan con la construcción del proyecto y la operación de aquellos adyacentes.

Como primer paso para lograr una correcta evaluación de los impactos acumulativos, fue necesario la identificación de aquellos impactos directos o indirectos representativos de los proyectos asociados al uso de paneles solares y su infraestructura de apoyo. Con el antecedente de proyectos similares, la consulta de literatura a fin y el análisis de expertos respecto a la interacción entre este tipo de proyectos y los componentes del ecosistema, se obtuvo un primer acercamiento sobre la importancia de este tipo de impactos.

Posteriormente es importante delimitar espacialmente y de manera temporal el alcance de los efectos conocidos por los proyectos de energía solar, así como el límite de los componentes. En este caso, el Sistema ambiental Regional delimitado para este estudio será la escala espacial en donde se presume la ocurrencia de diversas interacciones entre los componentes identificados y los efectos de los proyectos, entre otras fuentes de impacto. El SAR se elaboró considerando las características del paisaje tanto naturales (orografía, hidrografía) como aquellas generadas por actividades humanas (áreas agrícolas, urbanas, vías de comunicación, turismo) que de forma sinérgica estarían interactuando con el establecimiento del proyecto.

Es importante mencionar que el Diagnostico Ambiental, realizado en el capítulo IV, es un referente sobre el conocimiento del estado en el cual se encuentra el SAR, también llamado "línea base", la cual servirá para identificar como las acciones del proyecto potencialmente generará efectos a los componentes ambientales, en tal manera que se determine la magnitud del efecto por medio de las modificaciones que el proyecto cause al ambiente.

Finalmente, se desarrolló una breve descripción sobre la transformación del territorio con el propósito de identificar aquellas fuentes humanas y eventos naturales que han modificado históricamente el ecosistema de aquella región.

V.5.1 METODOLOGÍA

Para el análisis de los impactos acumulativos y su posterior evaluación se tomó en cuenta el proceso de Senner *et al*. (2002) que a continuación se presenta:

Ámbito. - Implica la identificación de los aspectos importantes, los componentes y sus límites geográficos.

Organización. - Durante esta etapa se deberá caracterizar y consolidad los aspectos más importantes:

1. Resumir cuales son los componentes que históricamente han modificado o alterado por acciones humanas y eventos naturales desde el pasado hasta el presente.
2. Revisar los impactos ambientales directos o indirectos y sus acciones para reducirlos.
3. Preparar la matriz con los efectos acumulativos para cada componente.
4. Ingresar la información del pasado, actual y futuro.
5. Tamizado. - En esta etapa se realiza la identificación de los potenciales impactos acumulativos.
6. Evaluación. - Calificación de la significancia y probabilidad de ocurrencia de los impactos.

Considerando lo anterior, para la evaluación de los impactos acumulativos se estableció emplear una combinación de métodos que incluyen: Modelos de Impacto (Matrices, Leopold 1971.) y análisis

espacial con base al Sistema de Información Geográfica (SIG). Los métodos mencionados serán empleados para analizar y evaluar los impactos de este estudio el cual será desarrollado según lo propuesto por Eccleston Charles. H. (2011) y lo emitido en la Guía de Profesionales en el Análisis de Impactos Acumulativos de la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental (CEEA, 1999).

Los impactos potenciales fueron identificados como aquellos que afectan de manera significativa a los componentes ambientales del conjunto de ecosistemas en donde se ubica el proyecto y por tanto se identifican aquellos componentes del ecosistema que resultan vulnerables ante las actividades del proyecto. Bajo este argumento se identificaron los componentes ambientales susceptibles a la presión de los desarrollos inmersos en la región, además de considerarse componentes valiosos, los cuales se llamarán Componentes Valorados del Ecosistema (CVEs).

V.5.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS ACONTECIMIENTOS REGIONALES DE INTERÉS

La identificación de cuestiones o problemas de interés a nivel regional (SAR), generalmente pueden conocerse a través de la población local, así como de interesados en la región (poblaciones o comunidades próximas a la región); mucho del conocimiento de la región también se obtiene de actores que en ésta operan, industria, organizaciones públicas, gobierno, etc. Por otra parte, información referente a los efectos ambientales sobre temas regionales de interés (componentes ambientales), puede obtenerse mediante la consulta a especialistas con el conocimiento científico y las bases adecuadas para identificar efectos ambientales que se presentan en la región.

V.5.1.2 SELECCIÓN DE COMPONENTES VALORADOS DEL ECOSISTEMA (CVES)

Los componentes del ecosistema que pueden considerarse valiosos, tanto del mundo natural como humano, son identificados y seleccionados mediante la participación de expertos en los diferentes temas que abarcan, así como en un proceso de revisión pública (Beanlands and Duinker 1983). Los valores atribuidos a los CVEs, nombrados así por sus siglas, pueden ser derivados de una importancia social, ambiental, económica, estética o ética. Los CVEs representan el punto central de investigación en cualquier Evaluación de Impacto Ambiental o Evaluación de Impactos Acumulativos.

Algo importante de los CVEs lo atribuye a su función como indicadores, lo cual permite su análisis y valoración de manera cualitativa y cuantitativa.

V.5.1.3 IDENTIFICACIÓN DE LIMITES ESPACIALES Y TEMPORALES

Establecer límites es el proceso de realizar una delimitación de la zona y el periodo, examinado en una evaluación. Existen dos tipos de límites que fueron establecidos para el presente estudio: espacial y temporal. Limites espaciales se refieren al área de estudio del o los Proyectos, mientras que los límites temporales estarán relacionados con actividades desarrolladas en la región y que han sido motivo de cambios, así como sus efectos hacia los componentes ambientales.

V.5.2 IMPACTOS ACUMULATIVOS IDENTIFICADOS

Pérdida de individuos de fauna silvestre por atropellamiento y/o colisión con la infraestructura y obras del proyecto

- **Atropellamiento**

El atropellamiento de fauna es el impacto directo más fácil de reconocer en comparación con otros como fragmentación, deterioro del ecosistema y cambios en el comportamiento de los animales, en especial porque constantemente en las carreteras o vías de comunicación se observan los cuerpos de los animales muertos, aunque en algunos casos los animales quedan en un estado que dificultan la identificación de la especie.

El principal impacto del atropellamiento de animales se ve reflejado en la afectación de las poblaciones de las especies involucradas, más que todo en aquellas especies que se encuentran amenazadas o son vulnerables y, en menor medida, las especies más comunes y abundantes. El grado de perjuicio depende del tamaño de la población y de la capacidad reproductiva de la especie (Taylor y Goldingay, 2004).

El impacto por atropellamiento de la fauna es probable que ocurra principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Sin embargo, ese hecho no significa que las especies dejen de desplazarse en etapas posteriores. La etapa de operación presentará una baja circulación de vehículos debido a las actividades de operación sistematizadas bajo instrumentos electromecánicos; será en los turnos de vigilancia y mantenimiento cuando la circulación de vehículos pueda aumentar, sin embargo, el efecto de este impacto en las demás etapas se verá desplazado por su temporalidad. Por otro lado, aunado al riesgo de atropellamiento, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción existirá la amenaza de cacería para consumo, como mascotas o por la aversión hacia algunas especies, por lo cual se empleará una sensibilización a los grupos de trabajo y personal que labore en la construcción y operación del proyecto.

- **Colisiones**

Para el caso del Proyecto, las colisiones se dan cuando las aves o murciélagos no consiguen esquivar líneas eléctricas de evacuación, siendo causa de mortalidad directa, así como de posibles colisiones con los paneles a causa de un efecto espejo. Puesto que sus efectos son más evidentes y medibles, es uno de los motivos principales de preocupación a la hora de considerar los riesgos de los parques solares y sus obras asociadas.

Durante las dos campañas de muestreo se identificaron 82 especies de aves, lo que representa el 19.1 % de las 430 especies documentadas en la región. Este número elevado se debe, en parte, a la presencia de especies migratorias que aún permanecían en la zona, como el *Pelecanus erythrorhynchos* (Pelícano Blanco Americano). Por otro lado, algunas especies registradas en grandes cantidades, como *Ardea*

alba (Garza Blanca), son aves acuáticas que se concentraron en cuerpos de agua disponibles debido a las condiciones de estiaje.

La diferencia en el número de especies observadas entre el Área del Proyecto (AP) y el Sitio de Análisis Regional (SAR) se atribuye a la mayor diversidad de unidades ambientales en el SAR, así como a su mayor extensión, en contraste con la homogeneidad dentro del AP. Según los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE, la riqueza de especies detectada fue alta, con un rango de detección del 94 % al 99 %. Un esfuerzo adicional de muestreo del 1 % al 6 % sería necesario para identificar especies menos conspicuas que complementan la comunidad de aves en la zona. Los resultados muestran que las especies registradas en el AP también están presentes en el SAR.

En relación con las aves migratorias, la región es de gran importancia, ya que proporciona áreas clave para alimentación, descanso y refugio a estas especies durante su paso. Esto es especialmente significativo para las aves acuáticas, que se benefician de los cuerpos de agua, tanto naturales como artificiales, distribuidos en el área.

Es recomendable establecer monitoreos previos a la construcción del Parque para obtener un detallado análisis de las especies con mayor tránsito en la zona, así como durante la operación para describir la interacción entre la avifauna, paneles y sus obras asociadas como línea de transmisión, de esta última con más información sobre colisiones.

Este impacto se presenta en la etapa operativa y se considera de una temporalidad asociada a la vida útil del proyecto, sin embargo, las colisiones no se presentan de manera continua, sino, que ocurren de manera irregular y están asociadas a otros factores como el clima, hábitos de las especies y disposición de la infraestructura. Actualmente las medidas y acciones diseñadas para mitigar este impacto no permiten una eliminación completa del efecto, por lo que se ha considerado como un impacto residual, el cual se buscará reducir a través de las propuestas de prevención, mitigación y corrección establecidas en el capítulo VI de esta MIA-R.

V.6 RESUMEN Y CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos de la identificación de los impactos y su valoración, se identificaron 23 impactos ambientales, de los cuales 17 son de naturaleza adversa, mientras que seis (6) son de naturaleza positiva.

Las acciones que tuvieron mayor importancia respecto a los impactos generados fueron: el desmonte, el despalme, en la etapa de preparación del sitio. Para la etapa de construcción, el hincado de postes y las acciones relacionadas a la instalación de la línea de transmisión, en cuanto a orden de afectación. Finalmente, para la etapa de operación y mantenimiento, fue el mantenimiento preventivo y correctivo fueron considerados como las acciones de mayor importancia respecto a los impactos; sin embargo, se deben considerar aquellos referentes a la etapa de abandono, en donde el desmantelamiento y restauración generarán impactos positivos al ecosistema.

Los componentes ambientales que mayor impacto recibirán con el desarrollo del proyecto y considerando las acciones arriba mencionadas, serán: Fauna y Paisaje en los que se espera sucedan efectos residuales, así como impactos de adición o acumulativos.

A lo largo del análisis realizado del medio biótico y abiótico del proyecto se puede determinar que, para el caso del componente abiótico del SAR, la mayoría de los elementos a los que se enfrentará el proyecto son situaciones naturales, tales como aspectos fisiográficos, tipos de suelos presentes, clima, etc. Lo más destacable recae en los aspectos fisiográficos y tipos de suelo.

El impacto identificado para la avifauna no solo se da en la superficie considerada para las obras del proyecto, sino que tiene un alcance a nivel regional debido a la interacción de otros proyectos similares y otras fuentes de impacto como, carreteras, desarrollos urbanos, y otras actividades derivadas de la intervención del hombre.

En este caso podemos concluir que si bien es un impacto significativo, el Proyecto se pretende establecer en un área que hasta el momento no presenta trayectorias de vuelo que puedan considerarse fijas y que de cierta manera este tipo de aves caracterizadas por especies de gran tamaño puedan ser afectadas por las obras del Proyecto, sin embargo, es importante tomar medidas como los monitoreos biológicos para aportar mayor información sobre este tipo de fenómenos como la migración y las especies acuáticas, siendo estas últimas uno de los grupos de avifauna mayor afectados por este tipo de desarrollos.

Por otro lado, no se puede descartar a las aves residentes y aquellas migratorias de menor tamaño que vuelan a menor altura y aprovechan el crepúsculo y la noche para realizar sus movimientos, factor que puede hacerlas más vulnerables en cuanto al riesgo por colisión, además de considerar su presencia de manera permanente en el caso de las especies residentes.

Se identificaron impactos positivos, los cuales están relacionados con la población y su economía, ya que el Proyecto contempla la generación de empleos y servicios que permitirán a las localidades percibir los beneficios que el desarrollo del Proyecto trae, así también ser vigilantes de aquellas acciones que puedan poner en riesgo a la población y el ecosistema.

Finalmente, un gran porcentaje de los impactos identificados durante la etapa de preparación del sitio y construcción, serán temporales, reversibles y mitigables por lo que se espera que la inserción del Proyecto no cause efectos adversos a largo plazo y que puedan poner en riesgo la integridad y funcionalidad del ecosistema. Los impactos residuales y acumulativos serán atendidos bajo las mejores estrategias que se han propuesto en este documento y que consideran experiencias de otros proyectos similares.

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO HUERTA PV



USPAE
UNIDAD DE SERVICIOS PROFESIONALES ALTAMENTE ESPECIALIZADOS
INECOL

CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

RWE



Coordinador General
Dr. Rafael Villegas Patraca

Coordinador Técnico de Proyecto
M. en C. Alexandro Medina Chena

Participantes
Dr. Daniel Aguirre Fey
Geógr. César Augusto Gallo Gómez
I.I. Laura Alejandra Barradas Sánchez
Biól. Luis Lagunes Galindo
I.Q. Marga Lorena Sagrero Uscanga
M. en C. Samuel Macías Sánchez
Biól. Rodolfo López Polanco
Geógr. Oswaldo Trinidad Hernández
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

Cartografía
Geóg. César Augusto Gallo Gómez

Coordinación en administración y seguimiento contractual
L.N.I. Mariana Morales Alarcón

Diseño y edición grafico
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

CONTENIDO

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional 3
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 7
VI.1.1 INSTALACIÓN Y USO DE DISUASORES 30
VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 31
VI.2.1 PROGRAMAS ESPECÍFICOS PARA EL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 32
Programa de vigilancia ambiental (Supervisión) 32
Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre 33
Programa de conservación de suelos 34
Programa de protección y conservación de la vegetación 35
Programa de manejo integral de residuos 36
VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO) 37
VI.3.1 FICHAS DE SEGUIMIENTO, CONTROL Y MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN 39
VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS 62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. *Medidas propuestas para los impactos al factor aire.* 8
Cuadro 2. *Medidas propuestas para los impactos al factor geoforma.* 11
Cuadro 3. *Medidas propuestas para los impactos al factor suelo.* 12
Cuadro 4. *Medidas propuestas para los impactos al factor agua.* 15
Cuadro 5. *Medidas propuestas para los impactos al factor flora.* 18
Cuadro 6. *Medidas propuestas para los impactos al factor fauna.* 19
Cuadro 7. *Medidas propuestas para los impactos al factor economía y población.* 26
Cuadro 8. *Medidas propuestas para los impactos al factor paisaje* 28
Cuadro 9. *Fichas de seguimiento para la calidad ambiental.* 40

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. *Jerarquía de las medidas de prevención y mitigación (modificado de Rajvanshi, 2008).* 3
Figura 2. *Enfoque para la mitigación de los impactos (modificado de Rajvanshi, A.2008).* 6
Figura 3. *Diseño del dispositivo anticolisión denominado "BIRD-FLIGHTTM Diverter".* 31

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Los principios básicos de la evaluación de impacto ambiental sugieren que la mitigación y compensación deben ser consideradas mediante una jerarquía, que consiste en evitar los impactos cuando sea posible, reducir al mínimo los impactos restantes y la compensación de los impactos inevitables (*Figura 1*).

Algunas de las medidas de prevención y mitigación se considerarán desde las etapas de planeación y diseño, otras, sin embargo, deberán ser aplicadas durante las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto, siendo el Promovente responsable de la calidad ambiental del sitio al término de la obra y durante la operación. Ante ello deberá vigilar la correcta instrumentación y aplicación de las medidas de prevención, mitigación, rehabilitación, mejoramiento y compensación propuestas en este apartado para mantener la calidad ambiental existente y minimizar las posibles afectaciones al medio ambiente derivadas de la instalación del proyecto.

En cuanto a la etapa de abandono, se realizarán las medidas pertinentes aquí propuestas, sin embargo, dado que éste procederá 30 años tras el inicio de operaciones del proyecto (con posibilidad de ampliar la vida útil) deberán reajustarse las medidas necesarias para el mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura construida.

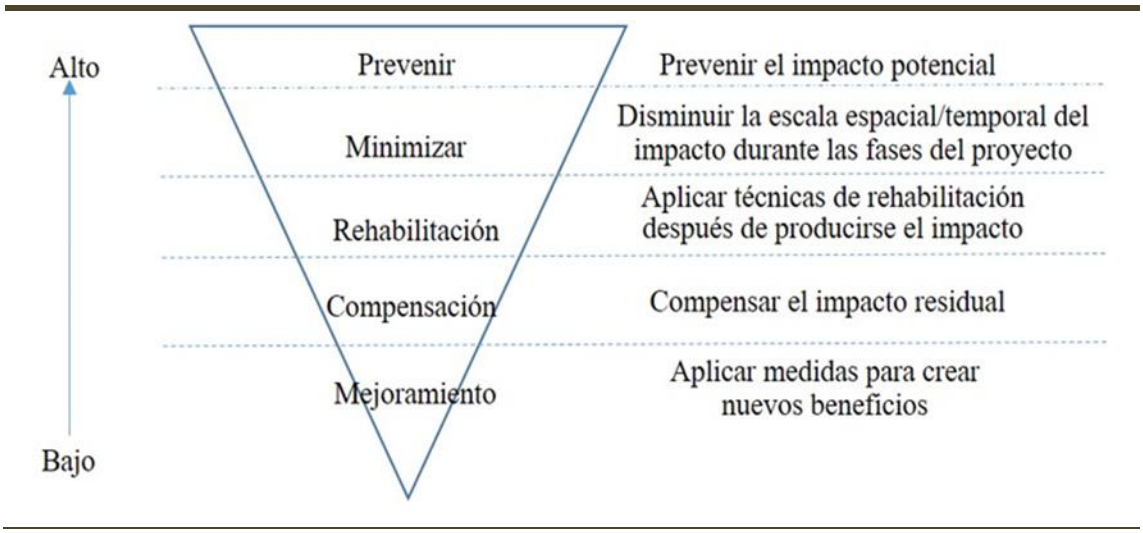


Figura 1. Jerarquía de las medidas de prevención y mitigación (modificado de Rajvanshi, 2008).

Ya que las medidas de mitigación pueden ser aplicadas en diferentes circunstancias bajo sus diferentes enfoques, méritos relativos y resultados, en el esquema, se presentan los enfoques para la mitigación

de impactos a considerar de acuerdo con la naturaleza del proyecto y los aspectos relacionados (Rajvanshi, A.2008) (*Figura 2*).

El enfoque para la mitigación de impactos se centra en la aplicación de medidas que minimicen los efectos adversos de proyectos de desarrollo sobre el medio ambiente y los sistemas ecológicos. Es integral y estructurado, diseñado para ser implementado de manera planificada y sistemática en las diferentes etapas del ciclo de vida de un proyecto, sus principios fundamentales son:

1. Jerarquía de Mitigación

Este enfoque sigue la jerarquía de evitar, minimizar, restaurar y compensar:

- Evitar: Prioriza evitar impactos ambientales desde la planificación del proyecto, ya sea seleccionando sitios adecuados o modificando diseños.
- Minimizar: Reduce los impactos inevitables mediante ajustes en las operaciones del proyecto.
- Restaurar: Repara los daños ambientales en áreas afectadas, devolviéndolas a su estado original o similar.
- Compensar: Implementa medidas de compensación, como la restauración de hábitats equivalentes, cuando el daño es irreversible.

2. Integración Temprana en el Proceso de Desarrollo

La mitigación debe ser parte integral desde las etapas iniciales de planificación, diseño y ejecución del proyecto, en lugar de implementarse como una medida reactiva.

3. Enfoque Basado en la Ciencia y los Datos

El enfoque enfatiza el uso de datos ambientales y socioeconómicos detallados para identificar impactos potenciales y diseñar medidas de mitigación efectivas y realistas.

4. Participación de las Partes Interesadas

Se destaca la importancia de involucrar a las comunidades locales, autoridades ambientales y expertos técnicos para asegurar que las medidas de mitigación sean aceptables y efectivas.

5. Monitoreo y Seguimiento

Las medidas de mitigación deben estar acompañadas de un sistema de monitoreo robusto para evaluar su eficacia y ajustar las estrategias según sea necesario.

6. Sostenibilidad y Equidad

El enfoque no solo busca proteger los ecosistemas, sino también promover el bienestar de las comunidades locales, asegurando que las medidas sean justas y sostenibles a largo plazo.

En proyectos energéticos como las centrales fotovoltaicas, se deben considerar medidas como la selección de sitios alejados de hábitats críticos, el control de escorrentías y la implementación de programas de restauración ecológica tras el desmantelamiento.

El diseño de las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales considera acciones que han sido satisfactorias en proyectos similares, tomando en cuenta aquellas fuentes de impacto dentro del área de influencia del proyecto, que son de observancia debido a la posibilidad de interactuar y generar impactos de tipo acumulativo y/o sinérgicos.

Para lograr el cumplimiento de las medidas que en este capítulo se proponen y mejorar el desempeño ambiental del proyecto, se desarrolló un Programa de Vigilancia Ambiental en donde se identifican las estrategias, programas y medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, reducir, eliminar y/o compensar los efectos adversos de los impactos.

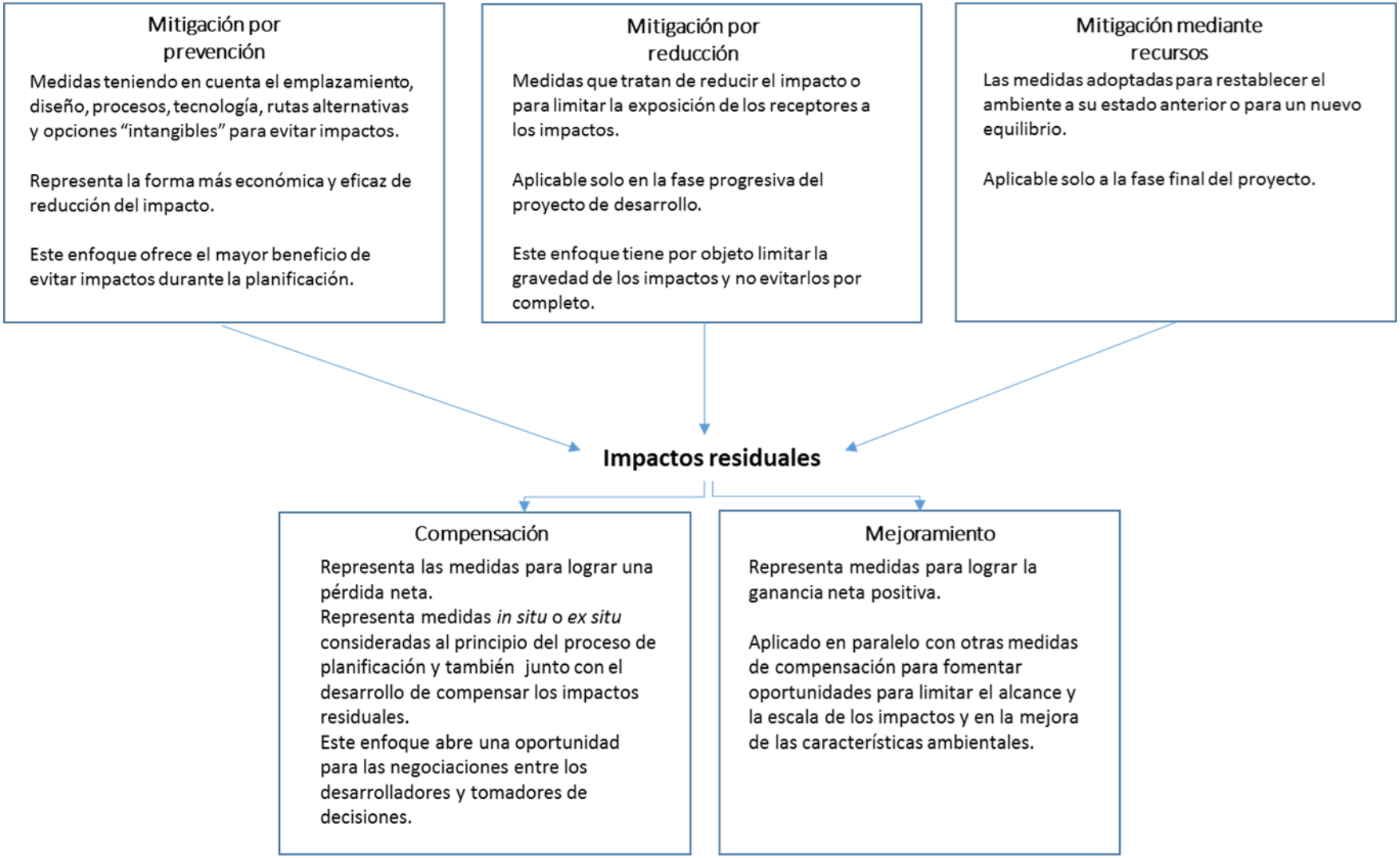


Figura 2. Enfoque para la mitigación de los impactos (modificado de Rajvanshi, A.2008).

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

A continuación, se presentan las medidas de mitigación por factor considerados dentro de la evaluación de impactos ambientales asociados al proyecto. Los factores son aire, geoforma, suelo, agua, flora, fauna, economía y población, paisaje. Cabe mencionar que cada cuadro analizado se encuentra dirigido a reducir la magnitud e intensidad de los impactos ambientales que se detectaron en cada factor ambiental y el seguimiento que se les dará se puede observar en las fichas de seguimiento para la ambiental.

Por otra parte, se plantean diferentes programas que permitirán reducir los impactos asociados al proyecto, algunos de ellos enfocados en estrategias como: conservación de suelos, rescate y reubicación de flora y fauna, monitoreos de fauna voladora y reforestación entre otros.

Cabe mencionar que las medidas a continuación propuestas, son acciones y estrategias que se han implementado en proyectos y áreas similares con lo que se espera que su eficacia se refleje en minimizar, anular o compensar los impactos surgidos por el desarrollo del proyecto. Además de lo anterior se consideran los programas que en apartados siguientes serán descritos y que atienden componentes o elementos particulares del ecosistema (*Cuadro 1*, *Cuadro 2*, *Cuadro 3*, *Cuadro 4*, *Cuadro 5*, *Cuadro 6*, *Cuadro 7*, *Cuadro 8*).

Cuadro 1. Medidas propuestas para los impactos al factor aire.

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: AIRE				
SUBFACTOR: CALIDAD DEL AIRE				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
1. Alteración de la calidad del aire por la generación de emisiones a la atmósfera (atm1)	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Compensar	Operación y Mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Disminuir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera por la operación de maquinaria en las actividades del proyecto.	• Se prohibirá la quema de residuos generados, para evitar la emisión de contaminantes atmosféricos. • Los camiones que transporten tierra o material que pueda dispersarse en el aire estarán obligados a transitar con lonas o bien a realizar el transporte del material húmedo con la finalidad de evitar dispersión de polvos. • Dar cumplimiento a la NOM-017-STPS-2008, otorgando al personal encargado de realizar las actividades del proyecto, el equipo de protección personal necesario, con la finalidad de protegerlos de los agentes del ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud. • La maquinaria y vehículos utilizados deben de estar, afinados y verificados, según corresponda, con esto se valida que se encuentran en buenas condiciones para su operación. • La maquinaria, vehículos y equipo contará con mantenimiento preventivo, manteniendo registros actualizados. El mantenimiento se realizará en talleres cercanos al frente de trabajo y no en el área del proyecto. • Se verificará cumplimiento con la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y la NOM-045-SEMARNAT-2005 para vehículos a diésel. • En caso de detectar maquinaria y vehículos generando humos o emisiones se solicitará al contratista el retiro de esta y la sustitución por otra en buenas condiciones. • Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: AIRE				
SUBFACTOR: CALIDAD DEL AIRE				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
2. Alteración de la calidad del aire por generación y dispersión de partículas suspendidas (atm2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de preparación del sitio, Construcción y Operación
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Evitar la generación de partículas por el movimiento de maquinaria y equipo en las actividades del proyecto.	• Los camiones que transporten tierra o material que pueda dispersarse en el aire estarán obligados a transitar con lonas o bien a realizar el transporte del material húmedo con la finalidad de evitar dispersión de polvos. • Los vehículos involucrados en actividades de preparación y construcción en el proyecto deberán conducirse dentro de la superficie del área del proyecto y principalmente en el derecho de vía a 25 Km/h para reducir la dispersión de material particulado • Dar cumplimiento a la NOM-017-STPS-2008, otorgando al personal encargado de realizar las actividades que generen material particulado, el equipo de protección personal necesario, con la finalidad de protegerlos de los agentes del ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud. • De ser técnicamente factible, se efectuará control de material particulado mediante riego periódico con agua tratada en el ÁREA DEL PROYECTO. El agua utilizada para el riego provendrá de pipas de agua tratada, por lo que se verificará que la calidad de agua utilizada cumpla con la normatividad en la materia, a fin de evitar contaminación y problemas de salud entre los trabajadores.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: AIRE				
SUBFACTOR: CALIDAD DEL AIRE				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
3. Incremento en los niveles acústicos derivado del uso de maquinaria, vehículos y personal de obras (atm3).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Durante las etapas de preparación del sitio, Construcción y Operación
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Prevención y mitigación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Evitar que la generación de ruido sobrepase lo establecido en la normatividad por la operación de maquinaria y equipo	• Se realizarán mantenimientos preventivos para el uso de maquinaria, vehículos y equipo manteniendo los registros actualizados, lo anterior con el objetivo de evitar que el mal funcionamiento de esta genere ruido, dicho mantenimiento se llevará a cabo fuera del área del proyecto. • Se dará cumplimiento a la NOM-011-STPS-2001, estableciendo los métodos de seguridad en ambientes laborales en donde se genere ruido, con la finalidad evitar efectos negativos a la salud de los trabajadores. Se concientizará y/o capacitará al personal en el uso de equipo de protección personal. • Los equipos de mayor emisión de ruido se utilizarán en horarios de actividad diurna preferentemente. • Los niveles de ruido generados cumplirán con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994. • Se cumplirá con la emisión de ruido de vehículos automotores conforme a la NOM-080-SEMARNAT-1994. Los equipos que generen un mayor nivel de ruido se utilizarán en horarios de actividad normal, evitando utilizarlo en horario nocturno.			

Cuadro 2. Medidas propuestas para los impactos al factor geoforma.

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: GEOFORMA				
SUBFACTOR: RELIEVE				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
4. Modificación de la estructura del relieve natural por acción del despalme y movimientos de tierra (Ge1).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	Preparación del sitio y Construcción
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y mitigación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Mantener y restaurar el relieve natural.	• Restringir las excavaciones y movimientos de tierra a exclusivamente dentro de aquellas zonas propuestas para la construcción. • Desarrollar y ejecutar un Programa de Conservación de Suelos para prevenir y mitigar riesgos y daños ecológicos potenciales. • Ajustar a la pendiente adecuada los taludes a crearse por las excavaciones y movimiento de tierras. • El proyecto contará con obras de drenaje para evitar interrumpir el drenaje natural del sitio.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: GEOFORMA				
SUBFACTOR: RELIEVE				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
5. Restitución del relieve natural (Ge2)	Mejorar	Desmantelamiento y abandono	Prevención y mitigación	Desmantelamiento y restauración
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Mantener y restaurar el relieve natural.	• Se deberá remover por completo las estructuras físicas utilizadas durante el proyecto, como edificios, caminos temporales, plataformas o cimientos. Este proceso asegura que no queden elementos artificiales que interfieran con el terreno natural, permitiendo que el área recupere su estado previo al proyecto.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: GEOFORMA				
SUBFACTOR: RELIEVE				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
	• Se deberá eliminar todos los residuos y materiales de construcción, incluyendo restos de concreto, plásticos, metales, y otros desechos sólidos. Este paso es esencial para evitar la contaminación del suelo y permitir que la vegetación y los procesos naturales del ecosistema se regeneren sin obstrucciones. • Llevar a cabo la restauración del terreno a su forma y características originales o similares, incluyendo la nivelación del suelo, la siembra de vegetación nativa, y la reintroducción de elementos naturales.			

Cuadro 3. Medidas propuestas para los impactos al factor suelo.

