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

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:
"PARQUE EÓLICO LA NORIA"

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

VILLA UNIÓN, SABINAS, ESTADO DE COAHUILA DE ZARAGOZA

SEPTIEMBRE, 2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ÍNDICE

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4
I.1. Proyecto 4
I.1.1. Nombre del Proyecto 4
I.2. Promovente 4
I.2.1. Nombre o Razón Social 4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes 4
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 4
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 4
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental 4
I.3.1. Nombre o Razón Social 4
I.3.2. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental 4
I.3.3. Correo(s) electrónico(s) 5
I.4. Protesta de decir verdad 5
I.5. Ubicación del Proyecto 5
I.5.1. Entidad federativa 6
I.5.2. Municipio 6
I.5.3. Calle y número, código postal y localidad, en caso aplicable 7
I.6. Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias 10
I.6.1. Instalaciones auxiliares durante la construcción 20
I.6.2. Tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental 21
I.6.3. Inversión requerida 22
I.6.4. Duración estimada del Proyecto 22
I.6.5. Resumen de las características del Proyecto 23
I.6.6. Superficies generales del Proyecto 25
Bibliografía y referencias 26

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1. Superficie de los predios destinados al Proyecto 5
Tabla I. 2. Información de ubicación del **Proyecto** 9
Tabla I. 3. Características generales y componentes principales del **Proyecto** 15
Tabla I. 4. Superficies de los componentes del **Proyecto** 19
Tabla I. 5. Instalaciones auxiliares durante la construcción 20
Tabla I. 6. Resumen de los costos de inversión del **Proyecto** 22
Tabla I. 7. Duración estimada del Proyecto por etapa 22
Tabla I. 8. Resumen de características del **Proyecto** 23
Tabla I. 9. Superficies generales del **Proyecto** 25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1. Predios arrendados 6
Figura I. 2. Ubicación estatal y municipal del **Proyecto** Parque Eólico La Noria 7
Figura I. 3. Vías de acceso al sitio del **Proyecto** 8
Figura I. 4. Primer diseño del Proyecto 12
Figura I. 5. Arreglo general del **Proyecto** y distribución de componentes 18

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I.1 Documentación legal, Cédula profesional
ANEXO I.2 Coordenadas, kmz, shp y cartografía
ANEXO I.3 Memoria Técnica de la MIA-R
ANEXO I.4 Programa de cierre de operaciones, desmantelamiento, abandono y/o restauración
ANEXO I.5 Base de datos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del Proyecto

"Parque Eólico La Noria"

El **Proyecto** consiste en una Central Eoloeléctrica destinada a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico, con una capacidad instalada hasta de 301.55 MW, ubicada en los municipios de Villa Unión y Sabinas, en el estado de Coahuila de Zaragoza.

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

Energía Renovable La Noria, S. DE R.L. DE C.V.

La documentación legal del Promovente (acta constitutiva, poder notarial y Constancia de Situación Fiscal) se presenta en el **Anexo I.1.**

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

El representante legal, es Jesús Alberto Flores Ayala, cuya personalidad se acredita con el instrumento 41,562. Dicho instrumento que acredita la representación legal consta en el **Anexo I.1**

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

[redacted]

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental

I.3.1. Nombre o Razón Social

ABF, Servicios Técnicos S.C.

I.3.2. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental

Ingeniera Ambiental Rosa Cristina Martínez Romero, con cédula profesional número 9792954 (se anexa copia de cédula profesional como **Anexo I.1**).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.3.3. Correo(s) electrónico(s)

[redacted]

Se testan correo electrónico ya que contiene nombre, datos e información de personas físicas que los identifican o hacen identificables y por lo tanto son datos personales e información

I.4. Protesta de decir verdad

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales identificados, de conformidad con lo establecido en el artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

[redacted]

Nombre y Firma electrónica digital del responsable

Se testa firma de persona física ya que contiene información de personas físicas que los identifican o hacen identificables y por lo tanto son datos personales e información confidencial, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.5. Ubicación del Proyecto

El **Proyecto** se localiza en la región noreste de México, dentro de los municipios de Villa Unión y Sabinas, en el estado de Coahuila de Zaragoza, dentro de siete predios, de los cuales seis son propiedad privada arrendada con un total de **17,098.5305 ha**, dentro de las cuales se desarrollará el parque eólico y, uno ejidal en donde se ubicará el camino de acceso, respecto del cual se obtendrá la servidumbre de paso. la superficie de los predios se describe en la siguiente tabla:

Tabla I. 1. Superficie de los predios destinados al **Proyecto**