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO FACTOR: SUELO				
SUBFACTOR: EROSIÓN				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
6. Alteración de los procesos erosivos por el cambio de uso del suelo (Su1).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	En la etapa de preparación del sitio y construcción
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Evitar la erosión del suelo causada por factores ambientales y por el desarrollo de las actividades del proyecto. Evitar la modificación de las características físicas del suelo por la compactación producto del tránsito de maquinaria por el desarrollo de las actividades del proyecto.	• Realizar el acopio del suelo orgánico a través del despalme durante la etapa de preparación del sitio para estabilizar taludes, asimismo, los excedentes de dichos materiales se utilizarán para mejorar las condiciones naturales de los sitios cercanos a la zona del proyecto y fomentar el desarrollo de una cobertura vegetal herbácea. • Se implementará un programa de Conservación de Suelos con acciones de reforestación. • Se recomienda realizar el desmonte y despalme de manera paulatina o por frentes de trabajo considerando el avance de obras, con el propósito de evitar áreas de suelo desnudo sin acciones. • Se deberá hacer el acopio del suelo de despalme con la finalidad de evitar su dispersión o arrastre en el área del Proyecto; este deberá mantenerse en zonas seguras y con barreras que eviten su esparcimiento a causa del viento o lluvia.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: SUELO				
SUBFACTOR: EROSIÓN				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
	• Evitar el paso de maquinaria pesada por zonas en donde el suelo presente o se observe una fragilidad en cuanto a su estructura, para evitar deslizamientos o hundimientos.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO COMPONENTE: ABIÓTICO FACTOR: SUELO				
SUBFACTOR: CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS -CONTAMINACIÓN				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
7. Afectación al suelo por generación, manejo, almacenamiento y disposición inadecuada de los residuos sólidos, líquidos, urbanos, de manejo especial y peligrosos (Su2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y Mitigación	Etapa de preparación del sitio, construcción y operación.
	Minimizar	Construcción	Prevención y Mitigación	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Prevención y Mitigación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y Mitigación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Evitar la alteración del suelo por la mala disposición de los residuos generados en el desarrollo de las actividades del proyecto.	• La recarga de combustible de vehículos y maquinaria será preferentemente en estaciones de servicio destinadas para ello en los centros urbanos más cercanos. En caso de que se tenga que realizar la recarga de combustible de los vehículos in situ, se debe contar con vehículos que cuenten con personal, señalamientos y aditamentos, adecuados para el despacho de estos, así como para la atención de contingencias. La recarga preferentemente se deberá llevar a cabo en un sitio donde no se encuentre expuesto el suelo, se debe colocar una lona impermeable de un tamaño considerable a forma de que los vehículos queden dentro de dicha lona debajo de los automotores y/o maquinaria o cubrir la superficie con materiales absorbentes donde se realizará la recarga (o algún material que funcione como aislante entre el suelo y el combustible, de preferencia debe realizarse en un área que se encuentre cubierta con una plancha de concreto o pavimento., esto con el fin de evitar la contaminación al suelo.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: SUELO				
SUBFACTOR: CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS -CONTAMINACIÓN				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
	• El o los responsables del manejo de hidrocarburos y sus derivados, deberá instruir al personal de como transvasar, manipular y actuar en el manejo de dichas sustancias, ya sea de forma normal en los trabajos de mantenimiento de la maquinaria, así como en el caso de alguna emergencia. • El almacenamiento de sustancias que puedan llegar a derramarse debe realizarse en el almacén temporal de residuos peligrosos, en donde se puedan manipular con facilidad y seguridad. Todos los contenedores deben estar debidamente rotulados especificando su contenido, siguiendo lo que para el efecto señala la legislación en la materia. • El almacén temporal de residuos peligrosos contará con diques o charolas para retener posibles derrames, los cuales tendrán capacidad para al menos el volumen del contenedor de mayor tamaño que se colocará en ellos. • Los contenedores de residuos peligrosos deben ser recolectados periódicamente y trasladados a un almacén temporal, el cual debe estar delimitado y señalizado con letreros de formas y tamaños visibles. • Se deberá evitar el uso de herbicidas o cualquier sustancia química que afecte la vegetación en el proceso de desmonte. • No deben mezclarse los residuos urbanos con otro tipo de residuos tales como residuos de manejo especial o residuos peligrosos • Queda prohibido arrojar los residuos o abandonarlos en la vía pública, alcantarillado, lotes baldíos, cuerpos de agua superficiales, basureros clandestinos, áreas comunes, parques, así como hacer uso de contenedores utilizados anteriormente como receptores de residuos peligrosos. • Se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos para evitar la contaminación del suelo. • Se establecerá la limpieza periódica de los servicios de apoyo (baños portátiles) para evitar derrames. Se tendrá que contratar a una empresa especializada para la correcta disposición del agua residual proveniente de los baños portátiles. • En caso de presentarse un derrame, deberá implementarse un protocolo de atención para la remediación.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: SUELO				
SUBFACTOR: OCUPACIÓN DEL SUELO.				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
8. Alteración en los valores de tenencia de suelo (Su3).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	En la etapa de preparación del sitio y construcción
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Mantener en medida de lo posible la aptitud del uso del suelo en zonas libres del Proyecto, así como en áreas adyacentes permitir la realización de las actividades presentes.	• No interrumpir actividades adyacentes al área del Proyecto. • Permitir el uso de caminos existentes entre el área del Proyecto y áreas adyacentes. • Evitar el desplante de infraestructura o servicios ajenos al Proyecto que modifiquen el valor de las zonas adyacentes. • Mantener para la población local en medida de lo posible el uso de zonas con aprovechamiento recreativo o social adyacentes al Proyecto.			

Cuadro 4. Medidas propuestas para los impactos al factor agua.

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: AGUA				
SUBFACTOR: INFILTRACIÓN				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
9. Modificación del volumen de infiltración por el cambio de uso del suelo (Ag1).	Prevenir	Preparación del sitio	Mitigación y compensación	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, desmantelamiento y restauración.
	Minimizar	Construcción	Mitigación y compensación	
	Compensar	Desmantelamiento y restauración	Mitigación y compensación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Evitar la alteración del volumen de infiltración o su disminución.	• Se verificará que el apilamiento de material resultante del desmonte y el despalme sea temporal, para evitar la modificación de la topoforma y así dejar los sitios dónde se apile dicho material con su topoforma original y así evitar modificar los patrones de drenaje.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: AGUA				
SUBFACTOR: INFILTRACIÓN				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
	• Se consideran obras de drenaje necesarias para evitar la alteración del drenaje natural, con estas se permitirá evitar la modificación de los patrones de drenaje e infiltración. • Se implementará el programa de Reforestación como acción precursora de la conservación del suelo, la infiltración y a su vez para mejorarla, lo cual beneficiará el drenaje natural de la zona. • Se descompactará el suelo durante las actividades de reforestación con la finalidad de proporcionar el ambiente propicio, a corto plazo, para un mejor contacto entre la tierra vegetal y el terreno sobre el que se extiende; mejorando también la infiltración del agua. • Se realizará el triturado del desmonte con el suelo rescatado para facilitar su aireación. Estos materiales triturados procederán de los restos de la vegetación resultante de las actividades.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO FACTOR: AGUA SUBFACTOR: ESCORRENTÍA				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
10. Modificación de las escorrentías superficiales (Ag2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación.	Durante la preparación del sitio y construcción.
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación.	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Preservar la conectividad hidrológica de la región.	• Disposición de material de construcción y terracerías lejos de corrientes de agua identificadas en el área del proyecto. • Establecimiento de sistemas de retención de sedimentos producto de la etapa de preparación del sitio. • Diseño adecuado de obras de drenaje superficial. • Ejecución de actividades continuas de mantenimiento para el retiro de maleza, residuos sólidos y sedimentos, para asegurar el adecuado funcionamiento de las obras de drenaje. • El proyecto contará con obras de drenaje para evitar interrumpir el drenaje natural del sitio.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: AGUA				
SUBFACTOR: ESCORRENTÍA				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
11. Recuperación de las escorrentías e infiltración natural (Ag3).	Mejorar	Desmantelamiento y abandono	Prevención y mitigación	Desmantelamiento y restauración
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Preservar la conectividad hidrológica de la región.	• Realizar un estudio del terreno para identificar áreas afectadas por compactación, alteraciones topográficas o cambios en el drenaje natural. • Delimitar zonas prioritarias para restaurar la infiltración y las escorrentías. • Eliminar obstáculos artificiales que puedan interrumpir la escorrentía, como escombros, zanjas, o materiales de construcción. • Sembrar y plantar vegetación autóctona adecuada para las condiciones del suelo y el clima, priorizando especies que favorezcan la infiltración.			

Cuadro 5. Medidas propuestas para los impactos al factor flora.

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FLORA				
SUBFACTOR: COBERTURA VEGETAL				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
12. Pérdida de la cobertura vegetal por cambio de uso del suelo (F1).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención, Mitigación y Compensación	Durante la etapa de preparación del sito y desmantelamiento.
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Evitar afectaciones a la vegetación aledaña por el desarrollo de las actividades del proyecto. Rescatar y Reubicar las especies vegetales previo al desmonte.	• Se evitarán las afectaciones a la vegetación aledaña por el desarrollo de las actividades del proyecto. • Se delimitará el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades, con el objetivo de solo afectar los sitios destinados a la construcción y operación. El retiro de la vegetación (desmonte) se controlará conforme al avance de obra. • Se concientizará y/o capacitará a los trabajadores sobre la importancia del cuidado de la flora. • Se implementará el Programa de rescate y reubicación de flora el cual contendrá acciones específicas para el rescate y reubicación de especies de flora. • Identificar los sitios idóneos para el trasplante de las diferentes especies de flora, dentro de las áreas destinadas para este fin. • Realizar el acopio del suelo orgánico resultante del Cambio de Uso de Suelo durante la etapa de preparación del sitio, para usarse en las áreas a reforestar, para estabilizar taludes, asimismo, los excedentes de dichos materiales se utilizarán para mejorar las condiciones naturales de los bancos de materiales cercanos a la zona del proyecto y fomentar el desarrollo de una cobertura vegetal herbácea. • Se ejecutará el Programa de Reforestación. La reforestación se realizará en polígonos que se seleccionen para las actividades de reforestación terrenos en los que las condiciones que le rodean se hallan alteradas y cuyos criterios de selección están en función de la topografía del terreno y del lugar.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FLORA				
SUBFACTOR: ESPECIES SINGULARES				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
13. Interacción con especies singulares (F2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención, Mitigación y Compensación	Durante la etapa de preparación del sito.
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Mantener la estabilidad y la interacción con las especies	• Se delimitará el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades de preparación del sitio, con el objetivo de solo afectar los sitios destinados a la construcción y operación. El retiro de la vegetación (desmonte) se controlará conforme al avance de obra. • Quedará prohibido colectar, traficar o dañar a las especies de flora, especialmente si son endémicas o se encuentran en estatus de protección. Lo anterior aplica a todo el personal encargado del desarrollo de las actividades. La empresa contratista se encargará de supervisar esto. • Se concientizará y/o capacitará a los trabajadores sobre la importancia del cuidado de la flora. • Se implementará el programa de rescate y reubicación de flora el cual contendrá acciones específicas para el rescate y reubicación de especies de flora.			

Cuadro 6. Medidas propuestas para los impactos al factor fauna.

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FAUNA				
SUBFACTOR: ESPECIES Y POBLACIONES TERRESTRES				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
14. Afectación a especies y/o poblaciones terrestres de fauna silvestre por uso de maquinaria y presencia de personal (Fa1).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y Mitigación	Durante la etapa de Preparación del sitio, construcción y operación, desmantelamiento.
	Minimizar	Construcción	Prevención y Mitigación	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Prevención y Mitigación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y Mitigación, compensación	

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FAUNA				
SUBFACTOR: ESPECIES Y POBLACIONES TERRESTRES				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Evitar el atropellamiento y pérdida de fauna silvestre por el tránsito de vehículos y maquinaria por el desarrollo de las actividades del proyecto.	• Se ejecutará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre, previo a la etapa de preparación del sitio, con énfasis en individuos de especies protegidas bajo alguna categoría de protección, ya sea por instrumentos mexicanos como la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas especies de importancia ecológica o con algún valor comercial o cultural. • Las actividades de desmonte se llevarán a cabo después de las actividades de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre que estarán contenidas en el previo al inicio de las actividades de preparación del sitio con el fin de permitir el desplazamiento de fauna silvestre. • Contar con señalización de reducción de velocidad. Se establecerá un límite de velocidad máxima (25 Km/h) para evitar la mortalidad de la fauna terrestre por atropellamiento, principalmente en el área de influencia del proyecto. • Ahuyentar dentro del área del Proyecto, a especies de aves, mamíferos voladores y mamíferos medianos y grandes, mediante técnicas de amedrentamiento, con la finalidad de ahuyentar la fauna silvestre y evitar cualquier tipo de afectación, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar a la que se encuentra en el área que comprende el Proyecto. El Ahuyentamiento y rescate debe ser dirigido y realizado por profesionales especializados, los cuales debe tener conocimiento de las técnicas visuales y auditivas de identificación taxonómica y de las especies presentes en el área de estudio. • Verificar que los sitios de reubicación presenten las condiciones ambientales equivalentes a las del área donde fueron rescatados y realizar las liberaciones de fauna silvestre evitando en la medida de lo posible una sobrecarga en el nuevo sitio. • Se prohibirán las actividades de caza, colecta, tráfico de especies y/o cualquier otra actividad que perjudique de manera directa a las especies de fauna silvestre de la zona. Así como todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de la Ley General de Vida Silvestre. Lo anterior aplica a todo el personal encargado del desarrollo de las actividades. La empresa contratista se encargará de supervisar esto. • Con el fin de evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal que sea contratado durante el desarrollo del proyecto sobre las poblaciones de fauna silvestre, especialmente aquellas enlistadas en algún estatus de protección legal por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se colocarán en la obra carteles de información, en los que se			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FAUNA				
SUBFACTOR: ESPECIES Y POBLACIONES TERRESTRES				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
	enfatizará la obligación de todo el personal de evitar daños a la fauna silvestre. Además, de capacitar a los trabajadores mediante acciones de educación Ambiental con el fin de proteger a las poblaciones de flora y fauna silvestre.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FAUNA				
SUBFACTOR: FAUNA VOLADORA				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
15. Afectación de individuos o poblaciones de fauna voladora por la operación de los paneles solares (Fa2).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención, mitigación.	Durante la etapa de preparación del sitio, construcción y operación
	Minimizar	Construcción	Prevención, mitigación.	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Prevención, mitigación.	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Compensación.	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Evitar la colisión de fauna silvestre por el tránsito de vehículos y maquinaria, así como por la estructura asociada para el desarrollo de las actividades del proyecto y su operación.	• Se ejecutará el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, previo a la etapa de preparación del sitio, con énfasis en individuos de especies protegidas bajo alguna categoría de protección, ya sea por instrumentos mexicanos como la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas especies de importancia ecológica o con algún valor comercial o cultural. • Señalización de reducción de velocidad. Se establecerá un límite de velocidad máxima (25 Km/h) para evitar la mortalidad de la fauna terrestre por atropellamiento, principalmente en el área de influencia del proyecto. • Rescate de fauna silvestre con estatus de protección listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de hábitos subterráneos o de lento desplazamiento dentro del Derecho de vía. • Ahuyentar dentro del área del Proyecto, a especies de aves, mamíferos voladores y mamíferos medianos y grandes, mediante técnicas de amedrentamiento, con la finalidad de ahuyentar la fauna silvestre y evitar cualquier tipo de afectación, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar a la que se encuentra en el área que			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FAUNA				
SUBFACTOR: FAUNA VOLADORA				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
	comprende el Proyecto. El ahuyentamiento y rescate debe ser dirigido y realizado por profesionales especializados, los cuales debe tener conocimiento de las técnicas visuales y auditivas de identificación taxonómica y de las especies presentes en el área de estudio. • Se recomienda el uso de Disuasores para la línea de evacuación eléctrica. • Mantener los alrededores de los paneles limpios; en caso de que el área sea recubierta con tierra o grava, mantenerla sin vegetación alta para evitar que sea refugio de presas de las aves rapaces. En el área de maniobras deben mantenerse libres de carroña. • Durante la etapa de operación, cuando se detecte la presencia de carroña, esta se debe tapar con cal y posteriormente remover del sitio para evitar que las aves intenten bajar a alimentarse y puedan ponerse en riesgo. • Registrar sistemáticamente (generando la evidencia mediante fotografías, fecha y georreferencia), la presencia de aves u otro grupo de fauna muertos para describir patrones espaciales y temporales de colisiones que permitan detectar zonas de alto riesgo para estos grupos de vertebrados dentro del parque. La búsqueda de cadáveres se debe extender al derecho de vía y áreas de mantenimiento de los puntos de apoyo de la línea de enlace y retirarlos con la finalidad de reducir riesgos de colisión de las especies de aves carroñeras.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FAUNA				
SUBFACTOR: ESPECIES SINGULARES				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
16. Afectación de especies singulares por atropellamiento y colisión (Fa3).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y Mitigación	Durante la etapa de Preparación del sitio, construcción y operación
	Minimizar	Construcción	Prevención y Mitigación	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Prevención y Mitigación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Prevención y Mitigación	Desmantelamiento y restauración

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FAUNA				
SUBFACTOR: ESPECIES SINGULARES				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Evitar cualquier tipo de afectación de individuos de especies de fauna silvestre en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de lento desplazamiento y de especies consideradas de importancia por la población.	• Se ejecutará el programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre, previo a la etapa de preparación del sitio, con énfasis en individuos de especies protegidas bajo alguna categoría de protección, ya sea por instrumentos mexicanos como la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas especies de importancia ecológica o con algún valor comercial o cultural. • Señalización de reducción de velocidad. Se establecerá un límite de velocidad máxima (25 Km/h) para evitar la mortalidad de la fauna terrestre por atropellamiento, principalmente en el área de influencia del proyecto. • Rescate de fauna silvestre con estatus de protección listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de hábitos subterráneos o de lento desplazamiento. • Ahuyentar dentro del área del Proyecto, a especies de aves, mamíferos voladores y mamíferos medianos y grandes, mediante técnicas de amedrentamiento, con la finalidad de ahuyentar la fauna silvestre y evitar cualquier tipo de afectación, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar a la que se encuentra en el área que comprende el Proyecto. • Se prohibirán las actividades de caza, colecta, tráfico de especies y/o cualquier otra actividad que perjudique de manera directa a las especies de fauna silvestre de la zona. Así como todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de la Ley General de Vida Silvestre. Lo anterior aplica a todo el personal encargado del desarrollo de las actividades. La empresa contratista se encargará de supervisar esto. • Con el fin de evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal que sea contratado durante el desarrollo del proyecto sobre las poblaciones de fauna silvestre, especialmente aquellas enlistadas en algún estatus de protección legal por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se colocarán en la obra carteles de información, en los que se enfatizará la obligación de todo el personal de evitar daños a la fauna silvestre. Además, de capacitar a los trabajadores mediante acciones de educación Ambiental con el fin de proteger a las poblaciones de flora y fauna silvestre. • Se ejecutará un Programa de Monitoreo de fauna silvestre en particular para el grupo de avifauna y especies bajo alguna categoría de protección o estatus migratorio. • Se recomienda el uso de Disuasores para la línea de evacuación eléctrica. • Durante la etapa de operación, cuando se detecte la presencia de carroña, esta se debe tapar con cal y posteriormente remover del sitio para evitar que las aves intenten bajar a alimentarse y puedan ponerse en riesgo.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FAUNA				
SUBFACTOR: ESPECIES SINGULARES				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
	• Registrar sistemáticamente (generando la evidencia mediante fotografías, fecha y georreferencia), la presencia de aves y otro grupo de fauna muertos para describir patrones espaciales y temporales de colisiones que permitan detectar zonas de alto riesgo para estos grupos de vertebrados dentro. La búsqueda de cadáveres se debe extender al derecho de vía y áreas de mantenimiento de los puntos de apoyo de la línea de enlace y retirarlos con la finalidad de reducir riesgos de colisión de las especies de aves carroñeras.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FAUNA				
SUBFACTOR: HÁBITAT FAUNÍSTICO				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
17. Pérdida y fragmentación del hábitat por cambio de uso del suelo (Fa4).	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y Mitigación	Durante la etapa de Preparación del sitio, construcción y operación
	Minimizar	Construcción	Prevención y Mitigación	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Prevención y Mitigación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Compensación	Desmantelamiento y restauración
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Evitar la disminución de hábitat mediante acciones de reforestación y manteniendo la conectividad de los ecosistemas mediante la revegetación.	• Se deberá cumplir con el desmonte únicamente en áreas autorizadas y que indica el plano de obras. • Establecer señalética restrictiva en el área de proyecto para evitar la invasión de otras áreas. • Se deberá ejecutar el Programa de rescate y reubicación de flora • Se implementará el programa de Reforestación, como medida de compensación por el cambio de uso de suelo. • Se deberá considerar el paso de la fauna silvestre a través del enmallado perimetral, con la implementación de pasos de fauna en puntos estratégicos.			

SUBSISTEMA: MEDIO FÍSICO				
COMPONENTE: ABIÓTICO				
FACTOR: FAUNA				
SUBFACTOR: HÁBITAT FAUNÍSTICO				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
18. Restitución de los servicios ambientales del hábitat (Fa5).	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Compensación	Desmantelamiento y restauración
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Evitar la disminución de hábitat mediante acciones de reforestación y manteniendo la conectividad de los ecosistemas mediante la revegetación.	• Realizar un diagnóstico ambiental para identificar los servicios ecosistémicos afectados (como regulación hídrica, control de erosión, provisión de hábitat, etc.). • Priorizar los servicios a restaurar según la importancia para la biodiversidad local y las comunidades humanas. • Fomentar el establecimiento de especies autóctonas para recuperar el equilibrio ecológico. • Instalar refugios, como cajas nido o troncos huecos, para especies clave mientras se restablece el hábitat natural. • Introducir estructuras para promover la anidación y refugio de fauna silvestre. • Establecer barreras vivas o cercas vegetales que refuercen los límites del área restaurada.			

Cuadro 7. Medidas propuestas para los impactos al factor economía y población.

SUBSISTEMA: MEDIO SOCIAL				
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO				
FACTOR: ECONOMÍA Y POBLACIÓN				
SUBFACTOR: NIVEL DE EMPLEO				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
19. Generación de empleos por el desarrollo y operación del proyecto (Soc1)	Prevenir	Preparación del sitio	Mitigación	Durante la etapa de preparación del sitio Construcción, operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Mitigación	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Mitigación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Mitigación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Proveer de empleo a la población de las localidades cercanas al proyecto.	**Preparación del sitio y Construcción y Operación** • La mano de obra durante esta etapa deberá considerarse en su mayoría proveniente de las localidades cercanas al proyecto y principalmente del municipio. • La promovente deberá otorgar prioridad al abastecimiento de servicios como alimentación, hospedaje, recreación, dentro de las poblaciones en la región.			

SUBSISTEMA: MEDIO SOCIAL COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO				
FACTOR: ECONOMÍA Y POBLACIÓN				
SUBFACTOR: DERRAMA ECONÓMICA				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
20. Derrama económica (soc2)	Prevenir	Preparación del sitio	Mitigación	Construcción, operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Mitigación	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Mitigación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Mitigación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			

SUBSISTEMA: MEDIO SOCIAL				
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO				
FACTOR: ECONOMÍA Y POBLACIÓN				
SUBFACTOR: DERRAMA ECONÓMICA				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
Proveer de empleo a la población de las localidades cercanas al proyecto.	**Preparación del sitio y Construcción y Operación** • La mano de obra durante esta etapa deberá considerarse en su mayoría proveniente de las localidades cercanas al proyecto y principalmente del municipio. • La promovente deberá otorgar prioridad al abastecimiento de servicios como alimentación, hospedaje, recreación, dentro de las poblaciones en la región.			

SUBSISTEMA: MEDIO SOCIAL				
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO				
FACTOR: ECONOMÍA Y POBLACIÓN				
SUBFACTOR: INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
21. Desarrollo de infraestructura y servicios (Soc3)	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención y mitigación.	Durante la etapa de preparación del sitio, construcción y operación.
	Minimizar	Construcción	Prevención y mitigación.	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Prevención y mitigación.	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	mitigación.	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Favorecer los desplazamientos y accesos en las áreas colindantes al proyecto. Establecer oportunidades de servicios y bienes a la población local.	**Preparación del sitio y Construcción y Operación** • La mano de obra durante esta etapa deberá considerarse en su mayoría proveniente de las localidades cercanas al proyecto y principalmente del municipio. • La promovente deberá otorgar prioridad al abastecimiento de servicios como alimentación, hospedaje, recreación, dentro de las poblaciones en la región. • Mejorar los accesos a zonas colindantes al proyecto para el uso de la población local. • Realizar los mantenimientos preventivos y correctivos a los caminos de uso común.			

Cuadro 8. Medidas propuestas para los impactos al factor paisaje

SUBSISTEMA: MEDIO SOCIAL				
COMPONENTE: PERCEPTUAL				
FACTOR: PAISAJE				
SUBFACTOR: CALIDAD ESCÉNICA				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
22. Modificación de la calidad paisajística por la intervención de componentes ajenos (Pa1)	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención, mitigación y compensación	Durante la etapa de preparación del sitio Construcción, operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención, mitigación y compensación	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Prevención, mitigación y compensación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Prevención, mitigación y compensación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Mitigar los cambios en la calidad escénica por la ejecución del proyecto y por la remoción de vegetación.	**Preparación del sitio y Construcción y Operación** • Se respetarán las áreas determinadas para el cambio de uso de suelo, para evitar sobrepasar dichas áreas y evitar el cambio del paisaje en áreas no previstas • Se seguirá el Programa de Manejo Integral de Residuos para evitar el almacenamiento de residuos en las estaciones y causar una alteración negativa al paisaje • Los tiempos de construcción serán respetados, evitando con ello la permanencia de la maquinaria y equipo. • Al finalizar la etapa de construcción se deberá realizar una limpieza general de todo el predio del Proyecto. • Se ejecutará un Programa de Reforestación. • Establecer áreas verdes, en las inmediaciones de las instalaciones técnico-administrativas para minimizar en lo posible el efecto visual.			

SUBSISTEMA: MEDIO SOCIAL				
COMPONENTE: PERCEPTUAL				
FACTOR: PAISAJE				
SUBFACTOR: CALIDAD ESCÉNICA				
IMPACTOS IDENTIFICADOS	**JERARQUIZACIÓN DEL IMPACTO**	**ETAPA DEL PROYECTO EN QUE SUCEDE EL IMPACTO**	**TIPO DE MEDIDA**	**TEMPORALIDAD**
23. Modificación de la fragilidad visual del paisaje por el desplante de paneles, estructuras y línea eléctrica (Pa2)	Prevenir	Preparación del sitio	Prevención, mitigación y compensación	Construcción, operación y mantenimiento
	Minimizar	Construcción	Prevención, mitigación y compensación	
	Compensar	Operación y mantenimiento	Prevención, mitigación y compensación	
	Mejorar	Desmantelamiento y restauración	Prevención, mitigación y compensación	
OBJETIVOS:	**MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:**			
Mitigar los cambios en la calidad escénica por la ejecución del proyecto y por la remoción de vegetación.	**Preparación del sitio y Construcción y Operación** • Se respetarán las áreas determinadas para el cambio de uso de suelo, para evitar sobrepasar dichas áreas y evitar el cambio del paisaje en áreas no previstas. • Se seguirá el Programa de Manejo Integral de Residuos para evitar el almacenamiento de residuos en las estaciones y causar una alteración negativa al paisaje. • Los tiempos de construcción serán respetados, evitando con ello la permanencia de la maquinaria y equipo. • Al finalizar la etapa de construcción se deberá realizar una limpieza general de todo el predio del Proyecto. • Se ejecutará un Programa de Reforestación. • Establecer áreas verdes, en las inmediaciones de las instalaciones técnico-administrativas para minimizar en lo posible el efecto visual.			

VI.1.1 INSTALACIÓN Y USO DE DISUASORES

En lo que refiere a los impactos ambientales negativos dentro de los parques solares se ha mencionado el tema de las colisiones de la fauna voladora (aves y murciélagos) asociado a las líneas de transmisión eléctrica (LTE) que pueden generar incidencias por colisión y/o electrocución a la fauna voladora.

La mayor proporción de incidencias suceden contra el cable de guarda, debido a que es menos grueso que los demás y por ello menos visible. Es por ello por lo que se han desarrollado dispositivos de marcaje del cableado que mejoren la visibilidad de la fauna voladora (específicamente aves) buscando que esta se mantenga alejada de dicho cableado de tensión eléctrica y con ello disminuir las tazas de mortalidad por colisión y/o electrocución (Bernardino *et al*., 2019).

Ante esta problemática, una de las medidas de acción ante este impacto del Proyecto, se recomienda la instalación de alguno de los dos tipos de dispositivos disuasores que se presentan:

- Los espirales espantapájaros (Bird-Flight Diverter), específicamente de color naranja. Si bien, esta coloración resulta más efectiva que la amarilla, es importante tener en cuenta que, comparativamente, ambas resultan menos efectivas que los flapper flight (Ferrer *et al*., 2020).

OBJETIVO

Disminuir la tasa de colisión y/o electrocución de aves mediante la instalación de dispositivos anticolisión distribuidos en la Línea de transmisión adyacente al Proyecto.

DISPOSITIVOS ANTICOLISIÓN

Espirales espantapájaros (BIRD-FLIGHTTM DIVERTER)

Su diseño consiste en una varilla de PVC con forma helicolidal y está destinado a aumentar la visibilidad de la LTE y evitar así el choque por parte de las aves durante su vuelo. Presentan una gran efectividad ya que se reporta una disminución entre el 81% y 95% en la mortalidad de aves por colisiones (Janss y Ferrer, 1998; Hurst, 2004; Red Eléctrica de España, 2005; Frost, 2008) (*Figura 3*).

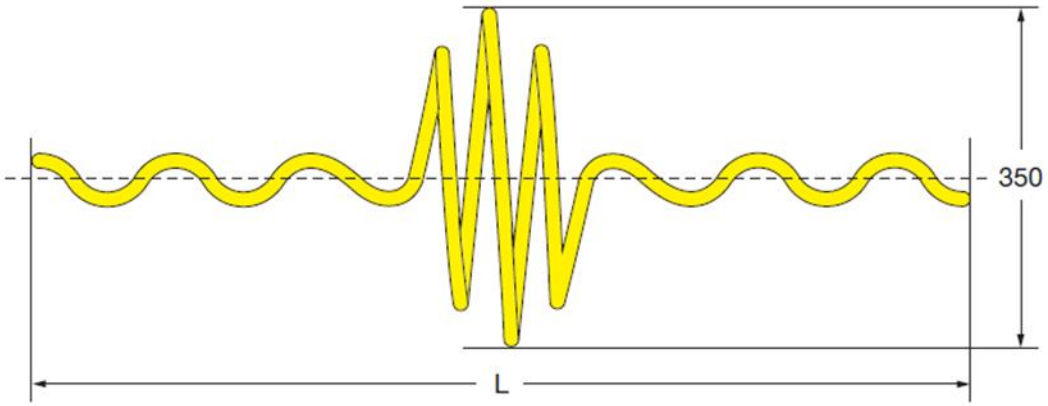


Figura 3. Diseño del dispositivo anticolisión denominado "BIRD-FLIGHTTM Diverter".

APRESA (2018) lista las siguientes características para este modelo:

En cuanto a su instalación, en líneas de baja y media tensión (hasta 40 Kv), al no haber cable de tierra, se deberán instalar sobre el conductor. En líneas de transporte, donde los conductores son mayores y por tanto más visibles, se deberán instalar sobre el cable de tierra.

- No deberán instalarse sobre el conductor de fase para tensiones superiores a 115 Kv.
- Se recomienda emplear el color rojo o naranja.
- Deberán tener una separación mínima de 8 metros y una máxima de 15 metros.

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental, permitirá tener el control y seguimiento de lo establecido en las medidas de mitigación; en este programa se establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación contenidas en la presente MIA-R.

ANTECEDENTES

Como parte del Proyecto se propone el presente Programa de Vigilancia Ambiental para ser presentado para su consideración a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) como parte del procedimiento de evaluación del proyecto.

De manera adicional, se reportará de forma periódica a la SEMARNAT y la PROFEPA, el cumplimiento de los Términos y Condicionantes que en su momento determine la autoridad.

Cabe mencionar que cada empresa contratista durante cada etapa del proyecto estará supervisada por personal a la que se le asigne el seguimiento de los programas ambientales.

Además de las obligaciones contenidas en las regulaciones ambientales de carácter general, el Proyecto estará sujeto al cumplimiento de los términos y condiciones establecidos en los siguientes documentos: MIA-R, así como, en la resolución de este que en su momento determine la propia SEMARNAT.

El Programa de Vigilancia Ambiental consigna las acciones que se tomarán para cumplir con estos requisitos específicos. A este documento se le irán agregando las obligaciones que se pudieran derivar de otros permisos, resoluciones y autorizaciones que requiera el proyecto para asegurar su cabal cumplimiento y una gestión eficiente de estos documentos.

VI.2.1 PROGRAMAS ESPECÍFICOS PARA EL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (SUPERVISIÓN)

Objetivos

- Vigilar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento,
- Supervisar las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto propuestas en la MIA-R del; y,
- Vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos en el trazo propuesto, así como en las áreas adyacentes a éste.

Metas y alcances

- Cumplimiento de obligaciones ambientales.
- Implementar las medidas de prevención, control y mitigación propuestas en la MIA-R del Proyecto, así como las ordenadas en el resolutivo de este.
- Presentar los informes de cumplimiento en tiempo y forma, de los términos y condiciones de la Autorización.
- Someter a consideración de la autoridad correspondiente, las eventuales modificaciones que pudiera presentar el Proyecto.
- Atender, en caso de presentarse cualquier contingencia ambiental y adoptar las medidas de remediación más eficientes para la solución de esta.
- Mantener en las instalaciones del Proyecto un archivo que contenga todos los estudios y autorizaciones referentes a la materia ambiental.
- Gestionar todo tipo de autorizaciones y permisos que el proyecto requiera en materia ambiental.

Acciones

- Implementar un instrumento técnico-científico práctico e integral, que asegure la aplicación de las medidas de manejo de impactos ambientales identificados de manera que se reduzcan al mínimo los efectos negativos que el proyecto pudiera tener sobre el ambiente.
- Implementar un instrumento que integre y supervise el cumplimiento de todas y cada una de las medidas de manejo de impactos comprometidas en la presente MIA-R, a fin de que en cada una de las etapas de implementación del proyecto se asegure su implementación y monitoreo.
- Mantener en las instalaciones del Proyecto un archivo que contenga todos los estudios y autorizaciones referentes a la materia ambiental.
- Observar la normatividad aplicable en el desarrollo de las actividades del proyecto.
- Fomentar e implementar, el uso de buenas prácticas ambientales que garanticen el menor impacto ambiental posible durante la preparación, construcción y operación del proyecto.
- Posibilitar dentro de un marco operativo específico, la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.
- A través de la coordinación interinstitucional se llevarán cabo diversas acciones en favor del ambiente, para el desarrollo sustentable de la región.

PROGRAMA DE RESCATE Y AHUYENTAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE

El objetivo propuesto para el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre del proyecto es disminuir y mitigar los posibles accidentes que puedan dañar a la fauna nativa por las acciones constructivas del proyecto, rescatando en buen estado de salud a todos los individuos que aparezcan dentro del área del proyecto, y reubicarlos en los sitios adecuados para que sigan con su desarrollo natural. Asegurando la supervivencia de las poblaciones de especies de vertebrados silvestres en el área del proyecto mediante acciones concretas y eficaces de rescate.

Objetivos

- Capturar con las técnicas y materiales adecuados a todos los individuos faunísticos susceptibles de rescate que se encuentren dentro del área del proyecto.
- Salvaguardar la integridad física de todos los organismos rescatados desde el momento de su captura hasta la liberación de estos.
- Reubicar los organismos capturados en un ambiente adecuado a las necesidades biológicas de cada especie que permitan su supervivencia y desarrollo.

- Ahuyentar con el material adecuado a las especies que por su gran talla y/o alta movilidad se dificulte la captura y el ahuyentamiento sea una mejor opción.
- Lograr mediante acciones de educación ambiental y capacitación al personal, una concientización positiva y generación de respeto hacia la fauna silvestre presente en el área del proyecto.
- Implementar un programa de señalización (letreros restrictivos) para la protección de las especies presentes en los sitios del proyecto, así como de la fauna migratoria que pueda utilizar el área.

Alcance

De acuerdo con los objetivos planteados anteriormente, el alcance del programa consiste en el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre presente en el área del proyecto de acuerdo con la información bibliográfica revisada y tomando en consideración los resultados del muestreo realizado para el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA). El programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies de fauna silvestre (herpetofauna y mamíferos no voladores) será aplicado a la totalidad de las áreas donde se desarrollará el proyecto y las obras asociadas al mismo.

Metas

Se espera ahuyentar o reubicar la totalidad de individuos avistados o capturados durante las actividades de preparación, construcción y operación del proyecto. Por ello, deberá alcanzarse el 100% de sobrevivencia de los organismos, desde el momento de su captura en el sitio de rescate hasta su liberación en los sitios de reubicación, minimizando el estrés generado en éstos mediante las técnicas de manejo adecuadas acortando el tiempo de captura y traslado al sitio de rescate en medida de lo posible.

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

Establecer las estrategias de conservación de suelos en el área del proyecto.

Objetivos

- Evaluar los patrones de erosión predominantes en el área del proyecto.
- Determinar las áreas con mayor riesgo de erosión dentro del área de proyecto, y los sitios más adecuados para la implementación de las acciones de conservación del suelo.
- Establecer las acciones y medidas para conservar el suelo y disminuir el riesgo de erosión dentro del área del proyecto.
- Desarrollar una estrategia para evaluar la efectividad de las acciones aplicadas.

Metas

- Contar con una línea base acerca de los patrones de erosión locales y de los riesgos de erosión producidos por la construcción y operación del proyecto.
- Proponer estrategias para la conservación del suelo en las inmediaciones del proyecto.
- Desarrollar acciones y estrategias de conservación del suelo acordes a las condiciones locales, que permitan disminuir la erosión y evitar la pérdida de suelo y al mismo tiempo proteger la infraestructura del proyecto.
- Identificar áreas para implementar las acciones de conservación del suelo.
- Establecer mecanismos de verificación de la eficiencia de las actividades implementadas.

PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Mitigar las afectaciones a las poblaciones silvestres de flora en el área del proyecto con énfasis en las especies vulnerables (con algún estatus de conservación), y aquellas con importancia ecológica, preservando la diversidad biológica y genética y manteniendo la funcionalidad del ecosistema. Se propone lograr este objetivo por medio del enriquecimiento, a través de la revegetación de sitios degradados que correspondan a los tipos de vegetación afectados por el proyecto.

Objetivos

- Seleccionar un grupo de especies susceptibles de ser rescatadas y reubicadas de acuerdo con su rareza, importancia ecológica o que estén incluidas en listados de especies prioritarias (NOM-059, CITES, UICN), así como seleccionar los sitios adecuados en donde puedan reubicarse.
- Realizar un censo de las especies susceptibles de ser rescatadas y reubicadas.
- Especificar las técnica adecuadas y viables para el rescate de las especies seleccionadas, así como para su trasplante.
- Definir los cuidados en el rescate y reubicación de los individuos.
- Establecer los métodos de registro y control de los individuos reubicados.
- Identificar y establecer el sitio o sitios adecuados para ubicar el germoplasma rescatado.
- Establecer mecanismos de seguimiento y evaluación del Programa.

Metas

- Realizar un censo exhaustivo en la superficie a desmontar, registrando detalladamente las especies encontradas ya que se rescatarán todas. Adicionalmente, colectar semillas, esquejes o hijuelos de especies seleccionadas para preservar el material genético y utilizarlo en la revegetación, en un período de 2 meses.

- Identificar sitios adecuados para la revegetación, considerando el nivel de degradación, la cercanía al predio del proyecto, las características del suelo, el microclima y la disponibilidad de agua que favorezcan el establecimiento y crecimiento de las plantas reubicadas.

- Se establecerá un vivero para propagar y cultivar plantas de las especies seleccionadas del área afectada por desmonte. Las plantas se producirán a partir de semillas o estacas recolectadas en el sitio. Alternativamente, se conseguirán plantas y otras especies en los viveros cercanos para que se asegure un suministro adecuado para llevar a cabo la revegetación.

- Revegetar las superficies degradadas en 2 años. Se buscarán áreas degradadas adecuadas para la revegetación. Se sembrarán las plantas producidas en el vivero, con el propósito de restaurar la vegetación y mejorar las condiciones del suelo y el ecosistema en general en los sitios seleccionados.

- Implementar un programa de protección y seguimiento para obtener el 80% de supervivencia en 2 años. El programa incluirá medidas de protección tales como riego, control de plagas, protección y mantenimiento adecuado de las áreas revegetadas y de las plantas trasplantadas (evitar pastoreo, erosión y proliferación de especies exóticas invasoras), durante un período de 2 años.

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

Establecer las bases y los lineamientos para el adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos a generarse durante las diferentes etapas del proyecto.

Objetivos

- Clasificar y cuantificar los residuos que se generarán durante cada una de las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).

- Definir los procedimientos adecuados para el manejo integral de residuos (manejo, almacenamiento, transporte y disposición final) conforme a la normatividad.

- Establecer mecanismos de prevención de contaminación al suelo y cuerpos o corrientes de agua por residuos generados como producto de las actividades en las diferentes etapas del proyecto.

- Reportar en su caso cualquier incidente generado durante el mantenimiento y que conlleve a derrames de residuos; así como, las medidas que se tienen contempladas implementar.

Metas

- Disponer de manera adecuada los residuos sólidos urbanos.
- Identificar correctamente los residuos peligrosos.
- Contar con un almacén temporal de residuos peligrosos que cumpla con las características técnicas necesarias.
- Conservar las áreas de trabajo limpias y ordenadas, con la finalidad de evitar contaminación en suelo y cuerpos de agua.
- Elaborar una bitácora bien documentada de los residuos peligrosos generados en cada etapa del proyecto en donde se incluya la cantidad, fecha, descripción, entrada y salida del almacén temporal de dichos residuos, actualizando ésta constantemente.
- Seguir las medidas de prevención, mitigación y control que garanticen el correcto manejo de los residuos que producirá el proyecto en todas sus etapas.

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

Es importante que todas las medidas de mitigación propuestas en el presente capitulo sean ejecutadas en tiempo y forma para cumplir con los requerimientos que la autoridad ambiental establezca por medio del resolutivo correspondiente. Por lo tanto, se recomienda el diseño e implementación de acciones de seguimiento que contengan todas las medidas de control, prevención y mitigación de forma sistematizada y calendarizada, así como el monitoreo de los indicadores ambientales y la aplicación de todas y cada una de las condicionantes y términos establecidos en el resolutivo. Para lograr lo anterior las autoridades ambientales en México pueden requerir a la empresa desarrolladora que se realice uno o varios de los siguientes Programas o Informes:

- Este PVA deberá ser autorizado por la SEMARNAT para su implementación.
- El PVA deberá complementarse con una descripción de las metodologías a seguir para llevar el seguimiento y en su caso, señalar los mecanismos de acción que desarrollará para atender impactos no previstos que pudieran presentarse por la realización de las obras y/o actividades involucradas en las diferentes etapas del proyecto.
- Elaborar Informes Administrativos (IA) con la periodicidad que establezca la autoridad ambiental de cumplimiento de las medidas de mitigación en original a la DGIRA con copia a la Delegación Federal de la PROFEPA, en el cual se demuestre el avance de las gestiones

administrativas y legales que se han realizado para el cumplimiento de las medidas de mitigación. Lo anterior es fundamental, pues con el IA, la DGIRA y la PROFEPA tendrán los parámetros, constancias o evidencias, así como indicadores que permitan minimizar y, en su caso, evitar discrecionalidades en la aplicación de las medidas de mitigación, prevención, reducción y/o compensación.

- Elaborar Informes Técnicos Pormenorizados (ITP) con la periodicidad que establezca la autoridad ambiental. Una vez aprobado el PVA, el Promovente deberá realizar y entregar a la SEMARNAT los ITP, para demostrar que, con la aplicación de las medidas propuestas, se mitigaron o previeron los impactos ambientales que pudieran presentarse por la realización del Proyecto. Se deben entregar copias de los ITP a la Delegación Federal de la PROFEPA. Dichos informes deberán incluir la evidencia gráfica y los argumentos técnicos científicos que el o los ecosistemas presentan, por lo menos las mismas condiciones ambientales con las que se evaluaron.

El seguimiento del programa se realizará mediante la coordinación entre el asesor de campo y la empresa o institución responsable del programa que se encargará de realizar visitas periódicas al área del proyecto, para verificar el cumplimiento del Programa. Para llevar a cabo este seguimiento es necesaria la presencia de un asesor de campo residente en el sitio de obra, que realice las siguientes funciones:

Inspección en la obra, a efecto de vigilar el cumplimiento de compromisos en materia ambiental, en las diferentes actividades que se realicen en la preparación del sitio y construcción del proyecto. La inspección se debe centrar, entre otros, en los siguientes aspectos:

1. El seguimiento se deberá realizar con el apoyo de las fichas y los programas derivados del PVA.
2. Revisar la documentación existente en materia ambiental que tenga relación con el Proyecto.
3. El asesor de campo debe contar con amplio conocimiento de los documentos y permisos en materia de medio ambiental.
4. Vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación emitidas en la Manifestación de Impacto Ambiental y términos y condicionantes del Resolutivo.
5. Programar reuniones de carácter ambiental con los contratistas involucrados.
6. Apoyar a los contratistas en la capacitación de sus trabajadores en aspectos relacionados con la protección ambiental.
7. Emisión de opiniones técnicas fundamentadas en la normativa ambiental, leyes, reglamentos, que tengan relación con el Proyecto.
8. Elaboración de un informe mensual de las actividades en materia ambiental, apoyando con evidencias escritas y fotográficas.

9. Estar en comunicación constante con el supervisor de la empresa responsable del Proyecto, e informar de cualquier situación que ponga en riesgo el equilibrio ecológico del lugar.

Uno de los puntos importantes para el funcionamiento adecuado del PVA, es contar con un mecanismo de control que permita la comunicación entre cada uno de los participantes, por lo que se pretende:

- Contar con mecanismos de captura, catalogación, almacenamiento, recuperación y manipulación de insumos documentales referentes a la MIA, leyes ambientales, normatividad, necesidades de calidad, entre otras.
- Administrar los elementos de información necesarios para la correcta ejecución de las medidas de mitigación en los elementos ambientales correspondientes.
- Integrar herramientas para la planeación, seguimiento y evaluación de la vigilancia del conjunto de medidas de mitigación ambientales relativas al Proyecto.
- Mantener actualizada la información relativa al Proyecto mediante la elaboración de reportes, informes, anexos fotográficos, formatos de vigilancia, oficios, etc. requeridos durante la supervisión del Proyecto.

El objetivo del PVA es establecer un sistema para garantizar el cumplimiento de la medidas preventivas, correctoras y compensatorias, además de las indicaciones emitidas en el resolutivo en materia de impacto ambiental, durante las etapas que componen al Proyecto.

VI.3.1 FICHAS DE SEGUIMIENTO, CONTROL Y MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN

Para el funcionamiento del PVA, se diseñará el desarrollo de mecanismos de control que permitan verificar el cumplimiento en materia ambiental. En este sentido, el PVA contempla la elaboración de fichas de seguimiento de la calidad ambiental, con las medidas de mitigación propuestas, según la información descrita en los capítulos V, VI y VII de esta manifestación de este documento.

En principio se presentan las fichas, que son elaboradas en función de las actividades que realizará el Promovente y/o la empresa encargada del proyecto; la etapa del proyecto en que se debe llevar a cabo la actividad, frecuencia de realización, la normativa aplicable y la evidencia que se presenta. Contienen información extraída del resumen de impactos y de las medidas de mitigación, así como las acciones a realizar para cumplir con cada una de las medidas de mitigación y cada una de las medidas propuestas, los indicadores de realización de efectos y los umbrales se presentan a continuación (*Cuadro 9*).

Cuadro 9. Fichas de seguimiento para la calidad ambiental.

IMPACTO IDENTIFICADO	
ATM1) ALTERACIÓN A LA CALIDAD DEL AIRE POR GENERACIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: ARE / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Se prohibirá la quema de residuos generados, para evitar la emisión de contaminantes atmosféricos. • Los camiones que transporten tierra o material que pueda dispersarse en el aire estarán obligados a transitar con lonas o bien a realizar el transporte del material húmedo con la finalidad de evitar dispersión de polvos. • Dar cumplimiento a la NOM-017-STPS-2008, otorgando al personal encargado de realizar las actividades del proyecto, el equipo de protección personal necesario, con la finalidad de protegerlos de los agentes del ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud. • La maquinaria y vehículos utilizados deben de estar, afinados y verificados, según corresponda, con esto se valida que se encuentran en buenas condiciones para su operación. • La maquinaria, vehículos y equipo contará con mantenimiento preventivo, manteniendo registros actualizados. El mantenimiento se realizará en talleres cercanos al frente de trabajo y no en el área del proyecto. • Se verificará cumplimiento con la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y la NOM-045-SEMARNAT-2005 para vehículos a diésel. • En caso de detectar maquinaria y vehículos generando humos o emisiones se solicitará al contratista el retiro de esta y la sustitución por otra en buenas condiciones. • Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible.
I.R.	Comprobación visual por parte del supervisor ambiental
I.E.	A través de los resultados de la Calidad del Aire.
U.A.	Evidencia visual de contaminantes en la atmósfera Informes de las centrales de monitoreo de la calidad del aire
U.I.	Rebase de los límites dispuestos en las normas: NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-1996 y NOM-050-SEMARNAT-1993.
C.C.	De acuerdo con el cronograma de aplicación del Programa
P.C.	Área de influencia del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	Control de las fuentes de emisión.

IMPACTO IDENTIFICADO	
ATM1) ALTERACIÓN A LA CALIDAD DEL AIRE POR GENERACIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
Indicador de seguimiento	Índice de la calidad del aire

IMPACTO IDENTIFICADO	
ATM2) ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR GENERACIÓN Y DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: AIRE / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Los camiones que transporten tierra o material que pueda dispersarse en el aire estarán obligados a transitar con lonas o bien a realizar el transporte del material húmedo con la finalidad de evitar dispersión de polvos. • Los vehículos involucrados en actividades de preparación y construcción en el proyecto deberán conducirse dentro de la superficie del área del proyecto y principalmente en el derecho de vía a 25 Km/h para reducir la dispersión de material particulado • Dar cumplimiento a la NOM-017-STPS-2008, otorgando al personal encargado de realizar las actividades que generen material particulado, el equipo de protección personal necesario, con la finalidad de protegerlos de los agentes del ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud. • De ser técnicamente factible, se efectuará control de material particulado mediante riego periódico con agua tratada en el ÁREA DEL PROYECTO. El agua utilizada para el riego provendrá de pipas de agua tratada, por lo que se verificará que la calidad de agua utilizada cumpla con la normatividad en la materia, a fin de evitar contaminación y problemas de salud entre los trabajadores.
I.R.	Operadores instruidos respecto al límite de velocidad, señalización colocada y personal utilizando equipo de seguridad.
I.E.	Respeto al límite de velocidad, cumplimiento de la señalización colocada y uso de equipo de seguridad.
U.A.	Evidencia visual de contaminantes en la atmósfera
U.I.	Establecido en la NOM-024-SSA1-1993.
C.C.	Durante todas las etapas del proyecto: con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Área de influencia del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	Control de las fuentes de emisión.
Indicador de seguimiento	Concentración de polvos en el aire

IMPACTO IDENTIFICADO	
ATM3) INCREMENTO EN LOS NIVELES ACÚSTICOS DERIVADO DEL USO DE MAQUINARIA, VEHÍCULOS Y PERSONAL DE OBRAS	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: AIRE/ DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Se realizarán mantenimientos preventivos para el uso de maquinaria, vehículos y equipo manteniendo los registros actualizados, lo anterior con el objetivo de evitar que el mal funcionamiento de esta genere ruido, dicho mantenimiento se llevará a cabo fuera del área del proyecto. • Se dará cumplimiento a la NOM-011-STPS-2001, estableciendo los métodos de seguridad en ambientes laborales en donde se genere ruido, con la finalidad evitar efectos negativos a la salud de los trabajadores. Se concientizará y/o capacitará al personal en el uso de equipo de protección personal. • Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horarios de actividad diurna preferentemente. • Los niveles de ruido generados cumplirán con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994. • Se cumplirá con la emisión de ruido de vehículos automotores conforme a la NOM-080-SEMARNAT-1994. Los equipos que generen un mayor nivel de ruido serán utilizados en horarios de actividad normal, evitando utilizarlo en horario nocturno.
I.R.	Operadores instruidos respecto al límite de velocidad, señalización colocada y personal utilizando equipo de seguridad.
I.E.	Respeto al límite de velocidad y cumplimiento con la NOM-081-SEMARNAT-1994.
U.A.	Incremento de niveles de ruido en el rango 65 – 68 dB(A).
U.I.	Indicado en las normas, NOM-081-SEMARNAT-1994
C.C.	Durante todas las etapas del proyecto: con base en el programa de ejecución de obra.
P.C.	Sitio del proyecto, áreas pobladas más próximas a las obras.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	Control de las fuentes de emisión.
Indicador de seguimiento	Nivel sonoro

IMPACTO IDENTIFICADO	
GE1) MODIFICACIÓN DEL RELIEVE NATURAL POR ACCIONES DE DESPALME Y MOVIMIENTOS DE TIERRA	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado

IMPACTO IDENTIFICADO	
GE1) MODIFICACIÓN DEL RELIEVE NATURAL POR ACCIONES DE DESPALME Y MOVIMIENTOS DE TIERRA	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: GEOFORMA / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Restringir las excavaciones y movimientos de tierra a exclusivamente dentro de aquellas zonas propuestas para la construcción. • Desarrollar y ejecutar un Programa de Conservación de Suelos para prevenir y mitigar riesgos y daños ecológicos potenciales. • Ajustar a la pendiente adecuada los taludes a crearse por las excavaciones y movimiento de tierras. • El proyecto contará con obras de drenaje para evitar interrumpir el drenaje natural del sitio
I.R.	Trazo topográfico
I.E.	N/A
U.A.	Rebasar los límites establecidos por el trazo topográfico
U.I.	Volúmenes de tierra sobrepasados
C.C.	Durante la Etapa de preparación del sitio y construcción
P.C.	Superficie (ha) atendida dentro del área de estudio con acciones para el control mecánico de la erosión del suelo.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	Contención de suelos
Indicador de seguimiento	Grado de modificación

IMPACTO IDENTIFICADO	
GE2) RESTITUCIÓN DEL RELIEVE NATURAL	
ETAPA: DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: GEOFORMA / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Se deberá remover por completo las estructuras físicas utilizadas durante el proyecto, como edificios, caminos temporales, plataformas o cimientos. Este proceso asegura que no queden elementos artificiales que interfieran con el terreno natural, permitiendo que el área recupere su estado previo al proyecto. • Se deberá eliminar todos los residuos y materiales de construcción, incluyendo restos de concreto, plásticos, metales, y otros desechos sólidos. Este paso es esencial para evitar la contaminación del suelo y permitir que la vegetación y los procesos naturales del ecosistema se regeneren sin obstrucciones.

IMPACTO IDENTIFICADO	
GE2) RESTITUCIÓN DEL RELIEVE NATURAL ETAPA: DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	• Llevar a cabo la restauración del terreno a su forma y características originales o similares, incluyendo la nivelación del suelo, la siembra de vegetación nativa, y la reintroducción de elementos naturales.
I.R.	Trazo topográfico
I.E.	N/A
U.A.	Rebasar los límites establecidos por el trazo topográfico
U.I.	Volúmenes de tierra sobrepasados
C.C.	Durante la Etapa de Desmantelamiento y abandono
P.C.	Superficie (ha) atendida dentro del área de estudio con acciones para el control mecánico de la erosión del suelo.
R.P.E.	Supervisor ambiental en el sitio del proyecto.
M.U.A.	Contención de suelos
Indicador de seguimiento	Grado de modificación

IMPACTO IDENTIFICADO	
SU1) ALTERACIÓN EN LOS PROCESOS EROSIVOS POR CAMBIO DE USO DEL SUELO ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
Medida: Prevención y mitigación/ Factor: Suelo / Duración: Temporal	
M.	• Realizar el acopio del suelo orgánico a través del despalme durante la etapa de preparación del sitio para estabilizar taludes, asimismo, los excedentes de dichos materiales se utilizarán para mejorar las condiciones naturales de los sitios cercanos a la zona del proyecto y fomentar el desarrollo de una cobertura vegetal herbácea. • Se implementará un programa de Conservación de Suelos con acciones de reforestación. • Se recomienda realizar el desmonte y despalme de manera paulatina o por frentes de trabajo considerando el avance de obras, con el propósito de evitar áreas de suelo desnudo sin acciones. • Se deberá hacer el acopio del suelo de despalme con la finalidad de evitar su dispersión o arrastre en el área del Proyecto; este deberá mantenerse en zonas seguras y con barreras que eviten su esparcimiento a causa del viento o lluvia. • Evitar el paso de maquinaria pesada por zonas en donde el suelo presente o se observe una fragilidad en cuanto a su estructura, para evitar deslizamientos o hundimientos.
I.R.	Superficies sin erosión

IMPACTO IDENTIFICADO	
SU1) ALTERACIÓN EN LOS PROCESOS EROSIVOS POR CAMBIO DE USO DEL SUELO	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
I.E.	Superficie (ha) atendida dentro del área de estudio con acciones para el control mecánico de la erosión del suelo
U.A.	Áreas propensas a erosión sin reforestación o acciones de control mecánico
U.I.	Áreas con erosión
C.C.	De acuerdo con lo establecido en el Programa de Conservación de Suelos y Reforestación
P.C.	Superficie (ha) atendida dentro del área de estudio con acciones para el control mecánico de la erosión del suelo.
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	Contención de las zonas con erosión
Indicador de seguimiento	Pérdida de suelo

IMPACTO IDENTIFICADO	
SU2) AFECTACIÓN DEL SUELO POR GENERACIÓN, MANEJO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN INADECUADOS DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS, DE MANEJO ESPECIAL Y PELIGROSOS	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: SUELO / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• La recarga de combustible de vehículos y maquinaria será preferentemente en estaciones de servicio destinadas para ello en los centros urbanos más cercanos. En caso de que se tenga que realizar la recarga de combustible de los vehículos in situ, se debe contar con vehículos que cuenten con personal, señalamientos y aditamentos, adecuados para el despacho de estos, así como para la atención de contingencias. La recarga preferentemente se deberá llevar a cabo en un sitio donde no se encuentre expuesto el suelo, se debe colocar una lona impermeable de un tamaño considerable a forma de que los vehículos queden dentro de dicha lona debajo de los automotores y/o maquinaria o cubrir la superficie con materiales absorbentes donde se realizará la recarga (o algún material que funcione como aislante entre el suelo y el combustible, de preferencia debe realizarse en un área que se encuentre cubierta con una plancha de concreto o pavimento., esto con el fin de evitar la contaminación al suelo. • El o los responsables del manejo de hidrocarburos y sus derivados, deberá instruir al personal de como transvasar, manipular y actuar en el manejo de dichas sustancias, ya sea de forma normal en los trabajos de mantenimiento de la maquinaria, así como en el caso de alguna emergencia. • El almacenamiento de sustancias que puedan llegar a derramarse debe realizarse en el almacén temporal de residuos peligrosos, en donde se puedan manipular con facilidad y seguridad. Todos los contenedores deben estar debidamente rotulados especificando su contenido, siguiendo lo que para el efecto señala la legislación en la materia.

IMPACTO IDENTIFICADO	
SU2) AFECTACIÓN DEL SUELO POR GENERACIÓN, MANEJO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN INADECUADOS DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS, DE MANEJO ESPECIAL Y PELIGROSOS	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	• El almacén temporal de residuos peligrosos contará con diques o charolas para retener posibles derrames, los cuales tendrán capacidad para al menos el volumen del contenedor de mayor tamaño que se colocará en ellos. • Los contenedores de residuos peligrosos deben recolectarse periódicamente y trasladados a un almacén temporal, el cual debe estar delimitado y señalizado con letreros de formas y tamaños visibles. • Se deberá evitar el uso de herbicidas o cualquier sustancia química que afecte la vegetación en el proceso de desmonte. • No deben mezclarse los residuos urbanos con otro tipo de residuos tales como residuos de manejo especial o residuos peligrosos • Queda prohibido arrojar los residuos o abandonarlos en la vía pública, alcantarillado, lotes baldíos, cuerpos de agua superficiales, basureros clandestinos, áreas comunes, parques, así como hacer uso de contenedores utilizados anteriormente como receptores de residuos peligrosos. • Se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos para evitar la contaminación del suelo. • Se establecerá la limpieza periódica de los servicios de apoyo (baños portátiles) para evitar derrames. Se tendrá que contratar a una empresa especializada para la correcta disposición del agua residual proveniente de los baños portátiles. • En caso de presentarse un derrame, deberá implementarse un protocolo de atención para la remediación.
I.R.	Ausencia de residuos en el trazo del proyecto.
I.E.	Preservación del área de proyecto sin contaminantes
U.A.	Evidencias de contaminación
U.I.	Acumulación de residuos y sustancias en superficies del proyecto
C.C.	Lo establecido en el Programa Integral de Manejo de residuos
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	Atención de contingencias por derrames o dispersión de contaminantes
Indicador de seguimiento	Grado de contaminación

IMPACTO IDENTIFICADO	
SU3) ALTERACIÓN EN LOS VALORES DE TENENCIA DE SUELO	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: SUELO / DURACIÓN: TEMPORAL	

IMPACTO IDENTIFICADO	
SU3) ALTERACIÓN EN LOS VALORES DE TENENCIA DE SUELO	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M.	• No interrumpir actividades adyacentes al área del Proyecto. • Permitir el uso de caminos existentes entre el área del Proyecto y áreas adyacentes. • Evitar el desplante de infraestructura o servicios ajenos al Proyecto que modifiquen el valor de las zonas adyacentes.
I.R.	Número de actividades vecinas que permanecen operativas durante la ejecución del proyecto.
I.E.	Nivel de satisfacción de los usuarios o responsables de actividades adyacentes mediante encuestas o reportes.
U.A.	Más del 10% de las actividades muestran interrupciones temporales.
U.I.	Más del 25% de las actividades quedan interrumpidas o finalizan debido al proyecto.
C.C.	Lo establecido en el Programa de supervisión o auditorías internas
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	N.A.
Indicador de seguimiento	N.A.

IMPACTO IDENTIFICADO	
AG1) MODIFICACIÓN DE VOLUMEN DE INFILTRACIÓN POR CAMBIO DE USO DEL SUELO	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: AGUA / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Se verificará que el apilamiento de material resultante del desmonte y el despalme sea temporal, para evitar la modificación de la topoforma y así dejar los sitios dónde se apile dicho material con su topoforma original y así evitar modificar los patrones de drenaje. • Se consideran obras de drenaje necesarias para evitar la alteración del drenaje natural, con estas se permitirá evitar la modificación de los patrones de drenaje e infiltración. • Se implementará el programa de Reforestación como acción precursora de la conservación del suelo, la infiltración y a su vez para mejorarla, lo cual beneficiará el drenaje natural de la zona. • Se descompactará el suelo durante las actividades de reforestación con la finalidad de proporcionar el ambiente propicio, a corto plazo, para un mejor contacto entre la tierra vegetal y el terreno sobre el que se extiende; mejorando también la infiltración del agua. • Se realizará el triturado del desmonte con el suelo rescatado para facilitar su aireación. Estos materiales triturados procederán de los restos de la vegetación resultante de las actividades del Cambio de Uso de Suelo.
I.R.	Recuperación de áreas desprovistas de vegetación
I.E.	Mantenimiento de los volúmenes de infiltración

IMPACTO IDENTIFICADO	
AG1) MODIFICACIÓN DE VOLUMEN DE INFILTRACIÓN POR CAMBIO DE USO DEL SUELO	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
U.A.	Presencia de áreas abnegadas
U.I.	Presencia de áreas abnegadas
C.C.	N/A
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	N/A
Indicador de seguimiento	Cantidad recargada

IMPACTO IDENTIFICADO	
AG2) MODIFICACIÓN DE LAS ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: AGUA / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Disposición de material de construcción y terracerías lejos de corrientes de agua identificadas en el área del proyecto. • Establecimiento de sistemas de retención de sedimentos producto de la etapa de preparación del sitio. • Diseño adecuado de obras de drenaje superficial. • Ejecución de actividades continuas de mantenimiento para el retiro de maleza, residuos sólidos y sedimentos, para asegurar el adecuado funcionamiento de las obras de drenaje. • El proyecto contará con obras de drenaje para evitar interrumpir el drenaje natural del sitio.
I.R.	Flujo superficial constante
I.E.	Recarga de acuíferos e intercambio hidrológico funcional
U.A.	Áreas obstruidas con materiales
U.I.	Áreas obstruidas con obras o infraestructura
C.C.	N/A
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	N/A
Indicador de seguimiento	N/A

IMPACTO IDENTIFICADO	
AG3) RECUPERACIÓN DE LAS ESCORRENTÍAS E INFILTRACIÓN NATURAL	
ETAPA: DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: AGUA / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Disposición de material de construcción y terracerías lejos de corrientes de agua identificadas en el área del proyecto. • Establecimiento de sistemas de retención de sedimentos producto de la etapa de preparación del sitio. • Diseño adecuado de obras de drenaje superficial. • Ejecución de actividades continuas de mantenimiento para el retiro de maleza, residuos sólidos y sedimentos, para asegurar el adecuado funcionamiento de las obras de drenaje. • El proyecto contará con obras de drenaje para evitar interrumpir el drenaje natural del sitio.
I.R.	Flujo superficial constante
I.E.	Recarga de acuíferos e intercambio hidrológico funcional
U.A.	Áreas obstruidas con materiales
U.I.	Áreas obstruidas con obras o infraestructura
C.C.	N/A
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	N/A
Indicador de seguimiento	N/A

IMPACTO IDENTIFICADO	
F1) PÉRDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL POR CAMBIO DE USO DEL SUELO	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: VEGETACIÓN / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Se evitarán las afectaciones a la vegetación aledaña por el desarrollo de las actividades del proyecto.

IMPACTO IDENTIFICADO	
F1) PÉRDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL POR CAMBIO DE USO DEL SUELO	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	• Se delimitará el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades, con el objetivo de solo afectar los sitios destinados a la construcción y operación. El retiro de la vegetación (desmonte) se controlará conforme al avance de obra. • Se concientizará y/o capacitará a los trabajadores sobre la importancia del cuidado de la flora. • Se implementará el Programa de rescate y reubicación de flora el cual contendrá acciones específicas para el rescate y reubicación de especies de flora. • Identificar los sitios idóneos para el trasplante de las diferentes especies de flora, dentro de las áreas destinadas para este fin. • Realizar el acopio del suelo orgánico resultante del Cambio de Uso de Suelo durante la etapa de preparación del sitio, para usarse en las áreas a reforestar, para estabilizar taludes, asimismo, los excedentes de dichos materiales serán utilizado para mejorar las condiciones naturales de los bancos de materiales cercanos a la zona del proyecto y fomentar el desarrollo de una cobertura vegetal herbácea. • Se ejecutará el Programa de Reforestación. La reforestación se realizará en polígonos que se seleccionen para las actividades de reforestación terrenos en los que las condiciones que le rodean se hallan alteradas y cuyos criterios de selección están en función de la topografía del terreno y del lugar. Las especies para reforestar serán provistas por los viveros más cercanos al área del proyecto.
I.R.	Porcentaje de superficie reforestada Individuos rescatados y reubicados
I.E.	Continuidad de las comunidades vegetales Presencia y distribución de especies nativas
U.A.	Pérdida de vegetación fuera del trazo del proyecto
U.I.	Pérdida de vegetación fuera del trazo del proyecto
C.C.	De acuerdo a la ejecución del Programa
P.C.	Sitio con presencia de vegetación
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	Delimitación de zonas fuera del trazo del proyecto
Indicador de seguimiento	Porcentaje de la superficie vegetal

IMPACTO POTENCIA	
F2) INTERACCIÓN CON ESPECIES SINGULARES	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: VEGETACIÓN / DURACIÓN: TEMPORAL	

IMPACTO POTENCIA	
F2) INTERACCIÓN CON ESPECIES SINGULARES	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M.	• Se delimitará el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades de preparación del sitio, con el objetivo de solo afectar los sitios destinados a la construcción y operación. El retiro de la vegetación (desmonte) se controlará conforme al avance de obra. • Quedará prohibido colectar, traficar o dañar a las especies de flora, especialmente si son endémicas o se encuentran en estatus de protección. Lo anterior aplica a todo el personal encargado del desarrollo de las actividades. La empresa contratista se encargará de supervisar esto. • Se concientizará y/o capacitará a los trabajadores sobre la importancia del cuidado de la flora. • Se implementará el programa de rescate y reubicación de flora el cual contendrá acciones específicas para el rescate y reubicación de especies de flora.
I.R.	Porcentaje o número de especies reubicadas
I.E.	Abundancia y riqueza de especies sin afectaciones
U.A.	Disminución de especies reubicadas
U.I.	Presencia de vegetación afectada en el trazo del proyecto
C.C.	De acuerdo con el programa
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	Rescate de individuos
Indicador de seguimiento	Índice de población afectada

IMPACTO IDENTIFICADO FA1) AFECTACIÓN DE ESPECIES O POBLACIONES TERRESTRES DE FAUNA SILVESTRE POR USO DE MAQUINARIA Y PRESENCIA DE PERSONAL	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: FAUNA / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Se ejecutará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre, previo a la etapa de preparación del sitio, con énfasis en individuos de especies protegidas bajo alguna categoría de protección, ya sea por instrumentos mexicanos como la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas especies de importancia ecológica o con algún valor comercial o cultural • Las actividades de desmonte se llevarán a cabo después de las actividades de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre que estarán contenidas en el previo al inicio de las actividades de preparación del sitio con el fin de permitir el desplazamiento de fauna silvestre.

IMPACTO IDENTIFICADO	
FA1) AFECTACIÓN DE ESPECIES O POBLACIONES TERRESTRES DE FAUNA SILVESTRE POR USO DE MAQUINARIA Y PRESENCIA DE PERSONAL	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	• Contar con señalización de reducción de velocidad. Se establecerá un límite de velocidad máxima (25 Km/h) para evitar la mortalidad de la fauna terrestre por atropellamiento, principalmente en el área de influencia del proyecto. • Ahuyentar dentro del área del Proyecto, a especies de aves, mamíferos voladores y mamíferos medianos y grandes, mediante técnicas de amedrentamiento, con la finalidad de ahuyentar la fauna silvestre y evitar cualquier tipo de afectación, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar a la que se encuentra en el área que comprende el Proyecto. El Ahuyentamiento y rescate debe ser dirigido y realizado por profesionales especializados, los cuales debe tener conocimiento de las técnicas visuales y auditivas de identificación taxonómica y de las especies presentes en el área de estudio. • Verificar que los sitios de reubicación presenten las condiciones ambientales equivalentes a las del área donde fueron rescatados y realizar las liberaciones de fauna silvestre evitando en la medida de lo posible una sobrecarga en el nuevo sitio. • Se prohibirán las actividades de caza, colecta, tráfico de especies y/o cualquier otra actividad que perjudique de manera directa a las especies de fauna silvestre de la zona. Así como todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de la Ley General de Vida Silvestre. Lo anterior aplica a todo el personal encargado del desarrollo de las actividades. La empresa contratista se encargará de supervisar esto. • Con el fin de evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal que sea contratado durante el desarrollo del proyecto sobre las poblaciones de fauna silvestre, especialmente aquellas enlistadas en algún estatus de protección legal por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se colocarán en la obra carteles de información, en los que se enfatizará la obligación de todo el personal de evitar daños a la fauna silvestre. Además, de capacitar a los trabajadores mediante acciones de educación Ambiental con el fin de proteger a las poblaciones de flora y fauna silvestre.
I.R.	Libre desplazamiento de la fauna silvestre
I.E.	Libre desplazamiento de la fauna silvestre
U.A.	Decesos de fauna en el área del proyecto
U.I.	Decesos de fauna en el área del proyecto
C.C.	De acuerdo con el Programa de Manejo de Fauna
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	Rescate y contención de especies
Indicador de seguimiento	Índice de población afectada

IMPACTO IDENTIFICADO	
FA2) AFECTACIÓN DE INDIVIDUOS O POBLACIONES DE FAUNA VOLADORA POR LA OPERACIÓN DE LOS PANELES SOLARES	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado

IMPACTO IDENTIFICADO	
FA2) AFECTACIÓN DE INDIVIDUOS O POBLACIONES DE FAUNA VOLADORA POR LA OPERACIÓN DE LOS PANELES SOLARES	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: FAUNA/ DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Se ejecutará el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, previo a la etapa de preparación del sitio, con énfasis en individuos de especies protegidas bajo alguna categoría de protección, ya sea por instrumentos mexicanos como la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas especies de importancia ecológica o con algún valor comercial o cultural. • Señalización de reducción de velocidad. Se establecerá un límite de velocidad máxima (25 Km/h) para evitar la mortalidad de la fauna terrestre por atropellamiento, principalmente en el área de influencia del proyecto. • Rescate de fauna silvestre con estatus de protección listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de hábitos subterráneos o de lento desplazamiento dentro del Derecho de vía. • Ahuyentar dentro del área del Proyecto, a especies de aves, mamíferos voladores y mamíferos medianos y grandes, mediante técnicas de amedrentamiento, con la finalidad de ahuyentar la fauna silvestre y evitar cualquier tipo de afectación, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar a la que se encuentra en el área que comprende el Proyecto. El ahuyentamiento y rescate debe ser dirigido y realizado por profesionales especializados, los cuales debe tener conocimiento de las técnicas visuales y auditivas de identificación taxonómica y de las especies presentes en el área de estudio. • Se recomienda el uso de Disuasores para la línea de evacuación eléctrica. • Mantener los alrededores de los paneles limpios; en caso de que el área sea recubierta con tierra o grava, mantenerla sin vegetación alta para evitar que sea refugio de presas de las aves rapaces. En el área de maniobras deben mantenerse libres de carroña. • Durante la etapa de operación, cuando se detecte la presencia de carroña, esta se debe tapar con cal y posteriormente remover del sitio para evitar que las aves intenten bajar a alimentarse y puedan ponerse en riesgo. • Registrar sistemáticamente (generando la evidencia mediante fotografías, fecha y georreferencia), la presencia de aves u otro grupo de fauna muertos para describir patrones espaciales y temporales de colisiones que permitan detectar zonas de alto riesgo para estos grupos de vertebrados dentro del parque. La búsqueda de cadáveres se debe extender al derecho de vía y áreas de mantenimiento de los puntos de apoyo de la línea de enlace y retirarlos con la finalidad de reducir riesgos de colisión de las especies de aves carroñeras. Registrar sistemáticamente (generando la evidencia mediante fotografías, fecha y georreferencia), la presencia de aves y murciélagos muertos para describir patrones espaciales y temporales de colisiones que permitan detectar zonas de alto riesgo para estos dos grupos de vertebrados dentro del parque. La búsqueda de cadáveres se debe extender al derecho de vía y áreas de mantenimiento de los puntos de apoyo de la línea de enlace y retirarlos con la finalidad de reducir riesgos de colisión de las especies de aves carroñeras.
I.R.	Libre desplazamiento de la fauna silvestre
I.E.	Libre desplazamiento de la fauna silvestre
U.A.	Decesos de fauna en el área del proyecto
U.I.	Decesos de fauna en el área del proyecto
C.C.	De acuerdo con el Programa de Manejo de Fauna
P.C.	Sitio del proyecto

IMPACTO IDENTIFICADO	
FA2) AFECTACIÓN DE INDIVIDUOS O POBLACIONES DE FAUNA VOLADORA POR LA OPERACIÓN DE LOS PANELES SOLARES	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	Rescate y contención de especies
Indicador de seguimiento	Índice de población afectada

IMPACTO IDENTIFICADO	
FA3) AFECTACIÓN DE ESPECIES Y POBLACIONES SINGULARES POR ATROPELLAMIENTO Y COLISIÓN	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: FAUNA / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Se ejecutará el programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre, previo a la etapa de preparación del sitio, con énfasis en individuos de especies protegidas bajo alguna categoría de protección, ya sea por instrumentos mexicanos como la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas especies de importancia ecológica o con algún valor comercial o cultural • Señalización de reducción de velocidad. Se establecerá un límite de velocidad máxima (25 Km/h) para evitar la mortalidad de la fauna terrestre por atropellamiento, principalmente en el área de influencia del proyecto. • Rescate de fauna silvestre con estatus de protección listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de hábitos subterráneos o de lento desplazamiento. • Ahuyentar dentro del área del Proyecto, a especies de aves, mamíferos voladores y mamíferos medianos y grandes, mediante técnicas de amedrentamiento, con la finalidad de ahuyentar la fauna silvestre y evitar cualquier tipo de afectación, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar a la que se encuentra en el área que comprende el Proyecto. • Se prohibirán las actividades de caza, colecta, tráfico de especies y/o cualquier otra actividad que perjudique de manera directa a las especies de fauna silvestre de la zona. Así como todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de la Ley General de Vida Silvestre. Lo anterior aplica a todo el personal encargado del desarrollo de las actividades. La empresa contratista se encargará de supervisar esto. • Con el fin de evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal que sea contratado durante el desarrollo del proyecto sobre las poblaciones de fauna silvestre, especialmente aquellas enlistadas en algún estatus de protección legal por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se colocarán en la obra carteles de información, en los que se enfatizará la obligación de todo el personal de evitar daños a la fauna silvestre. Además, de capacitar a los trabajadores mediante acciones de educación Ambiental con el fin de proteger a las poblaciones de flora y fauna silvestre. • Se ejecutará un Programa de Monitoreo de fauna silvestre en particular para el grupo de avifauna y especies bajo alguna categoría de protección o estatus migratorio. • Se recomienda el uso de Disuasores para la línea de evacuación eléctrica.

IMPACTO IDENTIFICADO	
FA3) AFECTACIÓN DE ESPECIES Y POBLACIONES SINGULARES POR ATROPELLAMIENTO Y COLISIÓN	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	• Durante la etapa de operación, cuando se detecte la presencia de carroña, esta se debe tapar con cal y posteriormente remover del sitio para evitar que las aves intenten bajar a alimentarse y puedan ponerse en riesgo. • Registrar sistemáticamente (generando la evidencia mediante fotografías, fecha y georreferencia), la presencia de aves y otro grupo de fauna muertos para describir patrones espaciales y temporales de colisiones que permitan detectar zonas de alto riesgo para estos grupos de vertebrados dentro. La búsqueda de cadáveres se debe extender al derecho de vía y áreas de mantenimiento de los puntos de apoyo de la línea de enlace y retirarlos con la finalidad de reducir riesgos de colisión de las especies de aves carroñeras.
I.R.	Libre desplazamiento de la fauna silvestre
I.E.	Libre desplazamiento de la fauna silvestre
U.A.	Decesos de fauna en el área del proyecto
U.I.	Decesos de fauna en el área del proyecto
C.C.	De acuerdo con el Programa de Manejo de Fauna
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	Rescate y contención de especies
Indicador de seguimiento	Índice de población afectada

IMPACTO IDENTIFICADO	
FA4) PERDIDA Y FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT POR CAMBIO DE USO DEL SUELO	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: FAUNA / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Se deberá cumplir con el desmonte únicamente en áreas autorizadas y que indica el plano de obras. • Establecer señalética restrictiva en el área de proyecto para evitar la invasión de otras áreas. • Se deberá ejecutar el Programa de rescate y reubicación de flora • Se implementará el programa de Reforestación, como medida de compensación por el cambio de uso de suelo. • Se deberá considerar el paso de la fauna silvestre a través del enmallado perimetral, con la implementación de pasos de fauna en puntos estratégicos.
I.R.	Sitios de refugio y alimentación de la fauna silvestre

IMPACTO IDENTIFICADO	
FA4) PERDIDA Y FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT POR CAMBIO DE USO DEL SUELO	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
I.E.	Presencia de corredores biológicos
U.A.	Áreas desprovistas de vegetación
U.I.	Ausencia de áreas de vegetación que sirvan de corredores
C.C.	N/A
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	Protección de áreas con vegetación y reubicación de especies
Indicador de seguimiento	Hábitat afectado

IMPACTO IDENTIFICADO	
FA5) RESTITUCIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL HÁBITAT	
ETAPA: DESMANTELAMIENTO Y RESTAURACIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: FAUNA / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Realizar un diagnóstico ambiental para identificar los servicios ecosistémicos afectados (como regulación hídrica, control de erosión, provisión de hábitat, etc.). • Priorizar los servicios a restaurar según la importancia para la biodiversidad local y las comunidades humanas. • Fomentar el establecimiento de especies autóctonas para recuperar el equilibrio ecológico. • Instalar refugios, como cajas nido o troncos huecos, para especies clave mientras se restablece el hábitat natural. • Introducir estructuras para promover la anidación y refugio de fauna silvestre. • Establecer barreras vivas o cercas vegetales que refuercen los límites del área restaurada.
I.R.	Sitios de refugio y alimentación de la fauna silvestre
I.E.	Presencia de corredores biológicos
U.A.	Áreas desprovistas de vegetación
U.I.	Ausencia de áreas de vegetación que sirvan de corredores
C.C.	N/A
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	Protección de áreas con vegetación y reubicación de especies
Indicador de seguimiento	Hábitat afectado

IMPACTO IDENTIFICADO	
SOC1) GENERACIÓN DE EMPLEOS POR EL DESARROLLO Y OPERACIÓN DEL PROYECTO	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: SOCIOECONÓMICO / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• La mano de obra durante esta etapa deberá considerarse en su mayoría proveniente de las localidades cercanas al proyecto y principalmente del municipio.

IMPACTO IDENTIFICADO	
SOC1) GENERACIÓN DE EMPLEOS POR EL DESARROLLO Y OPERACIÓN DEL PROYECTO	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	• La promovente deberá otorgar prioridad al abastecimiento de servicios como alimentación, hospedaje, recreación, dentro de las poblaciones en la región.
I.R.	Contar con una plantilla laboral local de por lo menos el 75%.
I.E.	Contratos de trabajos realizados.
U.A.	Contar con un porcentaje menor al establecido en el I.R.
U.I.	No contar con ningún trabajador local dentro de la plantilla laboral.
C.C.	El seguimiento a las actividades de contratación se llevará a cabo en los tiempos programados.
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	N/A
Indicador de seguimiento	Variación en el nivel de empleo

IMPACTO IDENTIFICADO	
SOC2) DERRAMA ECONÓMICA	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: SOCIOECONÓMICO / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• La mano de obra durante esta etapa deberá considerarse en su mayoría proveniente de las localidades cercanas al proyecto y principalmente del municipio. • La promovente deberá otorgar prioridad al abastecimiento de servicios como alimentación, hospedaje, recreación, dentro de las poblaciones en la región.
I.R.	Contar con una plantilla laboral local de por lo menos el 75%.
I.E.	Contratos de trabajos realizados.
U.A.	Contar con un porcentaje menor al establecido en el I.R.
U.I.	No contar con ningún trabajador local dentro de la plantilla laboral.
C.C.	El seguimiento a las actividades de contratación se llevará a cabo en los tiempos programados.
P.C.	Sitio del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	N/A
Indicador de seguimiento	Variación en el nivel de empleo

IMPACTO IDENTIFICADO	
SOC4) DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: SOCIOECONÓMICO / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• La mano de obra durante esta etapa deberá considerarse en su mayoría proveniente de las localidades cercanas al proyecto y principalmente del municipio. • La promovente deberá otorgar prioridad al abastecimiento de servicios como alimentación, hospedaje, recreación, dentro de las poblaciones en la región. • Mejorar los accesos a zonas colindantes al proyecto para el uso de la población local. • Realizar los mantenimientos preventivos y correctivos a los caminos de uso común.
I.R.	N/A
I.E.	N/A
U.A.	N/A
U.I.	N/A
C.C.	N/A
P.C.	Área del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	N/A
Indicador de seguimiento	Funcionamiento de infraestructura

IMPACTO IDENTIFICADO	
PA1) MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD PAISAJÍSTICA POR LA INTERVENCIÓN DE COMPONENTES AJENOS	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: PAISAJE / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Se respetarán las áreas determinadas para el cambio de uso de suelo, para evitar sobrepasar dichas áreas y evitar el cambio del paisaje en áreas no previstas. • Se seguirá el Programa de Manejo Integral de Residuos para evitar el almacenamiento de residuos en las estaciones y causar una alteración negativa al paisaje.

IMPACTO IDENTIFICADO	
PA1) MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD PAISAJÍSTICA POR LA INTERVENCIÓN DE COMPONENTES AJENOS	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	• Los tiempos de construcción se respetarán, evitando con ello la permanencia de la maquinaria y equipo. • Al finalizar la etapa de construcción se deberá realizar una limpieza general de todo el predio del Proyecto. • Se ejecutará un Programa de Reforestación. • Establecer áreas verdes, en las inmediaciones de las instalaciones técnico-administrativas para minimizar en lo posible el efecto visual.
I.R.	Delimitación de zonas a intervenir
I.E.	Presencia y mantenimiento de elementos naturales
U.A.	Presencia de residuos o elementos contaminantes
U.I.	Aglomeramiento de elementos que intervengan el paisaje
C.C.	N/A
P.C.	Área del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	N/A
Indicador de seguimiento	Grado de calidad

IMPACTO IDENTIFICADO	
PA2) MODIFICACIÓN DE LA FRAGILIDAD VISUAL DEL PAISAJE POR EL DESPLANTE DE PANELES, ESTRUCTURAS Y LÍNEA ELÉCTRICA	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
M. – Medida que se empleará	C.C. – Calendario de comprobación
I.R. – Indicador de realización	P.C. – Punto de comprobación
I.E. – Indicador de efectos	R.P.E. – Requerimientos de personal encargado
U.A. – Umbral de alerta	M.U.A. – Medida urgente de aplicación
U.I. – Umbral inadmisible	N.A. – No aplica
MEDIDA: PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN/ FACTOR: PAISAJE / DURACIÓN: TEMPORAL	
M.	• Se respetarán las áreas determinadas para el cambio de uso de suelo, para evitar sobrepasar dichas áreas y evitar el cambio del paisaje en áreas no previstas. • Se seguirá el Programa de Manejo Integral de Residuos para evitar el almacenamiento de residuos en las estaciones y causar una alteración negativa al paisaje. • Los tiempos de construcción se respetarán, evitando con ello la permanencia de la maquinaria y equipo. • Al finalizar la etapa de construcción se deberá realizar una limpieza general de todo el predio del Proyecto. • Se ejecutará un Programa de Reforestación. • Establecer áreas verdes, en las inmediaciones de las instalaciones técnico-administrativas para minimizar en lo posible el efecto visual.
I.R.	Delimitación de zonas a intervenir

IMPACTO IDENTIFICADO	
PA2) MODIFICACIÓN DE LA FRAGILIDAD VISUAL DEL PAISAJE POR EL DESPLANTE DE PANELES, ESTRUCTURAS Y LÍNEA ELÉCTRICA	
ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN	
ABREVIATURAS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
I.E.	Presencia y mantenimiento de elementos naturales
U.A.	Presencia de residuos o elementos contaminantes
U.I.	Aglomeramiento de elementos que intervengan el paisaje
C.C.	N/A
P.C.	Área del proyecto
R.P.E.	Supervisor ambiental
M.U.A.	N/A
Indicador de seguimiento	Grado de calidad

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

El proyecto contempla la inversión de un porcentaje del costo del proyecto para atender los temas ambientales, incluyendo las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como los programas aquí propuestos con los ajustes que determine la autoridad. No obstante, la fijación de fianzas y montos será atendida en caso de que se estipule en el resolutivo del presente estudio por parte de la DGIRA. Los gastos serán medidos a partir de las medidas propuestas, así como en los programas derivados del PVA.



ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO HUERTA PV



USPAE
UNIDAD DE SERVICIOS PROFESIONALES ALTAMENTE ESPECIALIZADOS
INECOL

CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

RWE



Coordinador General
Dr. Rafael Villegas Patraca

Coordinador Técnico de Proyecto
M. en C. Alexandro Medina Chena

Participantes
Dr. Daniel Aguirre Fey
Geógr. César Augusto Gallo Gómez
I.I. Laura Alejandra Barradas Sánchez
Biól. Luis Lagunes Galindo
I.Q. Marga Lorena Sagrero Uscanga
M. en C. Samuel Macías Sánchez
Biól. Rodolfo López Polanco
Geógr. Oswaldo Trinidad Hernández
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

Cartografía
Geóg. César Augusto Gallo Gómez

Coordinación en administración y seguimiento contractual
L.N.I. Mariana Morales Alarcón

Diseño y edición grafico
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1
VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO 3
CLASIFICACIÓN DE VEGETACIÓN Y TASAS DE CAMBIO DE USO DE SUELO 5
Metodología 5
CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y LOS TIPOS DE USO DE SUELO ACTUALES 5
Vegetación y uso del suelo 2018 7
VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO 17
VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 28
VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL 34
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 38
CONCLUSIONES SOBRE LOS PRONÓSTICOS AMBIENTALES 38
VII.5 CONCLUSION GENERAL 39
BIBLIOGRAFÍA 41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. *Relación de imágenes utilizadas en el análisis de cambio de uso de suelo.* 5

Cuadro 2. *Tipos de vegetación identificados en las imágenes SENTINEL y en los recorridos de campo.* 6

Cuadro 3. *Superficie por usos de suelo y vegetación en el SAR del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV –2024.* 7

Cuadro 4. *Superficie y porcentaje por usos de suelo y vegetación en el SAR del Proyecto– Año 2024.* 8

Cuadro 5. *Nuevas clases y códigos para los distintos usos de suelo.* 8

Cuadro 6. *Interpretación de las combinaciones entre códigos de distintas fechas de uso de suelo para obtener los cambios de uso de suelo.* 8

Cuadro 7. *Superficies en Hectáreas y en porcentaje para los distintos usos de suelo en el SAR del proyecto en 2018 y 2024.* 9

Cuadro 8. *Tasas de cambio de uso del suelo para el periodo 2018-2024 en el SAR del proyecto.* 10

Cuadro 9. *Resultados de la modelación de tendencias de cambio de uso del suelo en el SAR para el escenario Sin Proyecto entre 2022 y 2058.* 12

Cuadro 10. *Factores y subfactores ambientales a ser considerados en cuanto a los pronósticos del proyecto.* 13

Cuadro 11. *Tendencia del SAR sin proyecto.* 15

Cuadro 12. *Superficies a ocupar por tipo de cobertura del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV.* 17

Cuadro 13. *Modelación de tendencia de cambio de uso del suelo en el SAR, escenario CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN entre 2024 y 2059.* 18

Cuadro 14. *Potenciales relaciones Causa-Efecto en el SAR del proyecto SIN considerar la implementación de medidas de mitigación.* 22

Cuadro 15. *Tendencia del SAR con el proyecto implementando medidas de mitigación.* 32

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. *Representación espacial de la vegetación y uso del suelo en el Sistema Ambiental Regional (SAR) en 2018 y 2024.* 2

Figura 2. *La actividad agropecuaria, y en particular la ganadería ocupa de manera preponderante los terrenos en el SAR.* 4

Figura 3. *Porcentaje de superficie por vegetación y uso del suelo en el SAR del proyecto 2018 – 2024.* 10

Figura 4. *Distribución del cambio de uso de suelo en el SAR del proyecto para el periodo 2018-2024.* 11

Figura 5. *Gráfico de la tendencia de cambio de uso de suelo en el escenario SIN PROYECTO hasta el año 2059.* 13

Figura 6. *Distribución del cambio de uso de suelo en el predio, considerando la inserción del proyecto.* 19

Figura 7. *Gráfico de la tendencia de cambio de uso de suelo en el escenario CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN hasta el año 2059.* 20

Figura 8. *Ejemplo de relaciones causales entre impactos mitigados y sus medidas en la etapa de preparación del sitio y construcción.* 29

Figura 9. *Ejemplo de relaciones causales entre impactos esperados y medidas propuestas relacionadas a los residuos generados por el proyecto.* 30

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se presenta un análisis de los posibles escenarios ambientales a futuro en el Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV (Huerta PV), a desarrollarse en el municipio de Epitacio Huerta, Michoacán, a partir de las tres premisas indicadas en la guía para la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental de la SEMARNAT:

1. Escenario del SAR SIN Proyecto. Con las tendencias de deterioro o recuperación de los distintos tipos de vegetación de la región, considerando las tasas de cambio actuales.
2. Escenario del SAR CON Proyecto y SIN medidas de Mitigación. Es decir, con las tendencias de deterioro o recuperación de los distintos tipos de vegetación de la región, considerando las tasas de cambio actuales, e introduciendo el proyecto, pero sin la implementación de medidas de mitigación, compensación y prevención propuestas en el capítulo VI.
3. Escenario del SAR CON Proyecto y CON medidas de Mitigación. Aquí se usan las tendencias de deterioro o recuperación en los distintos tipos de vegetación de la región, considerando las tasas de cambio actuales, e introduciendo el proyecto junto con las medidas de mitigación, compensación y prevención propuestas en el capítulo VI.

Para la construcción de los escenarios descritos, la herramienta principal son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para la obtención de las tasas de cambio de uso de suelo desde el año 2018 a 2024, que a su vez alimentan un modelo de simulación que extrapola la información y la proyecta 35 años más, desde el 20234 hasta el año 2059 (para efectos prácticos se considera el año 2024 como año de desarrollo del proyecto), siguiendo las tendencias de deterioro y recuperación para cada uno de los tipos de vegetación y uso del suelo existentes en el SAR.

Se destaca la importancia de los tipos de vegetación o unidades ambientales que fueron identificadas como de mayor relevancia en el diagnóstico ambiental elaborado en el capítulo IV, así como la identificación y cuantificación de impactos ambientales en el capítulo V, y las estrategias, medidas de prevención y mitigación de esos impactos propuestas en el capítulo VI (*Figura 1*).

En ese sentido, y considerando que las tendencias de cambio de uso de suelo documentadas presentan grandes patrones a nivel regional, no se establece una tasa de cambio de uso de suelo sectorizada, sino una misma tendencia por el desarrollo de actividades productivas en el SAR.

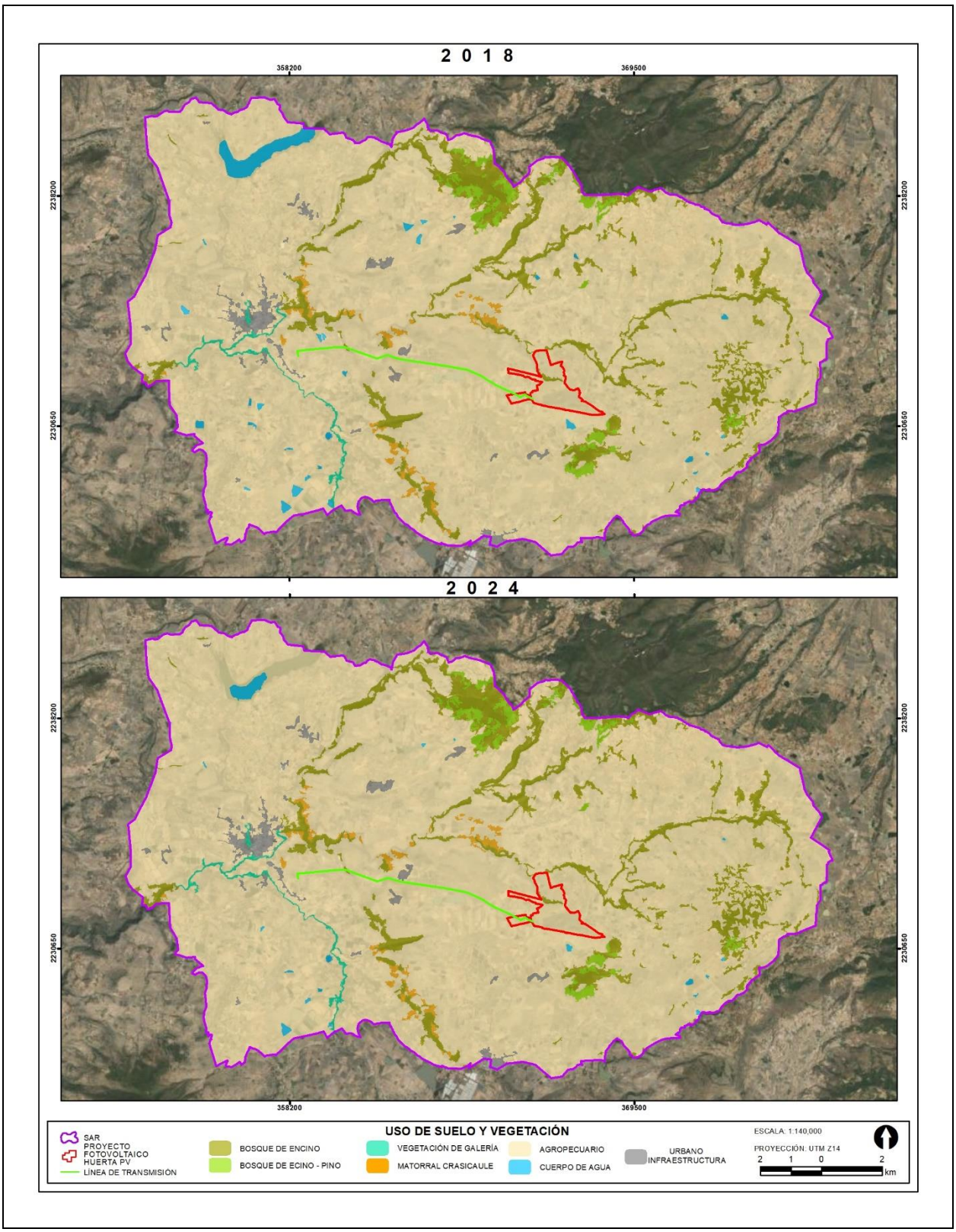


Figura 1. Representación espacial de la vegetación y uso del suelo en el Sistema Ambiental Regional (SAR) en 2018 y 2024.

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

El Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV posee una superficie de 248.39 km^2, que en el escenario actual del año 2024 posee siete diferentes tipos de vegetación o usos del suelo: 7 categorías, las cuales reflejan los distintos tipos de uso de suelo y vegetación de la zona, mismas que fueron determinadas y sustentadas con trabajo de campo, trabajo de gabinete e interpretación visual sobre la imagen clasificada: bosque de encino, bosque de encino-pino, vegetación de galería, matorral crasicaule, agropecuario (agricultura y pastizal), cuerpo de agua, y urbano-infraestructura.

Con el análisis de dichos usos de suelo durante el diagnóstico ambiental, se observó que 220.99 km^2, equivalente al 88.97 % del SAR corresponde al uso del suelo agropecuario, seguido de unos 17.66 km^2 de bosque de encino, equivalente al 7.11 % del SAR.

Si se agrupa el uso del suelo agropecuario con lo clasificado como urbano y de infraestructura, se tiene que el 90.21% del SAR corresponde a áreas impactadas o transformadas por el ser humano. El restante 9.79% de la superficie del SAR está ocupada por bosque de encino (7.11%), bosque de encino-pino (1.18%), matorral crasicaule (0.72%), vegetación de galería (0.44%) y cuerpos de agua (0.35%).

En términos generales la región comprendida en el SAR del proyecto cuenta con diversos asentamientos humanos o áreas de población, y se realizan en ella numerosas actividades productivas, que como ya se ha dicho, la más relevante es la del uso agropecuario, contando con diversos cultivos y ranchos para la cría del ganado vacuno, principalmente, que es la actividad actual de la totalidad del área del predio del proyecto.

Otra actividad realizada de manera extensa en el SAR y en la proximidad del predio es la extracción de materiales del subsuelo, principalmente grava volcánica roja y negra, producida por los numerosos aparatos volcánicos de la región.

Es de esperarse que las tendencias de cambio de uso de suelo en el SAR sigan una tendencia de cierto grado de estabilidad similar al curso actual, independientemente de la implementación o no del proyecto (*Figura 2*).



Figura 2. La actividad agropecuaria, y en particular la ganadería ocupa de manera preponderante los terrenos en el SAR.

CLASIFICACIÓN DE VEGETACIÓN Y TASAS DE CAMBIO DE USO DE SUELO

METODOLOGÍA

Imágenes de satélite empleadas

Para determinar el Uso de Suelo y Vegetación del SAR del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV, se analizaron imágenes satelitales de distintas fechas las cuales fueron obtenidas por los satélites Sentinel 2-A, mismas que presentan una resolución espacial de 10m por píxel respectivamente (*Cuadro 1*).

Cuadro 1. Relación de imágenes utilizadas en el análisis de cambio de uso de suelo.

SATÉLITE	FECHA DE LA ESCENA	RESOLUCIÓN ESPACIAL
Sentinel 2A	03/05/2024	10 metros
	26/03/2018	

Pre-procesamiento de las escenas

Una vez descargadas las imágenes de los servidores de Internet se empezaron a procesar con el software ArcGis 10.8, en donde se unieron las distintas bandas espectrales que conforman a cada una de las imágenes. Posteriormente las escenas fueron recortadas para la zona del SAR, ello con la finalidad de excluir zonas que no interesan en el análisis

CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y LOS TIPOS DE USO DE SUELO ACTUALES

Se comenzó por clasificar la imagen del año más reciente (2024); ello con el fin de conocer el paisaje actual ya que teniendo este conocimiento previo es más sencillo interpretar las imágenes de años anteriores. Por tal motivo fue necesario obtener mediante un GPS la localización geográfica de los distintos tipos de vegetación; para lo cual se emplearon todos los puntos recolectados en los muestreos y transectos que se realizaron durante los trabajos de campo al interior del SAR (27 de mayo al 7 de junio y del 26 de agosto al 6 de septiembre del 2024).

Habiendo verificado el tipo de vegetación en campo se cargaron estos puntos en el software ArcMap 10.8 para visualizarlos en conjunto con la imagen de satélite. Mediante ello se pudieron apreciar visualmente las características de color y textura que muestra la imagen en el sitio que se visitó y en cual se identificó la vegetación.

Tomando en cuenta las observaciones de los recorridos de campo y la interpretación visual de la imagen satelital se procedió a crear más puntos en la computadora (sitios de entrenamiento), para realizar la clasificación supervisada. Se crearon un total de 57 sitios de entrenamiento, combinando entre sí los puntos de verificación en campo y los puntos realizados visualmente tomando en cuenta las características de textura y color de la imagen.

Posteriormente en el software ArcMap 10.8 se realizó la clasificación supervisada usando la combinación de bandas RGB 4-3-2 (infrarrojo). Se usó el algoritmo de máxima verosimilitud (Maximum Likelihood) y se obtuvieron las firmas espectrales de cada sitio de entrenamiento, las cuales permiten diferenciar los objetos en la superficie terrestre (tipos de vegetación) ya que emiten distintos patrones de reflectancia característicos para cada uso del suelo y tipo de vegetación.

Finalmente, después de haber generado varias clasificaciones se tomó la que más se asemejaba a la realidad y que no confundía distintos usos de suelo o de vegetación. Inmediatamente de ello, la clasificación se convirtió en formato vectorial con la herramienta Raster to polygon, lo que permitió realizarle una minuciosa verificación visual en donde se hicieron correcciones manuales para asegurar que no hubiera zonas que se confundieran con otro tipo de vegetación y si fuera así recodificar o editar la zona que tuviera error. Cabe hacer mención que se eliminaron todas las superficies/polígonos menores a 1 hectárea, ello con la finalidad de aplicarle un refinamiento cartográfico a los datos (mínimo cartografiable).

Adicionalmente, las áreas urbanas y sitios con infraestructura antrópica fueron digitalizados en pantalla sobre la imagen de satélite para posteriormente anexarlos a la clasificación previa.

Para obtener la clasificación supervisada algo que también fue de ayuda es el empleo de distintas fuentes de información para comprobar la clasificación, como es el caso de otras clasificaciones de uso de suelo existentes (INEGI serie VII) o incluso una aplicación que vincula al SIG ArcMap 10.8 con Google Earth y se puede visualizar la misma zona en ambos programas con fines de validación.

Como resultado, se detectaron siete categorías, las cuales reflejan los distintos tipos de uso de suelo y vegetación de la zona, mismas que fueron determinadas y sustentadas con trabajo de campo, trabajo de gabinete (Uso de suelo y Vegetación INEGI Serie VII), e interpretación visual sobre la imagen clasificada (*Cuadro 2*).

Cuadro 2. Tipos de vegetación identificados en las imágenes SENTINEL y en los recorridos de campo.

TIPO DE VEGETACIÓN/USO DE SUELO
Bosque de encino
Bosque de encino - pino
Vegetación de galería
Matorral Crasicaule
Agropecuario
Cuerpo de agua
Urbano - Infraestructura

Para mostrar las afectaciones que se realizará a la vegetación del predio se generó una copia de la clasificación del satélite SENTINEL 2A 2024, en donde se le unieron todas las obras que removerán o

alteraran la vegetación (área de módulos fotovoltaicos, caminos internos, subestación eléctrica, derecho de vía de la línea de transmisión, etc.); ello con la finalidad de tener una "nueva" clasificación de uso de suelo y vegetación que muestre que las obras del predio ya están construidas (2024 con remociones).

VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO 2018

Después de haber obtenido la clasificación para el año actual (2024) y con la finalidad de generar el uso de suelo del año anterior, fue necesario aplicar un método de clasificación visual interdependiente el cual fue propuesto por la FAO (1996); dicho método consiste en actualizar una fecha específica (final o anterior) partiendo de otra previamente interpretada (inicial o actual). Es decir, al uso de suelo y vegetación más reciente (2024) se le generó una copia para después sobreponerlo sobre la imagen de satélite del año 2018 y a partir de la interpretación visual se modificaron únicamente los límites de los polígonos en los que se apreciaron cambios (*Cuadro 3*).

Cuadro 3. Superficie por usos de suelo y vegetación en el SAR del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV –2024.

TIPO	AREA KM^2	HECTÁREAS
Bosque de encino	17.66	1765.90
Bosque de encino - pino	2.94	293.87
Vegetación de galería	1.08	108.36
Matorral Crasicaule	1.78	177.72
Agropecuario	220.99	22098.61
Cuerpo de agua	0.87	87.19
Urbano - Infraestructura	3.07	307.27
Total	**248.39**	**24,838.92**

Con el análisis de la información obtenida, se identificó que el SAR en el que se desarrollará el proyecto y sus obras complementarias cuenta con un grado de transformación extremadamente alto, ya que el 88.97 % del SAR corresponde al uso del suelo agropecuario, y al sumarlo con lo clasificado como urbano y de infraestructura, se tiene que el 90.21% del SAR corresponde a áreas impactadas o transformadas por el ser humano.

Por el contrario, considerada en conjunto, la superficie del SAR que presentaría unidades ambientales naturales o que no presenten un deterioro aparente a nivel de imágenes satelitales es solamente de un 9.785%, incluyendo un 7.109 % de bosque de encino, 1.183% de bosque de encino-pino, 0.715% de matorral crasicaule y 0.436% de vegetación de galería.

Esta proporción refleja un intenso uso del suelo en actividades productivas a escala regional. Las superficies y porcentajes de los usos de suelo y unidades ambientales en el sistema en el año 2024 pueden observarse en el *Cuadro 4*.

Cuadro 4. Superficie y porcentaje por usos de suelo y vegetación en el SAR del Proyecto– Año 2024.

TIPO	AREA KM²	HECTÁREAS	AREA M²	PORCENTAJE %
Bosque de encino	17.66	1765.90	1,765,9001.56	7.109
Bosque de encino - pino	2.94	293.87	293,8708.74	1.183
Vegetación de galería	1.08	108.36	108,3588.27	0.436
Matorral Crasicaule	1.78	177.72	177,7167.58	0.715
Agropecuario	220.99	22098.61	22,098,6125.77	88.968
Cuerpo de agua	0.87	87.19	87,1939.55	0.351
Urbano - Infraestructura	3.07	307.27	307,2687.57	1.237
Total	248.39	24,838.92	248,389,219.04	100

Detección de cambios y tasa de deforestación

Después de obtener las clasificaciones de uso de suelo de los años 2018 y 2024 estas fueron recategorizadas. El procedimiento para recategorizarlas consiste en agrupar los distintos usos de suelo en dos clases, Cobertura forestal-vegetal y Zona deforestada, quedando de la siguiente manera (*Cuadro 5*):

Cuadro 5. Nuevas clases y códigos para los distintos usos de suelo.

USO DE SUELO	CLASE	CÓDIGO
Bosque de encino	Cobertura forestal - vegetal	1
Bosque de encino - pino	Cobertura forestal - vegetal	1
Vegetación de galería	Cobertura forestal - vegetal	1
Matorral Crasicaule	Cobertura forestal - vegetal	1
Agropecuario	Zona deforestada	2
Cuerpo de agua	Zona deforestada	2
Urbano - Infraestructura	Zona deforestada	2

Posteriormente se utilizó la herramienta Combine en ArcMap 10.8, la cual permitió combinar las distintas clasificaciones entre sí para obtener como resultado final el análisis de cambios multitemporales; mismos que permiten conocer que transformaciones ha sufrido el SAR a lo largo de 20 años (2003-2023).

De la combinación de códigos de las diferentes capas multitemporales se obtienen cuatro distintas clasificaciones: Cobertura forestal-vegetal sin cambios, Zonas deforestadas sin cambios, Deforestación – Impacto y Regeneración (*Cuadro 6*).

Cuadro 6. Interpretación de las combinaciones entre códigos de distintas fechas de uso de suelo para obtener los cambios de uso de suelo.

CÓDIGO AÑO MÁS ANTIGUO	CÓDIGO AÑO MÁS RECIENTE	INTERPRETACIÓN
1	1	Cobertura forestal - vegetal sin cambios

CÓDIGO AÑO MÁS ANTIGUO	CÓDIGO AÑO MÁS RECIENTE	INTERPRETACIÓN
1	2	Deforestación – Impacto
2	2	Zonas deforestadas sin cambios
2	1	Regeneración

Por otra parte, después de haber obtenido las superficies de cada uso de suelo se calculó la tasa de cambio de uso del suelo y vegetación, misma que se estimó con la ecuación propuesta por Palacio-Prieto *et al.,* 2004; la cual es:

$$\delta n = (S2/S1)1/n - 1$$

Donde:
δn = tasa de cambio (para expresar en %, multiplicar por 100)
S1 = superficie forestal, al inicio del periodo
S2 = superficie forestal, al final del periodo
1/n= número de años del período analizado

Cuadro 7. Superficies en Hectáreas y en porcentaje para los distintos usos de suelo en el SAR del proyecto en 2018 y 2024.

UNIDAD	2018 (HA)	% AÑO 2018	2024 (HA)	% AÑO 2024
Bosque de encino	1,767.532	7.116	1765.90	7.109
Bosque de encino - pino	294.412	1.185	293.87	1.183
Vegetación de galería	107.782	0.434	108.36	0.436
Matorral Crasicaule	177.712	0.715	177.72	0.715
Agropecuario	21,952.082	88.378	22098.61	88.968
Cuerpo de agua	255.022	1.027	87.19	0.351
Urbano - Infraestructura	284.382	1.145	307.27	1.237
Total	**297.96**	**100**	**24,838.92**	**100**

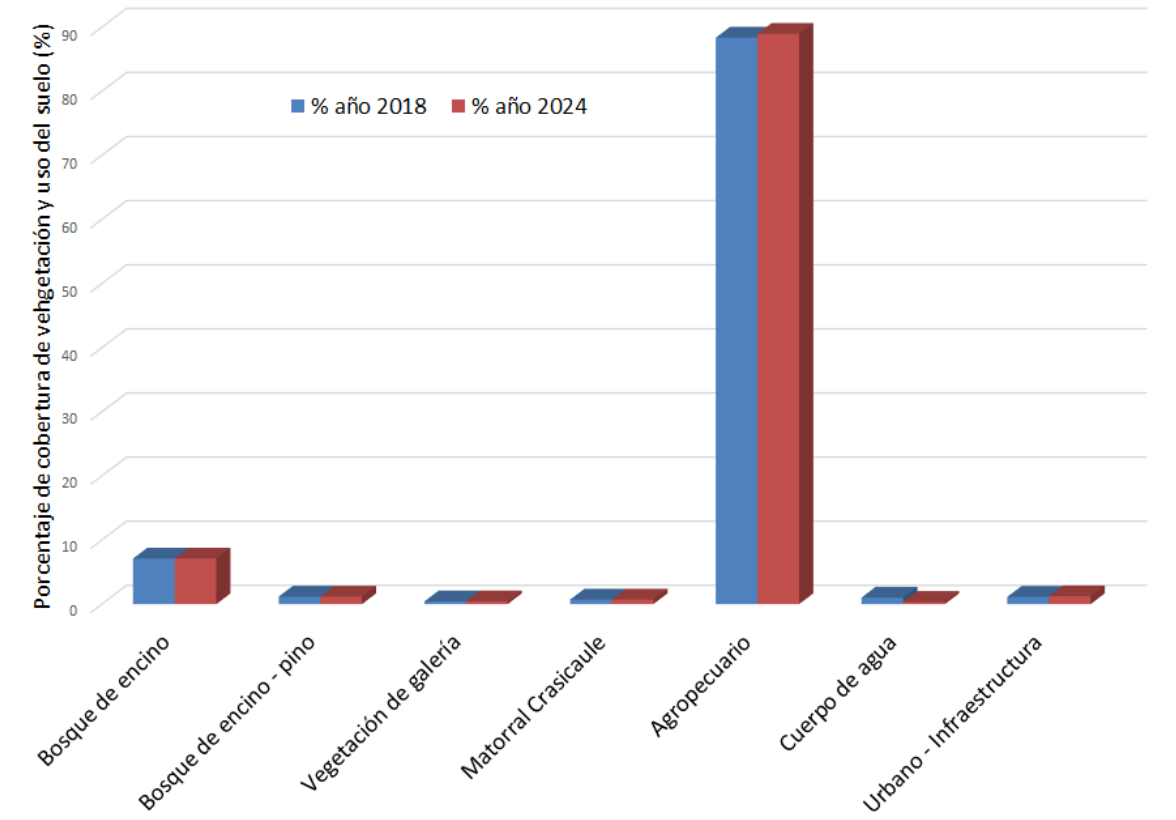


Figura 3. Porcentaje de superficie por vegetación y uso del suelo en el SAR del proyecto 2018 – 2024.

Puede observarse que no hay una pérdida o incremento altamente significativo de unidades de vegetación natural en el SAR, aunque si se presenta un agregado apreciable de 22.63 ha en la superficie de infraestructura urbana y de servicios en el periodo de 6 años entre 2018 y 2024, equivalente a una tasa de 1.2843, así como un incremento de 144.63 ha en la superficie agropecuaria, equivalente a una tasa de 0.1095 en el mismo periodo (*Figura 3* y *Cuadro 8*).

Cuadro 8. Tasas de cambio de uso del suelo para el periodo 2018-2024 en el SAR del proyecto.

TASA DE CAMBIO	2018-2024
Bosque de encino	0.0000
Bosque de encino - pino	0.0000
Vegetación de galería	0.0910
Matorral Crasicaule	0.0000
Agropecuario	0.1095
Urbano - Infraestructura	1.2843

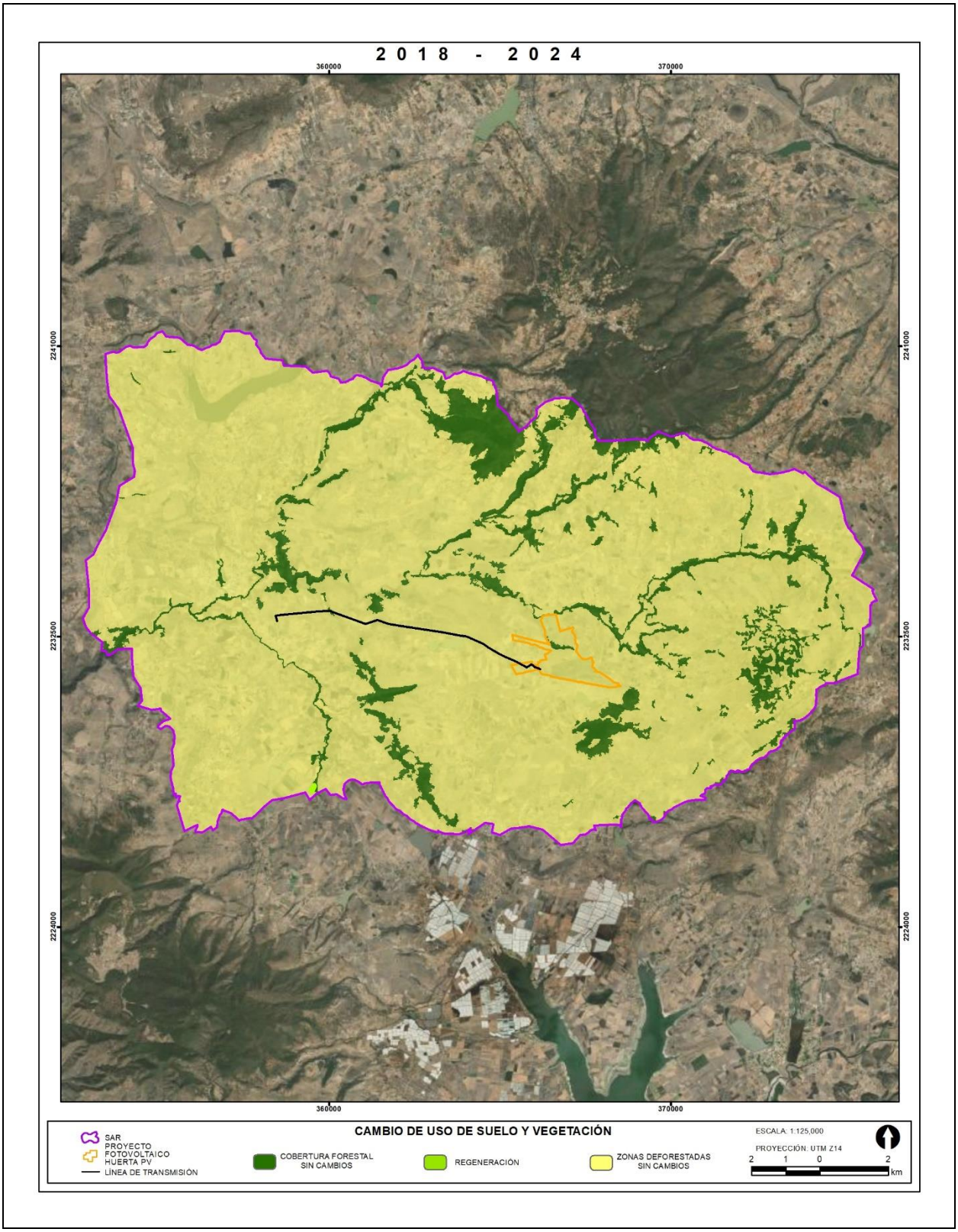


Figura 4. Distribución del cambio de uso de suelo en el SAR del proyecto para el periodo 2018-2024.

Esto significa que no existen condiciones ni se espera que se presenten en el corto y mediano plazo, núcleos poblacionales hacia centro y el sur del SAR, y esto puede corroborarse en el mapa de la distribución del cambio del uso del suelo en el periodo 2018-2024 (*Figura 4*).

Simulación de tendencias actuales con el escenario sin proyecto al año 2058

Con los datos de superficie para cada uno de los usos de suelo, las tasas de deforestación y las unidades ambientales críticas identificadas en el diagnóstico ambiental se realizó la simulación de cambio de uso de suelo para emitir el pronóstico ambiental del escenario sin proyecto, extrapolando la información conocida para obtener un escenario probable a futuro, específicamente hasta el año 2059, considerado una ventana de tiempo representativa en el mediano plazo. Los resultados obtenidos son los siguientes (*Cuadro 9*).

Cuadro 9. Resultados de la modelación de tendencias de cambio de uso del suelo en el SAR para el escenario Sin Proyecto entre 2022 y 2058.

UNIDAD AMBIENTAL	2024		2059 SIN PROYECTO
	SUPERFICIE INICIAL (HA)	PORCENTAJE ACTUAL %	PORCENTAJE FUTURO %
Bosque de encino	1767.532	7.12	6.90
Bosque de encino - pino	294.412	1.19	1.15
Vegetación de galería	107.782	0.72	0.43
Matorral Crasicaule	177.712	0.44	0.69
Agropecuario	21952.082	88.96	89.08
Urbano - Infraestructura	284.382	1.24	1.74

En la *Figura 5* se muestra la tendencia de cambio de uso de suelo para el SAR en el escenario sin proyecto, en el que se observa la tendencia lineal desde el año 2024 hasta el año 2059, a partir de la extrapolación ya explicada.

La tendencia ambiental más significativa en el SAR es el incremento de la superficie ocupada por asentamientos humanos, y actividades agropecuarias, en un plazo estimado de 35 años en el futuro sería parte de las tendencias ambientales más generalizadas en el territorio nacional, previa e independientemente al desarrollo del proyecto, aunque con un reducido incremento en el deterioro ambiental, debido a que el uso del suelo ya es ocupado en su mayoría por esas mismas actividades.

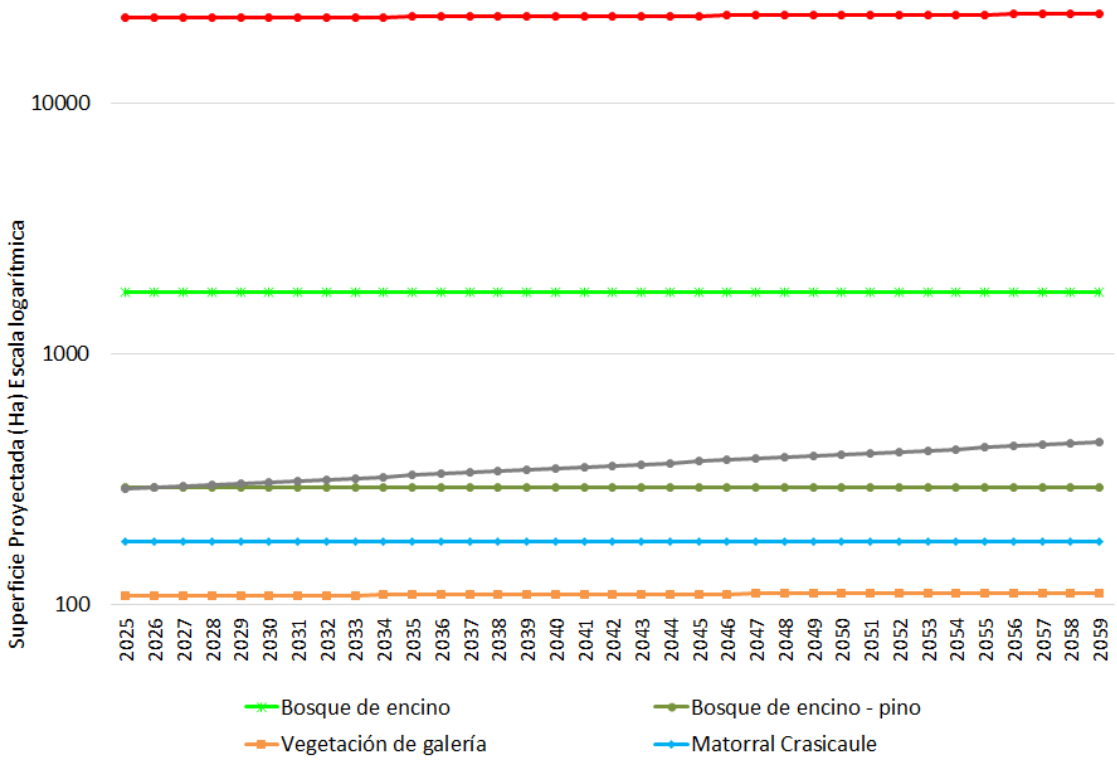


Figura 5. Gráfico de la tendencia de cambio de uso de suelo en el escenario SIN PROYECTO hasta el año 2059.

En el *Cuadro 11* se presenta un resumen de la tendencia por factores ambientales que se considera como el escenario de inserción del proyecto, mostrando las características de deterioro que han podido ser identificadas en el SAR, y que concuerdan con los análisis de modificación de la superficie por tipos de vegetación y uso del suelo.

Cuadro 10. Factores y subfactores ambientales a ser considerados en cuanto a los pronósticos del proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	SUBFACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	UNIDAD
Atmósfera	Calidad del aire	Índice de calidad del aire	%
	Nivel de polvo	Concentración de polvos en el aire	mg/m^3
	Nivel de ruido y vibraciones	Nivel sonoro	dB A
Geomorfología	Relieve	Grado de modificación	Estimativo (m^3 y pendiente)
Suelo	Erosión	Pérdida de suelo	%, ppm, g/l
	Características fisicoquímicas	Grado de contaminación	Tm/ha, año
	Uso del suelo	Ocupación de uso del suelo	m^2/%
Agua	Características fisicoquímicas del agua	Índices de calidad del agua	Índice
	Infiltración	Porcentaje de reducción de área permeable	%

FACTOR AMBIENTAL	SUBFACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	UNIDAD
	Escurrimiento superficial	Variación de volumen	Hm^3
Flora	Cobertura vegetal	Porcentaje de la superficie vegetal	%
	Especies singulares	Índice de la población afectada	%, adimensional
Fauna	Especies y poblaciones terrestres	Población afectada ponderada	%
	Especies singulares	Índice de Población afectada ponderada	%, adimensional
	Especies y poblaciones voladoras	Población afectada ponderada	%
	Hábitat faunístico	Hábitat afectado	%
Paisaje	Calidad escénica	Grado de calidad	%, adimensional
	Fragilidad visual	Áreas vistas	adimensional
Economía y población	Nivel de empleo	Variación en el nivel de empleo	%
	Derrama económica	Incremento de ingresos	%
	Infraestructura y servicios	Variación de los sectores afectados	%

Cuadro 11. Tendencia del SAR sin proyecto.

TENDENCIA DEL SAR SIN PROYECTO			
FACTOR	**SUB-FACTOR**	**SITUACIÓN**	**TENDENCIA**
Aire	Calidad del aire, nivel de polvos	La región no cuenta con monitoreo de calidad del aire, y en las inmediaciones del SAR y del proyecto no hay un sistema permanente de monitoreo para dar seguimiento al tema.	A pesar del extenso uso de la superficie agropecuaria, se considera que el SAR tiene buena calidad del aire, exceptuando eventos aislados de dispersión de polvo durante algunas actividades de la ganadería.
Geoformas	Relieve	La geomorfología de la región es compleja, y se cuentan con afloramientos rocosos en el SAR y aprovechamientos mineros, incluyendo la extracción de grava volcánica.	Las tendencias de uso del suelo agropecuario no necesariamente estarían incidiendo de manera significativa en las geoformas.
Agua	Características fisicoquímicas del agua	Existen cuerpos de agua artificiales o jagueyes y algunos escurrimientos temporales en el predio del proyecto. A nivel de SAR se presentan numerosas corrientes acentuadas en lluvias.	No existen muchos registros de calidad del agua subterránea, pero los que hay muestran un grado medio de contaminación.
	Infiltración		
	Escurrimiento superficial	Existen altos volúmenes de precipitación en la temporada de lluvias en la región, dando como resultado una alta variación en el volumen de escurrimientos superficiales.	Se presenta un grado variable de contaminación en agua superficial, y se puede inferir algunas afectaciones a largo plazo en la calidad del agua superficial en el SAR.
Suelo	Erosión	La región se caracteriza por tener un intenso uso y aprovechamiento del recurso edafológico, aunque también se le brinda un adecuado tratamiento para mejorar la productividad. Es poco frecuente que se vea alterado por factores naturales.	La tendencia hacia erosión y contaminación del suelo a nivel regional es intensa, aunque como ya se ha mencionado, se cuenta con prácticas de conservación del suelo y con procesos de captación e infiltración de la precipitación.
	Características fisicoquímicas (contaminación)	La contaminación del suelo a nivel regional se puede asociar con prácticas como la agricultura y en mayor medida, con la ganadería.	
Flora	Cubierta vegetal	Pérdida de cobertura y fragmentación la vegetación por el desarrollo agropecuario, principalmente.	El 90.21% del SAR corresponde a áreas impactadas. Independientemente de la construcción o no del proyecto, el SAR ya tiene un elevado grado de transformación.
	Diversidad de especies	Disminución de especies primarias por la transformación del hábitat.	La disminución de especies primarias depende directamente de la tasa de transformación del hábitat, que es particularmente alta.
Fauna	Especies y poblaciones terrestres y voladoras	Aunque el área de SAR actualmente presenta alto grado de transformación, se tiene que el grado de biodiversidad se puede considerar como medio.	La tendencia elevada de presión a nivel del SAR, debido a las actividades agropecuarias.
	Fragmentación del hábitat faunístico		
Sociedad y economía	Nivel de empleo	La ocupación en la región se concentra en el sector agropecuario.	Toda la región comprendida en el SAR tiene un alto grado de expansión por actividades productivas agropecuarias.
	Economía local	La economía local se basa en las actividades agropecuarias, extensamente representadas a nivel de SAR.	
	Servicios e infraestructura	Nivel medio de servicios.	Hay una provisión media de servicios en el SAR, asociado al enfoque de las actividades productivas.

TENDENCIA DEL SAR SIN PROYECTO			
FACTOR	**SUB-FACTOR**	**SITUACIÓN**	**TENDENCIA**
Paisaje	Calidad paisajística	Riqueza paisajística media a baja a nivel del SAR.	Hay un alto grado de deterioro del paisaje en todo el SAR.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

A partir de las tendencias de cambio del escenario descrito previamente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes que generará el proyecto a nivel de superficies de ocupación en el sistema ambiental y sin considerar medidas de mitigación, se elaboró una proyección de los potenciales cambios de uso del suelo en el mismo SAR.

Las obras permanentes del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV se realizarán sobre una superficie total de apenas 143.114 ha o 1.43 km^2 (*Cuadro 12*), de las cuales la gran mayoría corresponde a sitios actualmente dedicados a actividades agropecuarias (particularmente de encierros de ganadería de toros de lidia), con 143.091 ha, en un predio con superficie de 239.524 ha. La única superficie con vegetación natural que se afectará corresponde a un área de 225.84 m^2 (metros cuadrados) de bosque de encino (0.023 ha), correspondientes a un camino de acceso del proyecto.

Cuadro 12. Superficies a ocupar por tipo de cobertura del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV.

TIPO DE COBERTURA	SUPERFICIE	
	M^2	HA
Bosque de encino	225.847	0.023
Agropecuario	1430911.673	143.091
Total	1431137.520	143.114

En total, las obras requerirán una superficie equivalente al 0.58 % de la superficie global del SAR, por lo que se evalúa como muy poco significativa desde el punto de vista ambiental, pero además esa superficie no implica el cambio de uso del suelo, ya que como se ha mencionado antes, prácticamente la totalidad del proyecto usará áreas actualmente utilizadas para actividades agropecuarias y de ganadería.

En el *Cuadro 13* se muestra la superficie en hectáreas y el porcentaje de remoción de vegetación o uso de suelo de acuerdo con la misma metodología en el Sistema Ambiental Regional, pero esta vez restando la superficie intervenida por obras a partir de 2024. Se muestra la tendencia de cambio de uso de suelo para el SAR con su variación hasta el año 2059.

Desde el punto de vista del cambio de uso de suelo potencial en la región de estudio, el proyecto no muestra una modificación significativa a las tasas de cambio de uso del suelo existentes. El escenario de partida para la modelación es tan similar, que la cifra resultante y la proyección de las tendencias no muestran modificaciones perceptibles.

Cuadro 13. Modelación de tendencia de cambio de uso del suelo en el SAR, escenario CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN entre 2024 y 2059.

UNIDAD AMBIENTAL	2024		2059 SIN PROYECTO
	SUPERFICIE INICIAL (HA)	PORCENTAJE ACTUAL %	PORCENTAJE FUTURO %
Bosque de encino	1767.532	7.12	6.94
Bosque de encino - pino	294.412	1.19	1.16
Vegetación de galería	107.782	0.72	0.44
Matorral Crasicaule	177.712	0.44	0.70
Agropecuario	21952.082	88.96	89.02
Urbano - Infraestructura	284.382	1.24	1.75

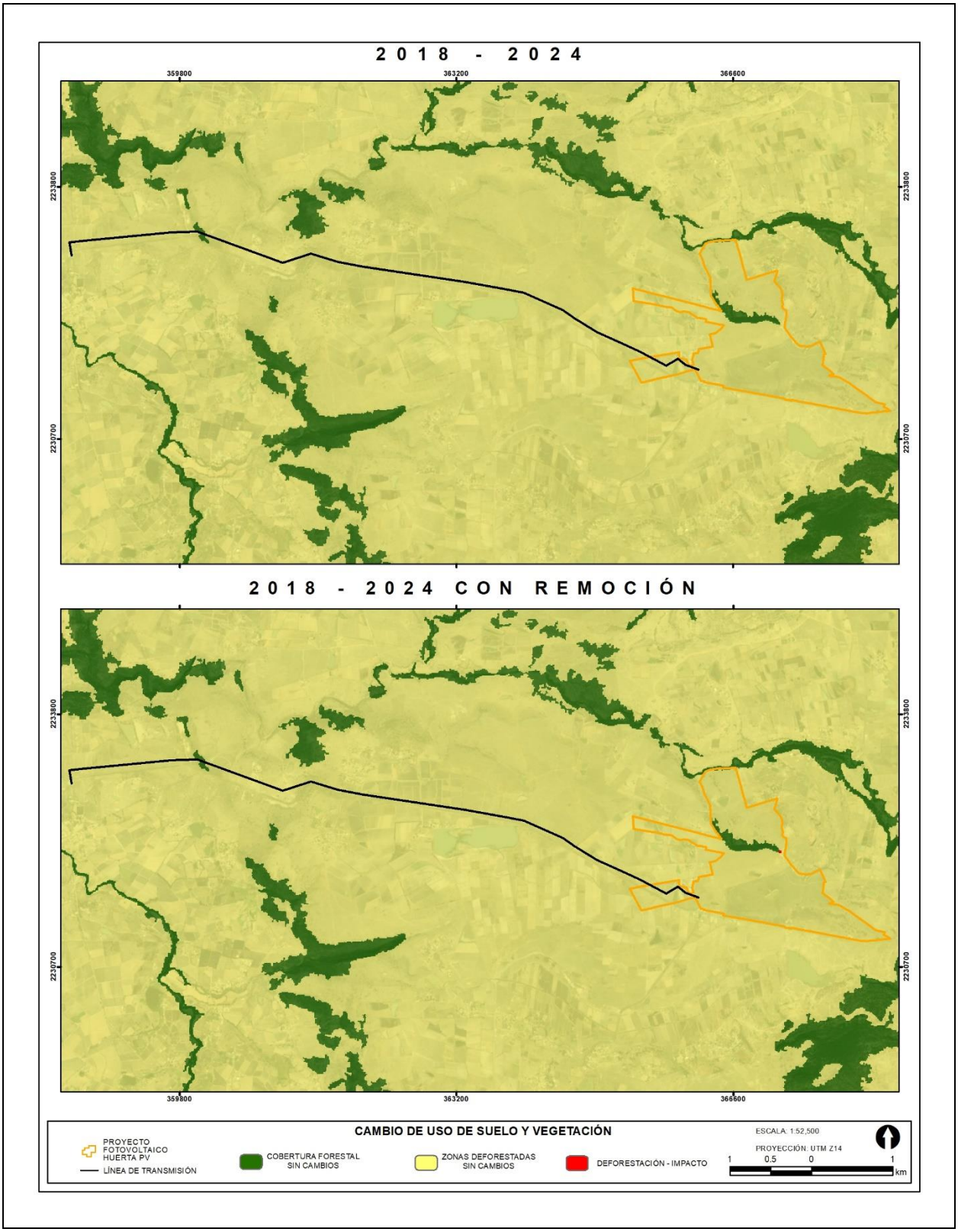


Figura 6. Distribución del cambio de uso de suelo en el predio, considerando la inserción del proyecto.

De acuerdo con las condiciones ambientales del SAR, es posible afirmar que la inserción de la obra en la matriz paisajística provocará cambios poco significativos, y que no es posible observar un efecto notable del cambio de uso del suelo en el primer año de la proyección de las tendencias de cambio de unidades ambientales, durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, aunque sí se percibe el potencial cambio en la proporción de superficie urbanizada, debido a las actividades agropecuarias inherentes de la región y no en relación con el proyecto (*Figura 7*).

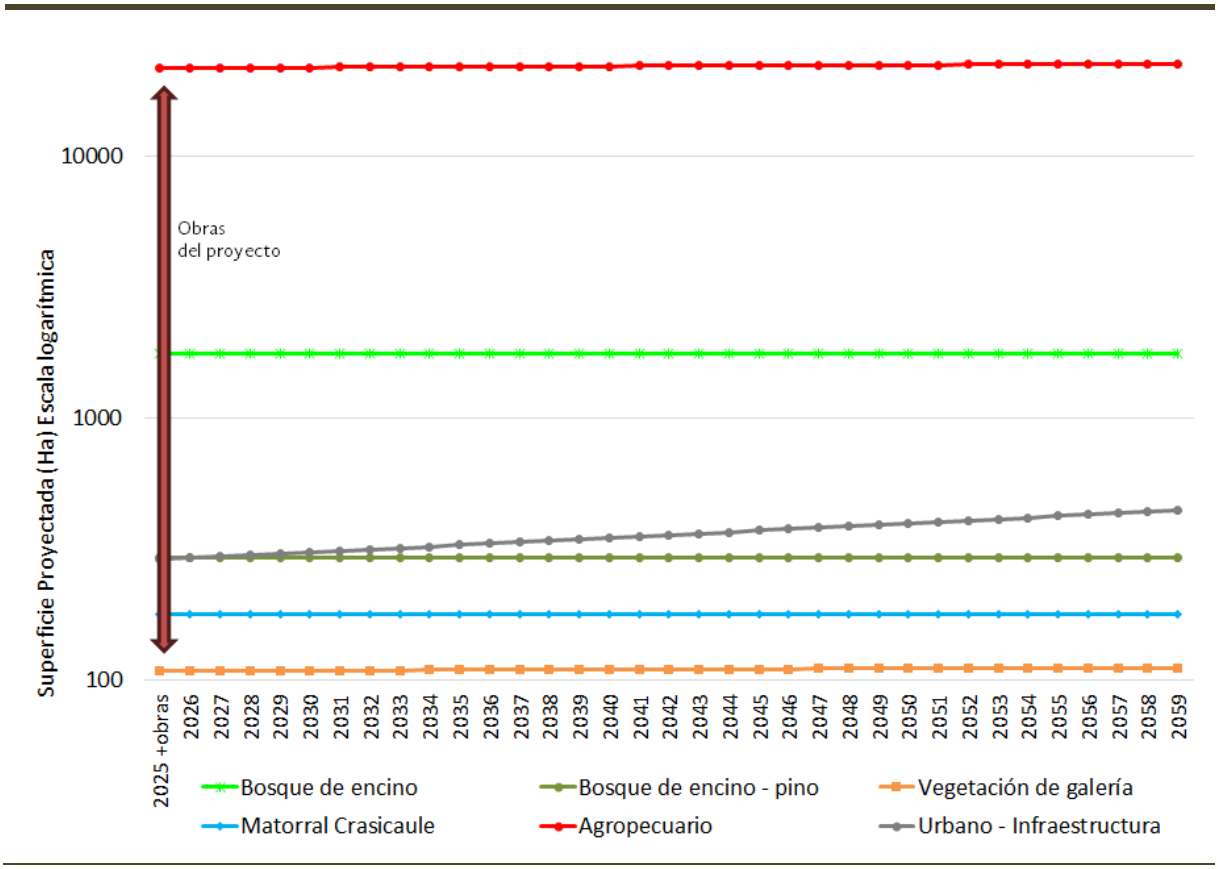


Figura 7. Gráfico de la tendencia de cambio de uso de suelo en el escenario CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN hasta el año 2059.

Al comparar las cifras de composición porcentual por tipo de vegetación y uso del suelo del último año en ambas proyecciones realizadas: escenario sin proyecto y escenario con proyecto y sin medidas de mitigación, se observa que no hay diferencias significativas entre las superficies finales de vegetación y uso del suelo en ambos casos.

La modificación más importante sigue siendo la reducción pronosticada del matorral desértico rosetófilo en cualquiera de los dos escenarios: proyecto sin medidas de mitigación o escenario de tendencia actual sin considerar la introducción del proyecto.

A través del análisis de los aspectos ambientales que pudieran modificarse por proyecto, se considera que ningún aspecto como la calidad del aire o la provisión de agua en cantidad y calidad no se verá afectada por el proyecto a nivel subcuenca ni predio, de igual manera la captura de carbono y generación de oxígeno realizada por la flora tampoco disminuirá de manera significativa o relevante.

De igual manera la capacidad de recuperación del suelo y amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales que brinda el ecosistema completo, más allá de las tendencias de incremento de la superficie urbanizada que ya se presenta de manera histórica en la región. Este aspecto será regulado mediante la aplicación de las medidas de mitigación y compensación.

Fuera de los aspectos mencionados, el riesgo potencial de afectación a los patrones de erosión no es particularmente significativo en el SAR.

En el *Cuadro 14*, se analizan las potenciales relaciones Causa-Efecto en el SAR del proyecto SIN considerar la implementación de medidas de mitigación que tendría desarrollar el proyecto sin implementar las medidas de mitigación y los programas ambientales ya descritos en el capítulo anterior.

Cuadro 14. Potenciales relaciones Causa-Efecto en el SAR del proyecto SIN considerar la implementación de medidas de mitigación.

ETAPA	ACTIVIDAD	RELACIÓN CAUSA-EFECTO
Preparación del sitio.	Desmonte, Despalme, caminos y obras provisionales.	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se generarán alteraciones en el relieve debido al retiro de vegetación y movimiento de tierras, aunque estas ocurrirán en áreas agropecuarias.
		• Se podría incrementar el riesgo de erosión al sufrir modificaciones en la estructura y composición del suelo. • Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Sin medidas de mitigación, se podría modificar el patrón de drenaje natural. • Durante la operación de la maquinaria y de las actividades para el desarrollo de la obra pueden ocurrir derrames de combustibles o aceites, así como la incorrecta disposición de residuos sólidos urbanos, generando riesgo de contaminación para el agua subterránea. • Debido al retiro de la vegetación se podrá alterar el porcentaje de infiltración en la superficie afectada, así mismo, por el desplante de infraestructura que modifique la permeabilidad del suelo y se refleje en los porcentajes de filtración.
		• Sin afectación a la vegetación, debido a que el proyecto ocupará áreas actualmente de ganadería. • Durante las actividades de desmonte hay un mínimo riesgo de afectación a especies con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos durante la construcción del proyecto. • Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna, aunque es mínima la presencia de especies con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales. • Se generarán acciones de mantenimiento a caminos de uso común, así como el desarrollo de otros servicios que beneficien de manera mutua a la población y el proyecto.
		• La pérdida de vegetación y otros componentes ambientales, disminuye el aprovechamiento y bienes que la población obtiene de los servicios naturales.
		• Se ocasionarán cambios poco relevantes en el paisaje actual.
Construcción	Derecho de vía	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá generar alteraciones en el relieve debido al retiro de vegetación y movimiento de tierras.
		• Se podrá incrementar el riesgo de erosión al tener el suelo desnudo y el suelo podrá sufrir modificaciones en su estructura y composición. • Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Durante la operación de la maquinaria y de las actividades para el desarrollo de la obra pueden ocurrir derrames de combustibles o aceites, así como la incorrecta disposición de residuos sólidos urbanos, generando riesgo de contaminación para el agua subterránea.

ETAPA	ACTIVIDAD	RELACIÓN CAUSA-EFECTO
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos. • Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de una cantidad mínima de fauna con estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales.
		• La pérdida de vegetación y otros componentes ambientales, disminuye el aprovechamiento y bienes que la población obtiene de los servicios naturales.
		• Se ocasionarán cambios en el paisaje actual.
	Nivelaciones del terreno	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá generar alteraciones en el relieve debido al retiro de vegetación y movimiento de tierras.
		• Se podrá incrementar el riesgo de erosión al tener el suelo desnudo y el suelo podrá sufrir modificaciones en su estructura y composición. • Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Se podría modificar el patrón de drenaje natural. • Durante la operación de la maquinaria y de las actividades para el desarrollo de la obra pueden ocurrir derrames de combustibles o aceites, así como la incorrecta disposición de residuos sólidos urbanos, generando riesgo de contaminación para el agua subterránea.
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos. • Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de una cantidad mínima de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales.
	Campamentos/ Edificios	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá incrementar el riesgo de erosión al tener el suelo desnudo y el suelo podrá sufrir modificaciones en su estructura y composición. • Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Durante la operación de la maquinaria y de las actividades para el desarrollo de la obra pueden ocurrir derrames de combustibles o aceites, así como la incorrecta disposición de residuos sólidos urbanos, generando riesgo de contaminación para el agua subterránea.
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos.

ETAPA	ACTIVIDAD	RELACIÓN CAUSA-EFECTO
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de una cantidad mínima de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales. • Se generarán acciones de mantenimiento a caminos de uso común, así como el desarrollo de otros servicios que beneficien de manera mutua a la población y el proyecto.
		• Se ocasionarán cambios poco significativos en el paisaje actual.
	Cimentaciones (Subestación)	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá incrementar el riesgo de erosión al tener el suelo desnudo y el suelo podrá sufrir modificaciones en su estructura y composición. • Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Se podría modificar el patrón de drenaje natural. • Durante la operación de la maquinaria y de las actividades para el desarrollo de la obra pueden ocurrir derrames de combustibles o aceites, así como la incorrecta disposición de residuos sólidos urbanos, generando riesgo de contaminación para el agua subterránea.
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos. • Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales.
		• Se ocasionarán cambios en el paisaje actual.
	Instalación de paneles	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá generar alteraciones en el relieve debido al retiro de vegetación y movimiento de tierras.
		• Se podrá incrementar el riesgo de erosión al tener el suelo desnudo y el suelo podrá sufrir modificaciones en su estructura y composición. • Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Se podría modificar ligeramente el patrón de drenaje natural. • Durante la operación de la maquinaria y de las actividades para el desarrollo de la obra pueden ocurrir derrames de combustibles o aceites, así como la incorrecta disposición de residuos sólidos urbanos, generando riesgo de contaminación para el agua subterránea.
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos.

ETAPA	ACTIVIDAD	RELACIÓN CAUSA-EFECTO
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-SEMARNAT-2010. • Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales.
		• Se ocasionarán cambios en el paisaje actual.
	Subestación eléctrica	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá incrementar el riesgo de erosión al tener el suelo desnudo y el suelo podrá sufrir modificaciones en su estructura y composición. • Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Se podría modificar el patrón de drenaje natural. • Durante la operación de la maquinaria y de las actividades para el desarrollo de la obra pueden ocurrir derrames de combustibles o aceites, así como la incorrecta disposición de residuos sólidos urbanos, generando riesgo de contaminación para el agua subterránea.
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos. • Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-SEMARNAT-2010. • Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales. • Se generarán acciones de mantenimiento a caminos de uso común, así como el desarrollo de otros servicios que beneficien de manera mutua a la población y el proyecto.
		• Se ocasionarán cambios en el paisaje actual.
	Montaje de L.E.E.	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá incrementar el riesgo de erosión al tener el suelo desnudo y el suelo podrá sufrir modificaciones en su estructura y composición. • Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos. • Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales.

ETAPA	ACTIVIDAD	RELACIÓN CAUSA-EFECTO
		• Se generarán acciones de mantenimiento a caminos de uso común, así como el desarrollo de otros servicios que beneficien de manera mutua a la población y el proyecto.
		• Se ocasionarán cambios en el paisaje actual.
Operación y Mantenimiento	Pruebas funcionales	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales.
	Puesta en operación	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos. • Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Se podrá afectar el hábitat de fauna silvestre y sus hábitos.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales. • Se generarán acciones de mantenimiento a caminos de uso común, así como el desarrollo de otros servicios que beneficien de manera mutua a la población y el proyecto.
		• Se ocasionarán cambios en el paisaje actual.
	Mantenimiento de infraestructura	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos. • Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Mantenimiento de caminos	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos. • Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ETAPA	ACTIVIDAD	RELACIÓN CAUSA-EFECTO
Desmantelamiento y Restauración	Retiro de instalaciones	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• El retiro de la infraestructura permitirá recuperar las características naturales de drenaje, infiltración y disminuirá la posibilidad de contaminación por generación de residuos sólidos urbanos.
		• Se podrá ocasionar perturbación y desplazamiento de fauna. • Se podrá afectar la distribución de las especies a causa de los atropellamientos. • El retiro de la infraestructura permitirá la restitución de sitios de refugio, anidación y alimentación para la fauna silvestre.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales.
	Plan de restauración	• La operación de maquinaria y vehículos de obra generará humos y partículas suspendidas, asimismo el uso de maquinaria y herramienta generará ruidos.
		• Las actividades de restauración permitirán la restitución del suelo, disminuyendo la presión en la estructura del mismo y por lo tanto su modificación.
		• Se podrá afectar al suelo en caso de no disponer los residuos sólidos de manera adecuada.
		• Las actividades de restauración como la reforestación, permitirá la restitución de los porcentajes de infiltración en un estado previo al proyecto.
		• Las actividades de restauración como la reforestación permitirán recuperar la vegetación de manera gradual, lo que traerá la recuperación de los servicios ecosistémicos.
		• Las actividades de restauración permitirán generar las características ecológicas necesarias para el establecimiento de la fauna silvestre ahuyentada o desplazada por el desarrollo del proyecto.
		• Se requerirá de personal, por lo que se generarán empleos. • Se incrementará el consumo de bienes y servicios locales.
		• La restitución de la vegetación como parte de las actividades de restauración, restablecerá las actividades de aprovechamiento de la población con los recursos naturales.
		• El Plan de restauración generará las condiciones del sitio previo al desarrollo del proyecto, restableciendo la calidad visual y paisajística.

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Partiendo del resultado de que las dos proyecciones previas sobre cambio de uso del suelo en los escenarios sin proyecto y con proyecto sin medidas de mitigación son virtualmente idénticas, para el tercer escenario ya no se plantea una proyección de tendencias, sino la propuesta conceptual para generar elementos de planeación y desarrollo que permitan no solamente que el proyecto se realice con los menores impactos, sino que se permita tener un efecto positivo en el entorno, coadyuvando a ordenar y mejorar el escenario ambiental en que se inserta.

De acuerdo con la información obtenida como parte del diagnóstico ambiental (capítulo IV) así como los impactos evaluados (capítulo V), se considera que el escenario base del SAR ya cuenta con cierto grado de transformación, y que las potenciales afectaciones pueden ser mitigadas y compensadas con relativa facilidad, ya que han sido claramente identificadas.

Se evitarán los impactos ambientales negativos mediante la correcta implementación de las medidas de mitigación establecidas en el capítulo VI de esta MIA. En algunos casos, las medidas pueden generar sinergia en más de un impacto, dando como resultado una mayor eficiencia. Las medidas serán supervisadas adecuadamente y de manera constante en el tiempo que sean aplicadas durante las diferentes etapas del proyecto, esto se llevará a cabo mediante el programa de vigilancia ambiental.

La aplicación sistemática y eficiente de las medidas de mitigación descritas en el capítulo VI permitirá de manera directa prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales pronosticados. Las medidas pueden generar sinergia en la contención de más de un impacto, dando como resultado una mayor eficiencia en los resultados, para lo que se requiere contar con una adecuada supervisión ambiental. Estas relaciones de sinergia y de atención directa por las medidas sobre los impactos potenciales pueden representarse en algunos de los esquemas que se muestran más adelante.

En términos generales, se pronostica que los impactos que pudieran ocurrir durante el desarrollo del proyecto durante la preparación del sitio y construcción tendrán un efecto poco significativo en áreas con cobertura vegetal destinadas para el establecimiento de obras temporales y permanentes, así como las actividades relacionadas con la presencia del personal y la generación de residuos.

En la *Figura 8* se puede observar la forma de interacción entre las medidas y los impactos, que de cumplirse como están establecidas, la situación potencialmente negativa de afectación será revertida por la aplicación de las medidas de mitigación.

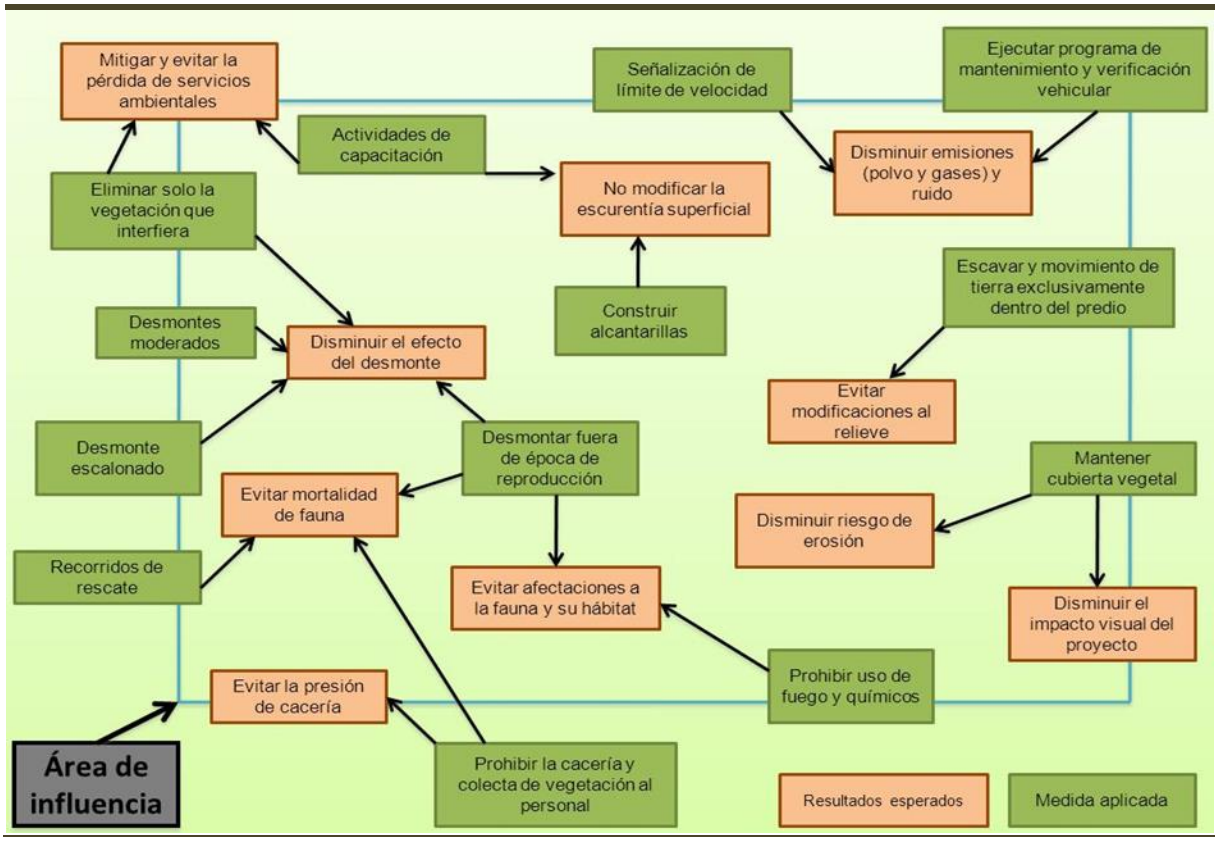


Figura 8. Ejemplo de relaciones causales entre impactos mitigados y sus medidas en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Para el desarrollo de este escenario se deberán considerar las medidas de mitigación propuestas y también las medidas de compensación por los impactos residuales, destacando las mejoras que pudiera presentar la región en estudio la implementación de estas. Las medidas propuestas para los impactos asociados al cambio de uso del suelo actuarán de manera directa disminuyendo la presión al colocar señalización que prohíbe ese tipo de actividades al personal del proyecto, así como las pláticas que el responsable pudiera impartir al mismo personal.

Se llevarán a cabo programas ambientales específicos dentro del Programa de Vigilancia Ambiental, en los que se incluyen acciones para la capacitación del personal, así como la señalización del límite máximo permisible de velocidad.

En cuanto a la generación de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos los posibles impactos serán reducidos ya que se aplicarán estrictamente las medidas de mitigación correspondientes, así como lo estipulado en la normativa ambiental mexicana aplicable descrita en el capítulo III. En la *Figura 9* se muestran las acciones que funcionan como eje para el cumplimiento de esa misma normativa.

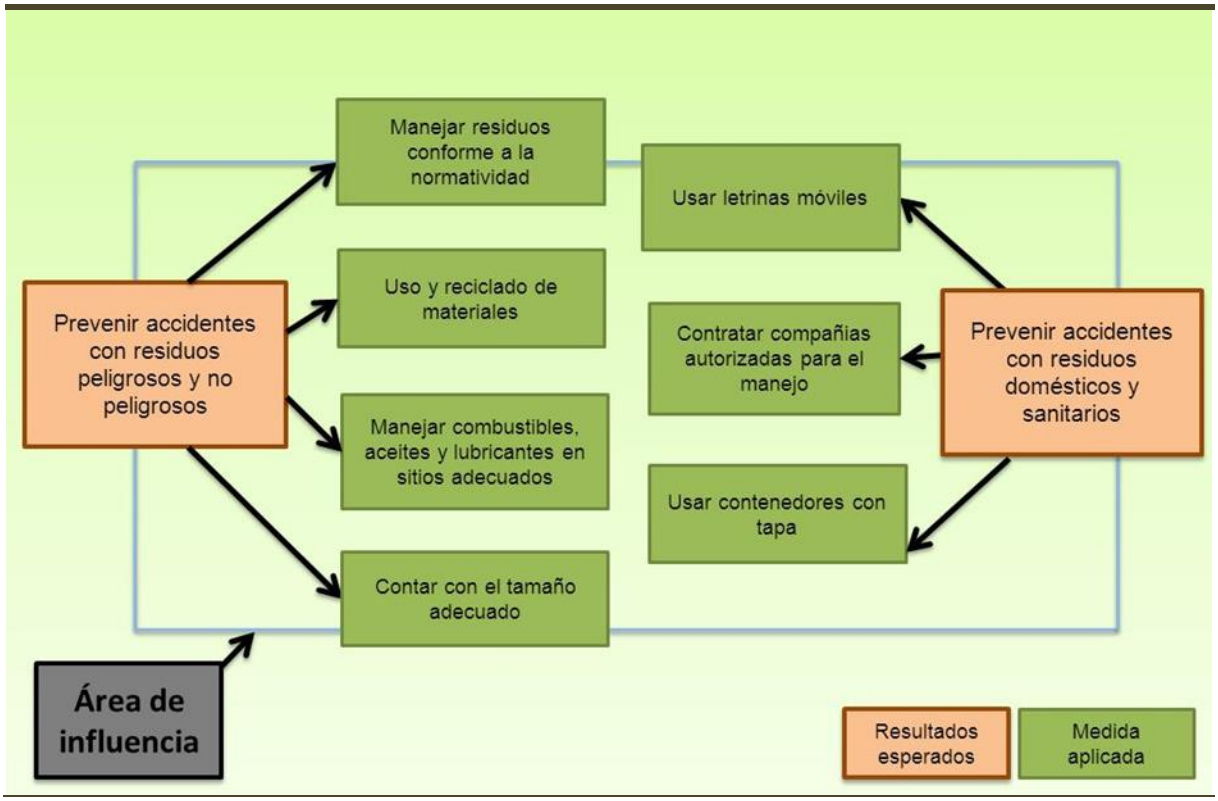


Figura 9. Ejemplo de relaciones causales entre impactos esperados y medidas propuestas relacionadas a los residuos generados por el proyecto.

Es importante señalar que, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la contratación de mano de obra no calificada y la derrama económica focalizada que implica la presencia de personal en las inmediaciones del área del proyecto generarán un impacto social positivo.

El personal calificado contratado (técnico y operativo) contará con capacitación para realizar de manera adecuada sus actividades. Dicha acción será vigilada mediante el programa correspondiente, así como a través el supervisor ambiental de la obra, especialista en materia ambiental.

Los impactos ambientales se verán limitados y contenidos al SAR ejecutando la correcta aplicación de las medidas de mitigación y control, además de las de prevención y compensación. Los componentes o factores en los que se centra dichas medidas son las siguientes:

- Aire
- Geoformas
- Agua
- Suelo

- Flora
- Fauna
- Sociedad y Economía
- Cultura
- Paisaje

En el *Cuadro 15*, se analizan los efectos positivos de la implementación de las medidas de mitigación y de los programas ambientales, los cuales se considera que pueden tener incluso un efecto regulador u ordenador sobre los procesos que implican un deterioro ambiental actualmente.

Cuadro 15. Tendencia del SAR con el proyecto implementando medidas de mitigación.

TENDENCIA DEL SAR SIN PROYECTO			
FACTOR	**SUB-FACTOR**	**SITUACIÓN**	**TENDENCIA**
Aire	Calidad del aire, nivel de polvos	La región no cuenta con monitoreo de calidad del aire, y en las inmediaciones del SAR y del proyecto no hay un sistema permanente de monitoreo para dar seguimiento al tema.	El SAR tiene una calidad del aire aceptable. Considerando la implementación de las medidas de control y mitigación de emisiones de gases y partículas suspendidas, no se modificarán las tendencias por la implementación del proyecto.
Geoformas	Relieve	La geomorfología de la región es compleja, y se cuentan con afloramientos rocosos en el SAR y aprovechamientos mineros, incluyendo la extracción de grava volcánica.	El proyecto no implica un cambio significativo en los elementos del relieve, ya que no se requiere la implementación de taludes.
Agua	Características fisicoquímicas del agua	Existen cuerpos de agua artificiales o jagueyes y algunos escurrimientos temporales en el predio del proyecto. A nivel de SAR se presentan numerosas corrientes acentuadas en lluvias.	El proyecto no tiene requerimientos de agua, ni implica manejo de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas. Los paneles solares no implican una interrupción al ciclo hidrológico y no se afectará la infiltración del agua al subsuelo.
	Infiltración		
	Escurrimiento superficial	Existen altos volúmenes de precipitación en la temporada de lluvias en la región, dando como resultado una alta variación en el volumen de escurrimientos superficiales.	Los paneles no cambiarán el volumen de aporte por precipitación, y se implementarán sistemas para concentrar los escurrimientos en el área del proyecto. Esto evitará la formación de corrientes que incrementen la erosión laminar. Se asegurará que exista una adecuada infiltración del agua hacia el suelo.
Suelo	Erosión	La región se caracteriza por tener un intenso uso y aprovechamiento del recurso edafológico, aunque también se le brinda un adecuado tratamiento para mejorar la productividad. Es poco frecuente que se vea alterado por factores naturales.	La tendencia hacia la erosión y contaminación del suelo a nivel regional es reducida, y ningún elemento del proyecto incrementará dicha tendencia, ya que los propios paneles estarían reduciendo el efecto erosivo durante los poco frecuentes eventos de precipitación. Las medidas de mitigación asegurarán que no se presenten derrames que puedan alcanzar el manto freático.
	Características fisicoquímicas	La contaminación del suelo a nivel regional se puede asociar con la agricultura y la ganadería.	
Flora	Cubierta vegetal	Pérdida de cobertura y fragmentación la vegetación por el desarrollo agropecuario, principalmente.	No se requiere el cambio de uso de suelo y vegetación con el proyecto, debido a que se usarán terrenos de ganadería.
	Diversidad de especies	Disminución de especies primarias por la transformación del hábitat.	La disminución de especies primarias depende directamente de la tasa de transformación del hábitat, que no es particularmente elevada.
Fauna	Especies y poblaciones terrestres y voladoras	Aunque el área de SAR actualmente presenta alto grado de transformación, se tiene que el grado de biodiversidad se puede considerar como medio.	Algunas especies de fauna podrían disponer de sitios de refugio temporal debido a la presencia de los paneles fotovoltaicos.
	Fragmentación del hábitat faunístico		
Sociedad y economía	Nivel de empleo	La ocupación en la región se concentra en el sector agropecuario.	Existirá una derrama económica temporal durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.
	Economía local	La economía local se basa en las actividades agropecuarias, extensamente representadas a nivel de SAR.	

TENDENCIA DEL SAR SIN PROYECTO			
FACTOR	**SUB-FACTOR**	**SITUACIÓN**	**TENDENCIA**
	Servicios e infraestructura	Nivel medio de servicios.	
Paisaje	Calidad paisajística	Riqueza paisajística media a baja a nivel del SAR.	Desde el punto de vista paisajístico, el proyecto no tendrá incidencia relevante en la región.

VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

A partir de los tres escenarios ambientales que se han presentado, es posible observar que en el Sistema Ambiental Regional en el que se insertará el proyecto NO se presenta una tendencia histórica aguda de cambio de uso del suelo. Al mismo tiempo, al modelar la intervención de la superficie por el desarrollo de las obras del proyecto, no se observa un cambio significativo en esa tendencia.

No existen procesos que permitan inferir en afectaciones o modificaciones crónicas y/o críticas hacia el tema de la calidad del agua superficial, subterránea o respecto a las posibles alteraciones en los patrones de infiltración del agua. El proyecto no producirá cambios cuantificables en la cantidad y calidad de agua captada e infiltrada, y por lo tanto no se afectarán a los potenciales escurrimientos superficiales.

Las obras permanentes del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV se realizarán sobre una superficie total de 143.115 ha, dentro de un predio con superficie de 239.524 ha. De esa superficie, la mayoría corresponde a sitios actualmente dedicados a actividades agropecuarias (particularmente de encierros de ganadería de toros de lidia), con 143.091 ha, más una pequeña fracción de vegetación natural que se afectará, con un área de 225.84 m^2 (metros cuadrados) de bosque de encino (0.023 ha), correspondientes a un camino de acceso del proyecto.

Como ya se mencionó, las obras permanentes del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV se realizarán sobre una superficie total de 1.43 km^2 lo que es una superficie equivalente al 0.58 % de la superficie global del SAR, por lo que se evalúa como muy poco significativa desde el punto de vista ambiental, pero además esa superficie no implica el cambio de uso del suelo, ya que como se ha mencionado antes, prácticamente la totalidad del proyecto usará áreas actualmente utilizadas para actividades agropecuarias y de ganadería.

Con la introducción del proyecto sin implementar las correspondientes medidas de mitigación, se espera que el SAR continúe con su dinámica actual, sin cambios significativos a los actuales procesos de deterioro. Los componentes naturales del sitio continuarán con las tendencias observadas y descritas, con un cambio poco apreciable en términos de composición porcentual de los tipos de uso del suelo y vegetación, mientras que se presentaría un beneficio en los aspectos socioeconómicos por la derrama obtenida a partir del proyecto.

Finalmente, la introducción del proyecto en conjunto con la serie de medidas de mitigación y programas ambientales específicos, se considera que podría tener un efecto ordenador en el entorno, de manera que es posible afirmar que el desarrollo del Proyecto no implicará un cambio significativo desde el punto de vista de los pronósticos ambientales en la región en que se desarrollará, ni se modificarán de manera significativa las actuales tendencias de crecimiento del área urbana y de desarrollo de la región, más allá de la actual tasa de expansión que ya se presenta de manera histórica.

Sin embargo, para garantizar que no se modifiquen dichas tendencias con la introducción del proyecto, se establecen una serie de programas ambientales específicos, coordinados a través de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) ejecutado por un experto en la materia.

Programa de vigilancia ambiental

Dentro la predicción de los eventos en el proceso de evaluación de impacto ambiental del proyecto y tomando en cuenta el escenario propuesto donde se considera la aplicación de las medidas de mitigación , se diseñó el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV, que asegurará que las medidas correctivas sean llevadas a cabo de acuerdo con la normatividad ambiental (en este caso, MIA, normas oficiales, reglamentos, política ambiental de la empresa, resoluciones, etc.). Las cinco líneas estratégicas generadas para este sistema de cumplimiento se organizan en forma de programas específicos ambientales que se enumeran a continuación:

1. Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna Silvestre
2. Programa de Conservación y Restauración de Suelos
3. Programa de Protección y Conservación de la Vegetación
4. Programa de Manejo Integral de Residuos
5. Programa de Monitoreo de Aves y Murciélagos

Los objetivos generales del PVA incluyen:

a) Vigilar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento,

b) Supervisar las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto propuestas en la MIA-R del proyecto; y,

c) Vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos en el trazo propuesto, así como en las áreas adyacentes a éste.

La autoridad ambiental señalará, en el resolutivo correspondiente, las características, frecuencia de entrega de informes y otros aspectos relativos al cumplimiento y desempeño de los programas ambientales específicos aquí propuestos, para que el responsable de la vigilancia ambiental y el equipo y personal especializado en la ejecución de estos pueda programar y calendarizar actividades puntuales.

En el apartado siguiente se presentan las medidas de mitigación a las que se estará dando seguimiento a través del Programa de Vigilancia Ambiental, así como sus indicadores de realización, efectos y comprobaciones, que se estarían agregando a los programas ambientales propuestos específicamente para mitigar y compensar los potenciales impactos producidos por el proyecto.

Seguimiento y control

Para el funcionamiento del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), se diseñará el desarrollo de mecanismos de control que permitan verificar el cumplimiento en materia ambiental. En este sentido, el PVA, contempla la elaboración de una serie de fichas de seguimiento de la calidad ambiental, que contemplan la totalidad de las medidas de mitigación propuestas, según la información descrita en el capítulo VI de este documento.

Todas las medidas de mitigación serán ejecutadas en tiempo y forma para cumplir con los requerimientos que la autoridad ambiental establezca por medio del resolutivo correspondiente. Por lo tanto, se recomienda el diseño e implementación de acciones de seguimiento que contengan todas las medidas de control, prevención y mitigación de forma sistematizada y calendarizada, así como el monitoreo de los indicadores ambientales y la aplicación de todas y cada una de las condicionantes y términos establecidos en el resolutivo. Para lograr lo anterior las autoridades ambientales en México pueden requerir a la empresa desarrolladora que se realice uno o varios de los siguientes Programas o Informes:

- El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) deberá ser autorizado por la SEMARNAT para su implementación con las metodologías a emplear y los mecanismos para evaluación de su cumplimiento y efectividad.

- Se elaborarán informes con la periodicidad que establezca la autoridad ambiental, que se deberán integrar para demostrar que, con la aplicación de las medidas propuestas, se mitigaron o previeron los impactos ambientales que pudieran presentarse por la realización del Proyecto. Dichos informes deberán incluir la evidencia gráfica y los argumentos técnicos científicos que el o los ecosistemas presentan, por lo menos las mismas condiciones ambientales con las que fueron evaluados.

El seguimiento del programa se realizará mediante la coordinación entre el asesor de campo y la empresa o institución responsable del programa que se encargará de realizar visitas periódicas al área del proyecto, para verificar el cumplimiento del Programa. Para llevar a cabo este seguimiento es necesaria la presencia de un asesor de campo residente en el sitio de obra, que realice las siguientes funciones:

Inspección rutinaria diaria en los diferentes frentes de la obra, a efecto de vigilar el cumplimiento de compromisos en materia ambiental, en las diferentes actividades que se realicen en la preparación del sitio y construcción del proyecto. La inspección se debe centrar, entre otros, en los siguientes aspectos:

1. El seguimiento se deberá realizar con el apoyo de las fichas y los programas derivados del PVA.
2. Revisar la documentación existente en materia ambiental que tenga relación con el Proyecto.
3. El asesor de campo debe contar con amplio conocimiento de los documentos y permisos en materia de medio ambiental.

4. Vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación emitidas en la MIA, términos y condicionantes del Resolutivo.
5. Programar reuniones de carácter ambiental con los contratistas involucrados.
6. Apoyar a los contratistas en la capacitación de sus trabajadores en aspectos relacionados con la protección ambiental.
7. Emisión de opiniones técnicas fundamentadas en la normativa ambiental, leyes, reglamentos, que tengan relación con el Proyecto.
8. Elaboración de informes de las actividades en materia ambiental, apoyando con evidencias escritas y fotográficas.
9. Estar en comunicación constante con el supervisor de la empresa responsable del Proyecto, e informar de cualquier situación que ponga en riesgo el equilibrio ecológico del lugar.

Uno de los puntos importantes para el funcionamiento adecuado del PVA, es contar con un mecanismo de control que permita la comunicación entre cada uno de los participantes, por lo que se pretende:

- Contar con mecanismos de captura, catalogación, almacenamiento, recuperación y manipulación de insumos documentales referentes a la MIA, leyes ambientales, normatividad, necesidades de calidad, entre otras.
- Administrar los elementos de información necesarios para la correcta ejecución de las medidas de mitigación en los elementos ambientales correspondientes.
- Integrar herramientas para la planeación, seguimiento y evaluación de la vigilancia del conjunto de medidas de mitigación ambientales relativas al Proyecto.
- Mantener actualizada la información relativa al Proyecto mediante la elaboración de reportes, informes, anexos fotográficos, formatos de vigilancia, oficios, etc. requeridos durante la supervisión del Proyecto.

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El Proyecto Fotovoltaico Huerta PV se ubicaría en un área ideal para la obtención de energía por medio de una fuente alternativa, totalmente renovable y de bajo impacto ambiental como es la radiación solar. Considerando la topografía de la región, aunque hay disponibilidad de un área con condiciones similares para el desarrollo de un proyecto de características similares, desde el punto de vista ambiental el sitio seleccionado para el proyecto cumple con una serie de características que lo hacen óptimo en el sentido de que no se afectarán ecosistemas con valores de biodiversidad muy elevados, debido a que se trata en su totalidad de terrenos de uno agropecuario, específicamente para la ganadería.

CONCLUSIONES SOBRE LOS PRONÓSTICOS AMBIENTALES

El Proyecto Fotovoltaico Huerta PV será desarrollado en una región con una alta tasa de transformación del suelo, que utilizará en su totalidad terrenos que actualmente se usan para la ganadería dentro del Sistema Ambiental Regional.

De acuerdo con las modelaciones realizadas, se espera que las tendencias de cambio de uso de suelo en el SAR sigan trayectorias similares al curso actual, independientemente de la implementación o no del proyecto. Esto significa que se considera que las tendencias de desarrollo preexistentes no serán significativamente modificadas por el proyecto.

El Sistema Ambiental Regional en el que se desarrollará el proyecto cuenta con un alto grado de transformación. Con el análisis de dichos usos de suelo durante el diagnóstico ambiental, se observó que 220.99 km^2, equivalente al 88.97 % del SAR corresponde al uso del suelo agropecuario, seguido de unos 17.66 km^2 de bosque de encino, equivalente al 7.11 % del SAR. Si se agrupa el uso del suelo agropecuario con lo clasificado como urbano y de infraestructura, se tiene que el 90.21% del SAR corresponde a áreas impactadas o transformadas por el ser humano. El restante 9.79% de la superficie del SAR está ocupada por bosque de encino (7.11%), bosque de encino-pino (1.18%), matorral crasicaule (0.72%), vegetación de galería (0.44%) y cuerpos de agua (0.35%).

Comparando los escenarios ambientales analizados (sin proyecto, con proyecto sin implementar medidas de mitigación y con proyecto implementando las medidas propuestas), no se prevé que el desarrollo del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV pueda implicar o representar un incremento o modificación significativa en la tasa de cambio de uso del suelo históricamente registrada a nivel regional.

Las obras permanentes del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV se realizarán sobre una superficie total de 143.115 ha, dentro de un predio con superficie de 239.524 ha. De esa superficie, la mayoría corresponde a sitios actualmente dedicados a actividades agropecuarias (particularmente de encierros de ganadería de toros de lidia), con 143.091 ha, más una pequeña fracción de vegetación natural que

se afectará, con un área de 225.84 m^2 (metros cuadrados) de bosque de encino (0.023 ha), correspondientes a un camino de acceso del proyecto.

Como ya se mencionó, las obras permanentes del Proyecto Fotovoltaico Huerta PV se realizarán sobre una superficie total de 1.43 km^2 lo que es una superficie equivalente al 0.58 % de la superficie global del SAR, por lo que se evalúa como muy poco significativa desde el punto de vista ambiental, pero además esa superficie no implica el cambio de uso del suelo, ya que como se ha mencionado antes, prácticamente la totalidad del proyecto usará áreas actualmente utilizadas para actividades agropecuarias y de ganadería.

VII.5 CONCLUSION GENERAL

De acuerdo con los resultados obtenidos de la identificación de los impactos y su valoración, se identificaron 23 impactos ambientales, de los cuales 17 son de naturaleza adversa, mientras que seis (6) son de naturaleza positiva.

Las acciones que tuvieron mayor importancia respecto a los impactos generados fueron: el desmonte, el despalme, en la etapa de preparación del sitio. Para la etapa de construcción, el hincado de postes y las acciones relacionadas a la instalación de la línea de transmisión, en cuanto a orden de afectación. Finalmente, para la etapa de operación y mantenimiento, fue el mantenimiento preventivo y correctivo fueron considerados como las acciones de mayor importancia respecto a los impactos; sin embargo, se deben considerar aquellos referentes a la etapa de abandono, en donde el desmantelamiento y restauración generarán impactos positivos al ecosistema.

Los componentes ambientales que mayor impacto recibirán con el desarrollo del proyecto y considerando las acciones arriba mencionadas, serán: Fauna y Paisaje en los que se espera sucedan efectos residuales, así como impactos de adición o acumulativos.

En este caso podemos concluir que, si bien el impacto más significativo sería el correspondiente a la avifauna, el Proyecto se pretende establecer en un área que no presenta trayectorias directas de vuelo en cuanto a aves migratorias que puedan considerarse fijas.

Sin embargo, es importante implementar medidas como monitoreos biológicos para aportar mayor información sobre este tipo de fenómenos como la migración y las especies acuáticas, siendo estas últimas uno de los grupos de avifauna mayor afectados por este tipo de desarrollos. Esto es particularmente importante al considerar la presencia de aves residentes y migratorias de menor tamaño como las passerinas que vuelan a menor altura y son más vulnerables, además de considerar su presencia de manera permanente en el caso de las especies residentes.

Los impactos positivos están relacionados con la población y su economía, ya que el Proyecto contempla la generación de empleos y servicios que permitirán a las localidades percibir los beneficios que el desarrollo del Proyecto trae, así también ser vigilantes de aquellas acciones que puedan poner en riesgo a la población y el ecosistema.

Finalmente, un gran porcentaje de los impactos identificados durante la etapa de preparación del sitio y construcción, serán temporales, reversibles y mitigables por lo que se espera que la inserción del Proyecto no cause efectos adversos a largo plazo y que puedan poner en riesgo la integridad y funcionalidad del ecosistema. Los impactos residuales y acumulativos serán atendidos bajo las mejores estrategias que se han propuesto en este documento y que consideran experiencias de otros proyectos similares.

Se considera que los impactos ambientales potenciales del proyecto serán de magnitud limitada, en su mayoría de tipo temporal durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, y que podrán ser amortiguados y compensados a través de la implementación de las medidas de mitigación presentadas en el capítulo VI, así como por el desarrollo del programa de vigilancia ambiental y de los programas ambientales específicos propuestos.

Por todo lo anteriormente expuesto, se considera que el Proyecto Fotovoltaico Huerta PV es viable desde el punto de vista ambiental, y se prevé que sus potenciales impactos podrán ser mitigados con la participación de los contratistas y de los prestadores de servicios de gestión ambiental para la vigilancia del cumplimiento de condicionantes y especificaciones, y con la implementación de las acciones y medidas de mitigación que se indiquen en el resolutivo que emita la autoridad ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (1996). Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes. (1a ed.). Roma, Italia: FAO Forestry Paper.

Palacio-Prieto J. L., Sánchez-Salazar M. T., Casado Izquierdo J. M., Propin Frejomil E., Delgado Campos J., Velásquez Montes A., Chias Becerril L., Ortíz Álvarez M. L., González Sánchez J., Negrete Fernández G., Morales G. J., Márquez Huitzil R. 2004. Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio. SEMARNAT-INE-UNAM, México, DF.

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO HUERTA PV



USPAE
UNIDAD DE SERVICIOS PROFESIONALES ALTAMENTE ESPECIALIZADOS
INECOL

CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

RWE



Coordinador General
Dr. Rafael Villegas Patraca

Coordinador Técnico de Proyecto
M. en C. Alexandro Medina Chena

Participantes
Dr. Daniel Aguirre Fey
Geógr. César Augusto Gallo Gómez
I.I. Laura Alejandra Barradas Sánchez
Biól. Luis Lagunes Galindo
I.Q. Marga Lorena Sagrero Uscanga
M. en C. Samuel Macías Sánchez
Biól. Rodolfo López Polanco
Geógr. Oswaldo Trinidad Hernández
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

Cartografía
Geóg. César Augusto Gallo Gómez

Coordinación en administración y seguimiento contractual
L.N.I. Mariana Morales Alarcón

Diseño y edición grafico
Geógr. Rosa Adriana Pedraza Varela

CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL 1

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN 1

VIII.1.1 CARTOGRAFÍA 1

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS 3

VIII.1.3 VÍDEOS 3

VIII.2 OTROS ANEXOS 3

VIII.2.1 LISTADOS FLORÍSTICOS Y FAUNÍSTICO 3

VIII.2.2 DOCUMENTOS LEGALES 3

VIII.2.3 RESULTADOS DE LABORATORIO 3

VIII.2.4 RESULTADOS DE ANÁLISIS Y/O TRABAJOS DE CAMPO 3

VIII.2.5 EXPLICACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS 3

VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS 4

VIII.4 BIBLIOGRAFÍA 10

VIII.4.1 VINCULACIÓN 10

VIII.4.2 CLIMA 12

VIII.4.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 12

VIII.4.4 EDAFOLOGÍA 12

VIII.4.5 HIDROLOGÍA 12

VIII.4.6 VEGETACIÓN 13

VIII.4.7 FAUNA 13

VIII.4.8 PAISAJE 22

VIII.4.9 DIAGNÓSTICO 22

VIII.4.10 IMPACTOS 23

VIII.4.11 MEDIDAS DE MITIGACIÓN 24

VIII.4.12 PRONÓSTICOS AMBIENTALES 25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. *Raster.* _____ *1*

Cuadro 2. *Vector.* _____ *2*

ÍNDICE FIGURAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En este capítulo se mencionan los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto Eólico Huerta PV.

VIII.1.1 CARTOGRAFÍA

Los planos de las obras a realizar en este proyecto (arreglo de la obra y aspectos técnicos de construcción) se encuentran en el Capítulo II y en el Anexo Cartográfico. La información vectorial y raster utilizada en este trabajo se describe a continuación (

Cuadro **1** y *Cuadro 2*):

Cuadro 1. Raster.

INSUMO	DESCRIPCIÓN	FUENTE
Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) V 3.0 escala 1:50,000	Son archivos que almacenan datos de elevación del terreno, es decir, un Modelo Digital de Elevación (MDE), los cuales se pueden procesar posteriormente para obtener diversos productos.	https://inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/index.jsp
Cuencas Visuales	Se obtienen mediante el software ArcMap, empleando una herramienta llamada Viewshed y el MDE de INEGI.	ESRI Inc. ArcGis Desktop 10.8
Imágenes de satélite Sentinel 2-A	Archivos múltiples que al combinarse dan origen a una imagen de satélite la cual puede tener diversas aplicaciones, entre ellas conocer el uso del suelo y vegetación. Satélite y sensor: Sentinel 2-A MSI Escena: T14QLH Bandas empleadas: RGB 4,3,2 Fecha de la escena: 03/05/2024 Hora de la captura: 16:18:22 Resolución espacial: 10m Proyección: UTM WGS 84 Satélite y sensor: Sentinel 2-A MSI Escena: T14QLH Bandas empleadas: RGB 4,3,2	https://browser.dataspace.copernicus.eu/?zoom=12&lat=20.15765&lng=-100.24681&themeId=DEFAULT-THEME&visualizationUrl=U2FsdGVkX18nEk7v268ZO0TXl5WpWWWP6o9FrpGLYpDHrzh1OwksA%2BJ66iUuCXP9OAg%2BWH2psgLppcKjp9K23l0ht4ba7bGAVIBWXHv9wwWLmrRbsyD5CzhYsju4F01I&datasetId=S2_L2A_CDAS&demSource3D=%22MAPZEN%22&cloudCoverage=30&dateMode=SINGLE ESA Copernicus

INSUMO	DESCRIPCIÓN	FUENTE
	Fecha de la escena: 26/03/2018 Hora de la captura: 16:19:04 Resolución espacial: 10m Proyección: UTM WGS 84	
Índice de Integridad Ecosistémica 2018 a 250 m	Es un archivo que muestra la capacidad que poseen los ecosistemas para automantenerse, autoregenerarse y autotorganizarse en concordancia con los factores bio-geo-físico-químicos locales. Elaborado mediante un modelo conceptual con la combinación de capas de información ambiental y sensores remotos.	http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/bindintecs/ie2018_250mgw

Cuadro 2. Vector.

INSUMO	DESCRIPCIÓN	FUENTE
Microcuencas	Es una capa que se obtiene empleando el MDE del CEM y una herramienta que se llama Watershed Delineation Tools la cual se carga en ArcMap	http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=15148
Geoformas (Sistema clasificatorio del relieve de México)	Es una capa que muestra el relieve de la República Mexicana	IG-UNAM-INE-SEMARNAT, (2003), Sistema Clasificatorio del Relieve de México, Instituto de Geografía, UNAM; Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, México.
Fallas y Fracturas. Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000.	Representa las estructuras geológicas originadas por los eventos tectónicos. Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000.	https://www.inegi.org.mx/temas/geologia/#Descargas
Unidades de Paisaje	Muestra unidades ambientales homogéneas en donde se agrupan diversas características medio ambientales. Se dividen en inferiores y superiores.	Elaboración propia con insumos de INEGI, IG-UNAM-INE-SEMARNAT y CONABIO
Climas	Estos conjuntos de datos vectoriales están compuestos por entidades de tipo punto, línea y área de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000 de INEGI. Muestra las unidades climáticas.	https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Descargas
Suelos	Datos autoría de INEGI que muestran diferentes tipos de unidades edafológicas.	https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/#Descargas
Vías de comunicación	Información obtenida desde el sitio web de INEGI a partir de las cartas topográficas escala 1:50,000 y 1:20,000.	https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/#Descargas
Localidades	Información obtenida de las cartas topográficas de INEGI o desde el Marco Geoestadístico, Censo de Población y Vivienda 2020	https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas
Áreas de Interés para las Aves (AICAS)	Datos Vectoriales de Áreas de Interés para la Conservación de las Aves en México.	http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
Regiones Terrestres Prioritarias	Datos Vectoriales de regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México	http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
Regiones Hidrológicas Prioritarias	Datos Vectoriales de regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad	http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	Datos Vectoriales de las áreas declaradas como Áreas Naturales Protegidas	https://sig.conanp.gob.mx/Shape

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS

Las imágenes relevantes y las consideradas ilustrativas se encuentran en sus respectivos apartados, estas son muy útiles para la descripción de las diferentes actividades y procesos, así mismo y con la finalidad de complementar e ilustrar el documento se incluyen el Anexo Fotográfico. En el Anexo Fotográfico, cada imagen correspondiente a fauna contiene la nomenclatura científica y común, como se muestra a continuación:

VIII.1.3 VÍDEOS

No aplica.

VIII.2 OTROS ANEXOS

VIII.2.1 LISTADOS FLORÍSTICOS Y FAUNÍSTICO

Dentro de los anexos se incluyen las listas de especies de flora y fauna con características ecológicas, económicas y sociales relevante.

VIII.2.2 DOCUMENTOS LEGALES

Proporcionados por el promovente, y se encuentran a manera de anexos.

VIII.2.3 RESULTADOS DE LABORATORIO

Los resultados de los análisis de las muestras de suelo son interpretados en su respectivo apartado dentro del Capítulo IV.

VIII.2.4 RESULTADOS DE ANÁLISIS Y/O TRABAJOS DE CAMPO

Esta información se encuentra en cada apartado del sistema natural (ambiental y socioeconómico) dentro del Capítulo IV.

VIII.2.5 EXPLICACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS

El análisis matricial causa-efecto utilizado para la evaluación de los impactos ambientales y socioeconómicos se explica en el Capítulo V.

VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abundancia: es el número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen (densidad de la población).

Vegetación secundaria: Nombre común que se da a las asociaciones vegetales secundarias en zonas de cultivo y pastoreo cuando son abandonadas y que se forman una vez destruida la original.

Acumulación (AC): Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, es decir, se considera simple, el efecto se valora como uno. Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro.

Anfibios: Se dice de los vertebrados de temperatura variable que son acuáticos y respiran por branquias durante su primera edad, se hacen aéreos y respiran por pulmones en su estado adulto. En el estado embrionario carecen de amnios y alantoides.

Arbóreo: Referente al estrato conformado por las especies de árboles, generalmente mayores a 3 m de alto y que habitan un lugar.

Arbustivo: Estrato conformado por plantas leñosas, menores a 3 m, cuyo tallo se ramifica desde la base.

Caducifolia: Que permanece sin hojas durante una parte del año.

Cámbico: Connotativo de un cambio de color, estructura o consistencia de un suelo.

Componentes ambientales: Están definidos como entidades biológicas, particularmente por los órdenes taxonómicos de la fauna presente en los diferentes tipos de vegetación.

Composición: La manera como está integrado un grupo de organismos. Se aplica en particular, dentro de la biología, para la ordenación jerarquizada y sistemática, con sus nombres, de los grupos de organismos.

Comunidad vegetal: Conjunto de plantas de cualquier rango, que viven e interaccionan mutuamente en un hábitat natural.

Criticalidad: Se define como la medida cualitativa de las unidades ambientales que pondera su importancia como proveedora de servicios ambientales, la presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección y aquellos elementos de importancia desde el punto de vista social.

Diversidad: Se refiere a la variedad de especies que constituyen una comunidad.

Diversidad alfa: Es el número de especies en un área pequeña siendo esta área uniforme. El índice de Shannon mide este tipo de diversidad.

Diversidad beta: Comprende la heterogeneidad dentro de un ecosistema a través de la determinación del cambio en la composición de especies a través de un gradiente fisiográfico. Se expresa en tasas de cambio de la composición de las especies o índices de similitud.

Diversidad gamma: Es el número total de especies observadas en todos los hábitats de una determinada región que no presenta barreras para la dispersión de los organismos.

Distribución: Arreglo espacial de una especie sobre su hábitat.

Distribución potencial: Es la extensión de terreno en el que las especies pueden habitar, con base en su capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas. La distribución real o verificada generalmente es menor que la potencial.

Especie amenazada: Aquella especie, o poblaciones de la misma, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se presentan y prevalecen factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Dosel: Piso superior, techo.

Efecto (EF): Este a tributo se refiere a la relación causa efecto, o forma de manifestación de un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la actuación consecuencia directa de está. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, si no que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma valor de uno en el caso de que el efecto sea secundario y el valor cuatro cuando sea directo.

Emisión: Es la descarga directa o indirecta a la atmósfera de sustancia o energía, en cualquiera de sus estados físicos.

Epifita: Vegetal que vive sobre otras plantas sin sacar de ellas su nutrimento.

Especie: Unidad básica de la clasificación de los organismos, que incluye a grandes rasgos, a todos los individuos que se parecen entre sí más que otros y que por fecundación recíproca producen descendencia fértil.

Especie en peligro de extinción: Aquella especie cuya área de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat

natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Especie endémica: Aquella que tiene distribución restringida a nivel regional, estatal o de país.

Especie sujeta a protección especial: Aquella especie o población que podría llegar a encontrarse amenazada por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Excreta: Deyección de los restos no digeridos de los alimentos.

Extensión (EX): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (porcentaje del área respecto al entorno en el que se manifiesta el efecto). La selección producirá un efecto muy localizado; considerando lo siguiente: impacto como un carácter puntual (uno). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo, el impacto será total (ocho), considerando las situaciones intermedias, según gradación, como impacto parcial (dos) y extenso (cuatro). En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzcan en un lugar crítico (vertidos próximos y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada, etc), se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del porcentaje de extensión en que se manifiesta.

Flora: Conjunto de plantas que habitan en una región, analizado desde el punto de vista de la diversidad de los organismos.

Ganges: (Marcha de temperatura tipo) Se refiere a las regiones que presentan el mes más cálido del año antes del solsticio de verano (antes del mes de junio en el hemisferio norte, o antes de diciembre en el hemisferio sur).

Hábitat: Es un área que tiene una combinación de recursos como el alimento y el agua, así como de factores ambientales como la temperatura y la precipitación pluvial, que favorecen la presencia de individuos de una especie.

Herbáceo: Con aspecto de hierba, plantas no leñosas de consistencia blanda.

Herpetofauna: Nombre dado al conjunto de especies, tanto de anfibios como de reptiles, que habitan un área determinada.

Huella: Impresión en el terreno de las extremidades delanteras (manos) o traseras (patas) de mamíferos.

hm^3: Hectómetros cúbicos, en este capítulo se refiere a volumen de agua en balances hidrológicos de gran escala.

Impacto: Efecto que una determinada actuación produce en los elementos del medio o en las unidades ambientales y que puede ser beneficioso, es decir positivo, o perjudicial, negativo. Se manifiesta cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Son internos y se generan de las actividades del proyecto y nos estamos refiriendo a todas las acciones del proyecto, que se han identificado como agentes causales de afectaciones, positivas o negativas en el medio natural.

Impacto acumulativo: Cuyo efecto al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente su gravedad por carecer el medio de mecanismos de eliminación efectivos similares al incremento del impacto.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto benéfico: Como impactos benéficos, se pueden reconocer a aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso positivo que puede o no significar retribuciones económicas.

Importancia del impacto: La importancia del impacto, es la importancia del efecto ante una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental aceptado. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante la fórmula propuesta a continuación y está dada en función del valor asignado a los símbolos considerados.

Intensidad (I): Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El factor está comprendido entre 1 y 12 en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 representa una afección de intensidad baja. Los valores intermedios entre estos dos términos manifestarán una afectación parcial.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecute la acción que produce el impacto.

Magnitud del impacto: Medida relativa del cambio que experimenta cada componente relevante al ejecutarse el proyecto con relación al valor que presenta dicho componente en el área de influencia.

Momentos (MO): El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t 0) y el comienzo del centro (tj) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, en momentos será inmediato, y si es inferior a un año,

(corto plazo) se le asignará un valor de (cuatro). En un periodo de tiempo que va de uno a cinco años, (largo plazo), se asignará también un valor (uno).

MJ/m²: Megajoules por metro cuadrado de superficie. En este caso una medida de la energía de la radiación solar a nivel de superficie.

Nativa: Planta propia del sitio, que crece espontáneamente y se reproduce sin intervención humana por encontrarse ecológicamente bien adaptada. Sinónimos: autóctona, indígena.

Naturaleza del impacto (NA): Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones sobre cada uno de los factores considerados.

Ócrico: Subunidad de suelo que se caracteriza por presentar en la superficie una capa de color claro y pobre en materia orgánica.

Perenne: Duradero. Referente a las plantas que duran 3 o más años.

Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de manifestación, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor cuatro, a los periódicos un valor de dos y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y los discontinuos uno. Un ejemplo de efecto continuo es la ocupación de un espacio consecuencia de una construcción. El incremento de los incendios forestales durante el estilo es un efecto periódico, intermitente y continúan en el tiempo. El incremento del riesgo de incendios, consecuencia de una mejor accesibilidad a una zona forestal, es un efecto de aparición irregular, no periódico, ni continuo, pero de gravedad excepcional.

Persistencia (PE): Se refiera al tiempo que supuestamente, permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornará a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Situará menos de un año, considerando que la selección produce un efecto fugaz, asignándole un valor de uno. Si dura entre uno y diez años es considerado temporal (dos); y si el efecto tiene una duración superior a los diez años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de cuatro. La persistencia es independiente a la reversibilidad. Un efecto permanente, puede ser reversible o irreversibles. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles recuperables y los efectos permanentes pueden ser irreversibles e irrecuperables.

Plutónicas (rocas): Rocas originadas por solidificación de magmas –silicatados- dentro de la corteza terrestre.

P/T: Coeficiente precipitación/temperatura, utilizado para distinguir condiciones de humedad en un tipo de clima.

Rastro: Cualquier señal o indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades.

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es preciso con la posibilidad de retornar las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor de uno o dos, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si no es parcialmente, el efecto liquidable toma un valor de cuatro. Cuando el efecto es irrecuperable con alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana se le asignará un valor de 8. En el caso de ser irrecuperable existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias por lo tanto el valor asignado será cuatro.

Redes de niebla: Redes de nylon de 6 y 9 m de longitud y 2,5 m de ancho y abertura de malla de 3/4 de pulgada, que se utilizan para atrapar aves o murciélagos sin hacerles daño.

Reptiles: Son animales vertebrados, que, a diferencia de los anfibios, tienen la piel dura, cubierta de escamas, y sus huevos tienen cáscaras casi impermeables o son vivíparos. Estas dos características les permiten vivir lejos del agua en algunos de los hábitats más secos del mundo. Aunque los reptiles tienen sangre fría, con frecuencia se calientan tomando sol; una vez que se han calentado pueden moverse más rápido.

Reversibilidad (RV): Se refiere al tiempo de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, existe la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que esta deja de actuar sobre el medio. Si es a corto plazo, se le asigna un valor de uno, si es a medio plazo (dos) y si el efecto es irreversible se le asigna el valor cuatro. Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados en el parámetro anterior (Recuperabilidad).

Sinergia (SI): Este atributo completa el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocado por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea. Cuando una acción actúa sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor de uno, si presenta un sinergismo moderado el valor asignado será dos y si es altamente sinérgico cuatro.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Textura: Proporción relativa de los diferentes tamaños de partículas minerales del suelo menores a 2 mm de diámetro.

Trampas Sherman: Trampas de aluminio que se ceban y se utilizan para la captura sin daño de pequeños mamíferos principalmente.

Transectos: Línea recta de tamaño considerable donde se van colocando las trampas Sherman, cada 10 m. También puede entenderse como recorridos realizados, por lo general a pie, a lo largo de una línea que permite facilitar información sobre la composición faunística.

Vegetación secundaria: Acahual. Calificativo de la vegetación o procesos ecológicos influidos directa o indirectamente por el hombre.

VIII.4 BIBLIOGRAFÍA

VIII.4.1 VINCULACIÓN

Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México. (http://www.conabio.gob.mx).

Escalante, P., A.G. Navarro y A.T. Peterson. 1992. Cap. 8 A geographic, ecological and historical análisis of land bird diversity in Mexico. In Ramamoorthy, T.P. et. Al. (Eds.) Biological diversity of México: origins and distributions. Oxford University Press. New York, USA.

Navarro, S.G.A. y D.H. Benítez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. Pp 45-54.In: Flores-Villela, O. y S.G.A. Navarro (compiladores). Biología y problemática de los vertebrados en México. Ciencias, No. 7.

NOM-059-ECOL-2001. Norma oficial mexicana que 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. Diario Oficial de la Federación.

Vinculación (normatividad)

CONABIO 2012. Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad. Disponible en web: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html

CONANP 2012. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en web: http://www.conanp.gob.mx/listado_areas.html

Conferencia Internacional sobre Energías Renovables. Disponible en web: http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pe/conf_inter_er.pdf

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Ultima reforma publicada en DOF 09 de febrero de 2012. Disponible en web: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. Ultima reforma DOF. 09-04-2012. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm

Ley General de Desarollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada en DOF. 04-06-2012. Disponible en web: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgdfs.htm.

Ley General de Vida Silvestre. Última reforma publicada en DOF. 06-06-2012 http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgvs.htm

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada en: DOF. 04-06-2012. Disponible en web: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Ultima reforma publicada en DOF. 30-05-12. Disponible en web: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgpgir.htm

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Publicada en DOF 12-01-2012. Disponible en web: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/laerfte.htm

Normas Oficiales Mexicanas. Disponible en web: http://www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do

POISE 2011-2025. Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025. Disponible en web: http://aplicaciones.cfe.gob.mx/aplicaciones/otros/POISE20102024.ZIP

Prospectiva del Sector Eléctrico 2009-2024. Disponible en web: http://www.sener.gob.mx

Protocolo de Kyoto. Disponible en: http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. Ultima reforma publicada en Diario Oficial de la Federación el 25 de mayo de 2001. Disponible en web: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm

Reglamento de la Ley General de Desarollo Forestal Sustentable. Ultima reforma publicada en DOF el 21 de febrero de 2005. Disponible en web: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. Ultima reforma publicada en DOF 30 de noviembre 2006. Disponible en web: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Ultima reforma publicada en DOF 26-04-2012. Disponible en web: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley.htm

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Ultima reforma publicada en DOF el 30 de noviembre de 2006. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm

Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Publicada en Diario Oficial de la Federación el 2 de septiembre de 2009. Disponible en web: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm

VIII.4.2 CLIMA

Fuentes, O., M. T. Vázquez. 1997. Probabilidad de presentación de ciclones tropicales en México. Cuadernos de Investigación 42, CENAPRED. 37 pp.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 217 pp. México.

García, E. 1997. Mapas de climas 1:1 000 000 (clasificación Köppen modificado por E. García). CONABIO.

Kopp, R. et al. 2014. Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites. AGU Publications. 383-406 p.

SMN, 2018. Normales Climatológicas Coroneo, Guanajuato. 1991-2020. Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua.

Unisys. 2016. Unisys Weather – Hurricane. http://weather.unisys.com/hurricane/index.html.

VIII.4.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Ferrusquía, I. 1998. Geología de México: una sinopsis. p. 3-108. Publicado en: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (compiladores). 1998. Diversidad Biológica de México. Instituto de Biología UNAM. 792 pp.

Zepeda, O., S. González (Editores). 2001. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres de México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 225 pp.

SGM. 2013. Atlas De Peligros Por Fenómenos Naturales del Estado De Michoacán. Servicio Geológico Mexicano.

SSN-UNAM. 2018. Servicio Sismológico Nacional. Sistema de consulta electrónica online. http://www.ssn.unam.mx/.

VIII.4.4 EDAFOLOGÍA

INEGI. 2001. Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1 000 000. Serie I.

VIII.4.5 HIDROLOGÍA

CONAGUA. 2011. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego, año agrícola 2009-2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (Editor) México. pp. 334.

CONAGUA. 2012. Atlas del agua en México 2012. Comisión Nacional del Agua. http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-36-12.pdf

CONAGUA. 2013. Registro Público de Derechos del Agua (REPDA), Consulta a la base de datos (http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115).

VIII.4.6 VEGETACIÓN

Cites (Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre). (2017). Apéndices I, II y III de la Cites. [En línea]. Disponible en: https://www.cites.org/eng/app/appendices.php. Fecha de consulta: julio de 2018.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 pp.

Matteucci, D. S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 p.

Rivas-Martínez, S., 1997. Syntaxonomical Synopsis of the Potential Natural Plant Communities of North America, I. Itinera Geobotánica 10: 5-148 (1997)

Rzedowski, 2006. Vegetación de México. 1a. ed. digital. CONABIO, México. 504 pp.

The Field Museum. 2002. Inventarios biológicios rápidos. Disponible en: http://fm2.fieldmuseum.org/rbi/what.asp

VIII.4.7 FAUNA

Avifauna

AOU, 2018. Check-list of North American Birds. 7th edition. American Ornithologists Union. Washington, D.C. (http://checklist.aou.org/taxa/).

Bibby, C. J., N. D. Burgess & D.A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press. London. 257 p.

BirdLife International (2018) IUCN Red List for birds. Downloaded from http://www.birdlife.org on

CITES. 2014. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Colwell, R. K. & J. A. Coddington 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Phil. Trans. Royal Soc. London B. 345: 101-118.

Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User´s Guide), Versión 9.1.0. Disponibleenhttp://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1999. AICAs de México. http://avesmx.conabio.gob.mx/

Del Pont, R. 1997. Guía de aves canoras y de ornato. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México. (Edición digital: INE 1997).

Drewitt, A. L., y Langston, R. H. W. 2008. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. Annals of the New York Academy of Sciences, 1134: 233-266.

Escalante, P., A. M. Sada & J. Robles. 2014. Listado de nombres comunes de las aves de México. Instituto de Biología, UNAM. 39 p.

Halffter, G. 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. Biology International. 36: 3-17.

Howell, S. N. G. & S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford, UK. 851 p.

IUCN. 2014. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (IUCN Red List of Threatened Species). www.iucnredlist.org

Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología, 8(31): 151-161.

Kampichler, C., S. Calmé, H. Weissenberger & S. L. Arriaga-Weiss. 2010. Indication of a species in an extinction vortex: The ocellated turkey on the Yucatan peninsula, Mexico. Acta Oecologica. 36: 561-568.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 pp.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, 84 p.

Moreno, C., F. Barragán, E. Pineda & N. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad. 82: 1249-1261.

Navarro-Sigüenza, A. G., M. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. T. Peterson, H. Berlanga-García & L. A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 476-495. DOI:10.7550/rmb.41882

Oksanen, J, F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, R. B. O´Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, H. Wagner. 2011. Vegan: community ecology package. R package version 1.17-8. http://CRAN.Rproject.org/package=vegan.

R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL (https://www.R-project.org/).

Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. DeSante & B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 46 p.

Rappole, J. H., S. R. Derrickson & Z. Hubálek. 2000. Migratory Birds and Spread of West Nile Virus in the Western Hemisphere. Emerging Infectious Diseases. 6 (4): 319-328.

Ruelas I., E. 2010. Aves rapaces migratorias. CONABIO. Biodiversitas, 2: 11-15.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059, Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección, México. 78 pp.

Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. New York. 544 p.

Sporer M. K., J. F. Dwyer, B. D. Gerber, R. E. Harness y A. K. Pandey. 2013. Marking power lines to reduce avian collisions near the Audubon National Wildlife Refuge, North Dakota. Wildlife Society Bulletin 37: 796–804.

Mastofauna terrestre no voladora

Álvarez del Toro, M. 1977. "Los mamíferos de Chiapas". Universidad Autónoma de Chiapas. México. 147 pp.

Amador, L. (Ed) 2010. "Técnicas para el Monitoreo de Vertebrados". Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Aranda M. 2000. "Manual para la identificación de huellas y otros rastros de los Mamíferos grandes y medianos de México". INECOL, CONABIO, México

Aranda M. 2005. Herpailurus yagouaroundi. En Ceballos y Oliva (eds.) "Los mamíferos silvestres de México". México. Comisión Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad/Fondo de cultura Económica.

Aranda M. 2005. Leopardus pardalis. En Ceballos & Oliva (eds.) "Los mamíferos silvestres de México". México. Comisión Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad/Fondo de cultura Económica. PP.: 359

Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer (coords.). 2000b. "Regiones terrestres prioritarias". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Bisbal, F. J. 1989. "Distribution and habitat association of the carnivores in Venezuela". In: Redford, K. H. & Eisenberg, J. (Eds.). Advances in Neotropical Mammalogy. Sandhill Crane Press. EUA. pp. 339-362

Broad, S., Luxmoore, R. & Jenkins, M. 1988. "Significant trade in wildlife: A review of selected species in CITES Appendix II". Vol. 1. CITES. EUA.

Bustamante R., A. Oporto, S. Moraga, F. De La Barrera, G. Sepúlveda & D. Moreira. 2009. "Informe sobre mitigación de impacto ambiental en Fauna Silvestre: Rescate y Relocalización". SAG-Universidad de Chile.

Ceballos G y Arroyo-Cabrales J. 2012. "Lista actualizada de los mamíferos de México". Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época. Año2 No.2

Ceballos, G.; Oliva, G. (2005). "Los Mamíferos Silvestres de México". CONABIO, Fondo de Cultura Económica. México.

Chávez-Tovar J.C. Eira barbara. En Ceballos y Oliva (eds.) "Los mamíferos silvestres de México". México. Comisión Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad/Fondo de cultura Económica.2005. Pp.377

Chávez-Tovar J.C. Galictis vittata. En Ceballos y Oliva (eds.) "Los mamíferos silvestres de México". México. Comisión Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad/Fondo de cultura Económica.2005. Pp.379

Colchero F; O´Farril y Medellín R.A. Didelphis marsupialis. En Ceballos y Oliva (eds.) "Los mamíferos silvestres de México". México. Comisión Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad/Fondo de cultura Económica.

Cuarón A.D. Tamandua mexicana. En Ceballos y Oliva (eds.) "Los mamíferos silvestres de México". México. Comisión Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad/Fondo de cultura Económica. 2005

Gallina, S. & C. López-Gonzales (Editor). 2011. "Manual de Técnicas para el Estudio de la fauna". Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp. (On line: http: www. Uaq.mx)

González Romero A." Métodos de estimación, contención y captura de mamíferos". En Gallina S.T; López-González.2011. "Manual de técnicas para el estudio de la fauna". Instituto de ecología A.C, Universidad Autónoma de Querétaro. PP. 124.

Halffter G, Soberón J, Koleff P; Melic A. 2005 Sobre diversidad biológica: El significado de las Diversidades, alfa, beta y gamma. CONABIO, CONACYT, DIVERSITAS. Zaragoza 2005

Hall.1981." The Mammals of North America. University of Kansas

Jones C; Mc Shea W.J; Conroy M.J & Kunz T.H. Chapter 8 Capturing mammals. En Wilson D.E, Russell F.C; Nichols J.D; Rudran R. & Foster M.S. »Measuring and monitoring biological diversity: Standar method for Mammals. 1996. Smithsonian Institution Press. Washinton & London.

Leopold, A. S. 1959. "Wildlife of Mexico: the game birds and mammals". 538. Univ. California Press. EUA. p. 538

López-Gonzpalez C.A, Carmma E., Guitierrez-González y Lara-Díaz N.E. 2011. "Carnivoros: Inventario y monitoreo". En En Gallina S.T; López-González.2011. "Manual de técnicas para el estudio de la fauna". Instituto de ecología A.C, Universidad Autónoma de Querétaro.

López-Wilchis, R. & López-Jardínes, J. 1998. Los Mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá, Volumen I. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. México.

Lorenzo C; Cervantes F.A.Sylvilagus floridanus. En Ceballos G, Oliva G.2005. "Los Mamíferos silvestres de México" CONABIO, Fondo de Cultura Económica.

Massei, G., R. J. Quy, J. Gurney, D. P. Cowan. 2010. Can translocations be used to mitigate human–wildlife conflicts? Wildlife Research 37: 428-439.

Montgomery, G.G. 1985 "Impact of vermilinguas (Cyclopes, Tamandua: Xenartha=Edentata) on arboreal ant populations. Pp.351-363, en: The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas (Montgomery, G.G;ed) Smithsonian Institution Press, Washinton D.C

Roemer, G. W., Gompper, M. E. & Valkenburgh, B. V. 2009. "The ecological role of the mammalian mesocarnivore". Bioscience. 59(2):165-173

Rudran R; Kunz T.H; Southwell C 5 Smith A.P. "Chapter 6. Observational techniques for non Volant mammals." En Wilson D.E, Russell F.C; Nichols J.D; Rudran R. & Foster M.S. »Measuring and monitoring biological diversity: Standar method for Mammals. 1996. Smithsonian Institution Press. Washintong & London.

Sánchez-Hernández C., García-Estrada C., Romero-Almaraz Ma. De L. 2000 "Mamíferos pequeños: Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. UNAM.

Sunquist, M. E. & Sunquist, F. C. 2002. "Wildcats of the World". The University of Chicago Press. EUA. 452 pp.

Ticul S; Álvarez-Castañeda; González-Ruiz. 2015. "Guía para identificar los Mamíferos de México." Centro de investigaciones biológicas del Noroeste.

Uribe J; Arita H. 1998. "Distribución, diversidad y conservación de los mamíferos de importancia cinegética en México." Acta zoologíca mexicana (nueva serie).75:45-71.

Valenzuela G.D.2005. Procyon lotor. En Ceballos & Oliva (eds.) Los mamíferos silvestres de México. México. Comisión Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad/Fondo de cultura Económica

Zarza H; Medellín R.A. Didelphis virginiana. En Ceballos G., Oliva G. 2005. "Los Mamíferos silvestres de México". CONABIO, Fondo de Cultura Económica.

Mastofauna voladora

Baerwald, E. F. & R. M. R. Barclay. 2011. Patterns of activity and fatality of migratory bats at a wind energy facility in Alberta, Canada. J. Wildl. Manag. 75: 1103–1114.

Baerwald, E. F., G. H. D'Amours, B. J. Klug & R. M. R. Barclay. 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. Curr. Biol. 18: 695–696.

Barclay, R. M. R. & L. M. Harder. 2003. "Life histories of bats: life in the slow lane." Pages 209–253 in T. H. Kunz and M. B. Fenton, editors." Bat Ecology. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.

Ceballos G & Arroyo-Cabrales J. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México. Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época. Año2 No. 2.

Ceballos, G. & G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO, Fondo de Cultura Económica. México.

Chávez-Tovar J.C. Galictis vittata. 2005. En: Ceballos & Oliva (Eds.) Los mamíferos silvestres de México. México. Comisión Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad. Fondo de cultura Económica. Pp. 379.

CITES. 2014. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Colwell, R. K. & J. A. Coddington 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Phil. Trans. Royal Soc. London B. 345: 101-118.

Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User´s Guide), Versión 9.1.0. Disponibleenhttp://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates

Galindo-González, J., Guevara, S. & Sosa, V., 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. Conservation Biology, 14 (6): 1693-1703.

Halffter G, Soberón J, Koleff P; Melic A. 2005. Sobre diversidad biológica: El significado de las Diversidades, alfa, beta y gamma. CONABIO, CONACYT. Diversitas. Zaragoza.

Henestroza, O. R. 2009. Centrales eólicas en el Istmo de Tehuantepec; su impacto ambiental y socioeconómico. Elementos. 74(16): 39.

INECOL-CFE. 2014. Estudio del monitoreo de aves y murciélagos en la central eólica La Venta II, municipio de Juchitán, Oaxaca. Realizado por el Instituto de Ecología A.C. Elaborado para la Comisión Federal de Electricidad.

IUCN. 2014. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (IUCN Red List of Threatened Species). <www.iucnredlist.org>

Kunz, T. H., E. B. Arnett, B. M. Cooper, W. P. Erickson, R. P. Larkin, T. Mabee, M. L. Morrison, M. D. Strickland & J. M. Szewczak. 2007. Assessing Impacts of Wind-Energy Development on Nocturnally Active Birds and Bats: A Guidance Document. J Wildl Manag. 71 (8): 2449–2486. DOI: 0.2193/2007-270.

Kunz, T. H., E. B. Arnett, W. P. Erickson, A. R. Hoar, G. D. Johnson, R. P. Larkin, M. D. Strickland, R. W. Thresher, and M. D. Tuttle. 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. Frontiers in Ecology and the Environment 5: 315–324.

Larsen, R. J., K. A. Boegler, H. H. Genoways, W. P. Masefield, R. A. Kirsch, and S. C. Pedersen. 2007. Mist netting bias, species accumulation curves, and the rediscovery of two bats on Montserrat (Lesser Antilles). Acta Chiropterologica. 9:423–435.

Ledec, G., K. Rapp & R. Aiello. 2011. Full report, Greening the Wind: Environmental and Social Considerations for Wind Power Development in Latin America and beyond. Energy Unit, Sustainable Development Department. The World Bank. 170 p.

MacSwiney, M. C., F. M. Clarke & P. A. Racey. 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. Journal of Applied Ecology 45:1364-1371.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 pp.

McAleece, N., J. D. G. Gage, P. J. D. Lambshead & G. L. J. Paterson. 1997. BioDiversity Professional statistics analysis software. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London. See more at: http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro#sthash.9X53Kp2E.dpuf

Medellín, R., H. Arita & O. Sánchez. 2008. Identificación de los Murciélagos de México, clave de campo. 2a ed. Instituto de Ecología, UNAM, México, DF.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, 84 p.

Neuweiler, G., 2000. The biology of bats. Oxford university press, Oxford.

O'Farrell, M. J., & B. W. Miller. 1999. Use of vocal signatures for the inventory of freeflying Neotropical bats. Biotropica. 31: 507-516.

O'Farrell, M. & W. Gannon. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. Journal of Mammology, 80(1): 24-30.

Sánchez-Hernández, C., C. García-Estrada & M. L. Romero-Almaraz. 2000 Mamíferos pequeños: Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. UNAM.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio -Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México. Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D. F. 78 p.

Wang, S. & S. Wang. 2015. Impacts of wind energy on environment: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 49: 437-443.

Williams-Guillén, K., Perfecto, I. y Vandermeer, J., 2008. Bats Limits Insects in a Neotropical Agroforestry System. Science, 320, 69-70.

Herpetofauna

Aguirre-León, G. 2011. Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En: Gallina, S. y C. López-González (editor). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volúmen I. Universidad Autónoma de Quéretaro - Instituto de ecología A.C. (pp. 61-85). Quéretaro, México.

Angulo, A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha y E. La Marca (Eds). 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Serie Manuales de Campo Nº 2. Conservación Internacional. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C. 298 pp.

Böhm, M. et al. 2013.The conservation status of the world's reptiles. Biological Conservation 157:372-385.

Bustamante, R., A. Oporto, S. Moraga, F. De La Barrera, G. Sepúlveda y D. Moreira. 2009. Informe sobre mitigación de impacto ambiental en Fauna Silvestre: Rescate y Relocalización. SAG-Universidad de Chile. Recuperado 28-01-2016 de: http://www.sag.cl/sites/default/files/guia_tecnica_medidas_de_mitigacion.pdf

Carey, C., W. R. Heyer, J. Wilkinson, R. A. Alford, J. W. Arntzen, T. Halliday, L. Hungerford, K. R. Lips, E. M. Middleton, S. A. Orchard y A. S. Rand. 2001. Amphibian declines and environmental change: Use of remote-sensing data to identify environmental correlates. Conservation Biology, 15: 903-913.

CITES. 2014. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User´s Guide), Versión 9.1.0. Disponibleenhttp://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates

Feinsinger, P. 2003. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. FAN. Santa Cruz de la Sierra. 147 – 162 pp.

Flores-Villela, O. 1993a. Herpetofauna Mexicana. Special Publications, Carnegie Museum of Natural History 17:1-73.

Flores-Villela, O. 1993b. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. In Biological diversity of Mexico: origins and distributions, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds). Oxford University Press, New York. p. 253-280.

Flores-Villela, O. y U. O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S467-S475.

Gallina, S. y C. López-González (editor). 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. EVolúmen I. Universidad Autónoma de Quéretaro - Instituto de Ecología A.C. Quéretaro, México. 377pp.

Gascon, C. y T. E. Lovejoy. 1998. Ecological impacts of forest fragmentation in Central Amazonia. Zoology. 101: 273-279.

Gibbons, J. W., D. E. Scott, T. R. Ryan, K. A. Buhlmann, T. D. Tuberville, B. S. Metts, J. L. Greene, T. Mills, Y. Leiden, S. Poppy y T. Winne. 2000. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. Bioscience, 50: 653-666.

Hammer, Ø. D., A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontología Electrónica 4: 1-9.

Köhler, G. 2003. Reptiles of Central America. Herpeton Verlag. Germany.

Koleff, P. y A. Melic (eds). Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. CONABIO, SEA, DIVERSITAS y CONACyT. (pp. 191-207). España.

Liner, E. A. 2007. A checklist of the amphibians and reptiles of Mexico. Occasional Papers of the Museum of Natural Science, Louisiana State University 80:1-60.

Magurran, A. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing. Oxford. 265 p.

Molina-Ruiz, J y M. L. Tudela-Serrano. 2006. Identificación de impactos ambientales significativos en la implantación de parques eólicos. Un ejemplo en el municipio de Jumilla (Murcia). Investigaciones Geográficas (esp), 41: 145-154.

Moreno, C., F, Barragán, E. Pineda y N. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad. 82: 1249-1261.

Ochoa-Ochoa, L. M. y O. Flores-Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM-Conabio, México. 211 p.

Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplo. 85:S460-S466.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección: 1-78.

Semlitsch, R. D. (ed.). 2003. Amphibian Conservation. Smithsonian Institution, USA. 324 p.

Stuart, S. N., J. S. Chanson, N. A. Cox y B. E. Young. 2010. The global decline of amphibians: Currents trends and reptiles. En: Wilson, L.D., J.H. Towsend, J.D. Johnson (eds). Eagle Mountain Publishing, LC. pp. 1-2.

Tuberville, T. D., J. D. Willson, M. E. Dorcas y J. W. Gibbons. 2005. Herpetofaunal species richness of southeastern national parks. Southeastern Naturalist 4: 537-569.

UICN. 2014. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Vitt, L. J. y J. P. Caldwell. 2009. Herpetology, an introductory biology of amphibians and reptiles. 3rd Ed. Academic Press, Amsterdam. 270 p.

Young, B. E., S. N. Stuart, J. S. Chanson, N. A. Cox, y T. M. Boucher. 2004. Disappearing Jewels: The Status of NewWorld Amphibians.NatureServe, Arlington, Virginia. 55 pp.

Zug, G.R., L.J. Vitt y J.P. Caldwell. 2001. Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Academic Press. USA. 630 p.

Socioeconómico

Asamblea Mexicana de Energía Eólica AMDEE (2016). Reporte de Apoyo al desarrollo del PRODESEN.https://www.amdee.org/Publicaciones/3er%20Estudio%20E%C3%B3lico%20AMDEE%20Documento%20Prodesen%20PwC.pdf

Asamblea Mexicana de Energía Eólica AMDEE (2018). Capacidad Instalada de Energía Eólica en Mexico 2018. https://www.amdee.org/mapas/parques-eolicos-mexico-2018

CONAPO. (2010a). Índice de marginación por entidad federativa y municipio, 2010. Ciudad de México: CONAPO.

CONASAMI. (2017). Salario mínimo nacional.

INEGI 2009. Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:250,000. Serie II. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. 2015. Salud. Encuesta intercensal 2015. INEGI.

Ley General de Cambio Climático (2015). http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/LGCC.pdf

Mejía, A. 2015. ¿Hacia La Transición De Paradigmas? De La Seguridad De Suministro A La Autonimía Energética En Entornos Urbanos y Regionales En México. En Sánchez, J.(2015). Energía, Goberanza y Sostenibilidad. Ciudad de Durango, México: Editorial de La Universidad Juárez del Estado de Durango. https://issuu.com/julieta.san2009/docs/energia_gobernanza_y_sostenibilidad

Santos, D. (2017). ANÁLISIS DEL USO POTENCIAL DE MICROALGAS MARINAS PARA EL DESARROLLO DE BIOREFINERÍAS ENERGÉTICAS EN MÉXICO. En Mejía, N. (2017). Estudios Estratégicos del Sector Energético. Ciudad de Durango, México. https://issuu.com/juanleonardofortisolorzano/docs/estudios_estrat__gicos_del_sector_e

SENER (2017). REPORTE DE AVANCE DE ENERGÍAS LIMPIAS PRIMER SEMESTRE 2017. Secretaría de Energía (2017). México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279723/Informe_Renovables_2017_11122017.pdf

UN Environmentl and Bloomberg New Energy Finance (2018). La inversión eólica cae a un nivel bajo de cuatro años. https://www.windpowermonthly.com/article/1454674/wind-investment-falls-four-year-low

VIII.4.8 PAISAJE

Bosque, J; Escobar, F.J; García, E y Salado, M.J. (1994): Sistema de Información Geográfica. Prácticas con PC ARC-INFO e IDRISI. Editorial RAMA. Madrid.

Molina, J. Tudela, M.L.; Cano, M.P. y Bueno, J.M (2001): «Minimización del impacto paisajístico en la actividad minera a cielo abierto. Demostración teórica y práctica de los costes de restauración». Papeles de Geografía, 33, 123-131. Universidad de Murcia.

VIII.4.9 DIAGNÓSTICO

Equihua Z., M., N. García-Alaniz, O. Pérez-Maqueo, G. Benítez-Badillo, M. Kolb, M. Schmidt, J. Equihua B., P. Maeda & J.L. Álvarez-Palacios, 2014. Integridad ecológica como indicador de la calidad ambiental. En: González, C.A., Vallarino, A., Pérez, J.C., Low, A.M. (Eds.). 2014. Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. El Colegio de la Frontera Sur, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México (pp. 687-710).

Palacio-Prieto J. L., Sánchez-Salazar M. T., Casado Izquierdo J. M., Propin Frejomil E., Delgado Campos J., Velásquez Montes A., Chias Becerril L., Ortíz Álvarez M. L., González Sánchez J., Negrete Fernández G., Morales G. J., Márquez Huitzil R., (2004), Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio. SEMARNAT-INE-UNAM, México, DF

Faber-Langendoen, D., J. Rocchio, S. Thomas, M. Kost, C. Hedge, B. Nichols, K. Walz, G. Kittel, S. Menard, J. Drake, and E. Muldavin. 2012. Assessment of wetland ecosystem condition across landscape regions: A multi-metric approach. Part B. Ecological Integrity Assessment protocols for rapid field methods (L2). EPA/600/R-12/021b. U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development (EPA), Washington, E.U.

García-Alaniz, N. y M. Schmidt, 2016. Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 206 pp.

García-Alaniz, N., M. Equihua, O. Pérez-Maqueo, J. Equihua B., P. Maeda, F. Pardo U., J.J. Flores M., S.A. Villela G. y M. Schmidt, 2017. The Mexican National Biodiversity and Ecosystem Degradation Monitoring System. Current Opinion in Environmental Sustainability 26: 62–68.

Herrera, B. y L. Corrales, 2004. Midiendo el éxito de las acciones en las áreas protegidas de Centroamérica: Evaluación y Monitoreo de la Integridad Ecológica. PROARCA/APM, Guatemala. 44 pp.

Komar, O., Schlein, O., y Lara, K. 2014. Guía para el monitoreo de integridad ecológica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras. ICF, SINFOR, Escuela Agrícola Panamericana (EAP/Universidad Zamorano) y Proyecto USAID ProParque. Tegucigalpa, Honduras. 39 pp.

Parrish, J.D., Braun, D.P., Unnasch, R.S. 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. BioScience 53, 9: 851-860.

Sánchez-Parra, L. A., 2014. Redes Bayesianas para inferir integridad ecológica en los ecosistemas mexicanos. Trabajo recepcional. Especialización en Métodos Estadísticos, Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana. 21 pp.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación), 2016. Marco conceptual y guía metodológica para la Integridad ecológica en Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía. San José, Costa Rica. 39 pp.

Tierney, G. L., D. Faber, W. Langendoen, B. R. Mitchell, W. G. Shriver, y J. P. Gibbs, 2009. Monitoring and evaluating the ecological integrity of forest ecosystems. Frontiers in Ecology and the Environment 7:308–316.

Vélez R., L. A. y A. Gómez S., 2008. Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura CLXXXIV 729: 31-44.

VIII.4.10 IMPACTOS

Canadian Environmental Assessment Agency. 1999. Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide. The Cumulative Effects Assessment Working Group.

Canter, L. W. 1997. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. 2ª ed. McGraw Hill/Interamericana de España, S. A. U. Madrid, España, 84 p.

Conesa.-Fernández, V. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 412 pp.

Eccleston, Charles H. 2001. Environmental impact assessment: a guide to best professional practices.

INECOL 2007. Monitoreo de murciélagos para el proyecto de Investigación Centro Regional de Tecnología Eólica (CERTE) para conocer el escenario previo a la instalación de tres aerogeneradores. Instituto de Ecología, A. C. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. 33 pp.

INECOL. 2003. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, para el Proyecto P.E. La Venta II.

INECOL. 2009. "Estudio prospectivo de fauna avifauna y quirópteros para las centrales eoloeléctricas Oaxaca I,II,III y IV, Oaxaca. Informe Final.

INECOL. 2011. "Plan de vigilancia de la fauna (aves y murcielagos) en la central eólica la venta II, Oaxaca 2011.

INECOL-CFE, 2007. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular. Del Proyecto 31 CE La Venta III, Oaxaca. Reporte Final. Junio de 2007.

Pérez-Maqueo, O. 2003. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental: un análisis crítico. Tesis Doctoral, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver. 160 pp + anexos.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2023. Guia para la presentación de la manifestación ambiental modalidad regional, México, D.F.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Norma Oficial Mexicana NOM–059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

UICN 2011. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

VIII.4.11 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Gauthreaux, S. A. Jr. and C. G. Belser. 1999. The behavioural responses of migrating birds to different lighting systems on tall towers. In Proceedings of Avian Mortality at Communications Towers Workshop (A. Manville, editor), 11 August 1999.

Hodos, W., A. Potocki, T. Storm and M. Gaffney. 2001. Reduction of motion smear to reduce avian collisions with wind turbines. Pp. 88-105. National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Proceedings. Prepared by Resolve, Inc., Washington DC.

Kingsley, A. and B. Whittam. 2001. Potential Impacts of Wind Turbines on Birds at North Cape, Prince Edward Island: A report for the Prince Edward Island Energy Corporation. Bird Studies Canada, Atlantic Region. 31 p.

Mossop, D.H. 1998. Five years of monitoring bird strike potential at a mountaintop wind turbine, Yukon Territory. CANMET Energy Technology Centre, Energy Technology Branch, Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1993, Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SCT3-1995, Que regula el señalamiento visual y luminoso de objetos Diario Oficial de la Federación (dof-01-09-1996). México, D.F., México.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Norma Oficial Mexicana NOM–059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

Sterner, D. 2002. A Roadmap for PIER Research on Avian Collisions with Wind Turbines in California. California Energy Commission. 40 p.

U.S. Fish & Wildlife Service. 2003. Service Interim Guidance on Avoiding and Minimizing Wildlife Impacts from Wind Turbines. Washington D.C.

VIII.4.12 PRONÓSTICOS AMBIENTALES

CONAGUA. 2014. Estadísticas del Agua en México. 239 pp. http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf.

Palacio-Prieto J. L., Sánchez-Salazar M. T., Casado Izquierdo J. M., Propin Frejomil E., Delgado Campos J., Velásquez Montes A., Chias Becerril L., Ortíz Álvarez M. L., González Sánchez J., Negrete Fernández G., Morales G. J., Márquez Huitzil R., (2004), Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio. SEMARNAT-INE-UNAM, México, DF.

ESTA HOJA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE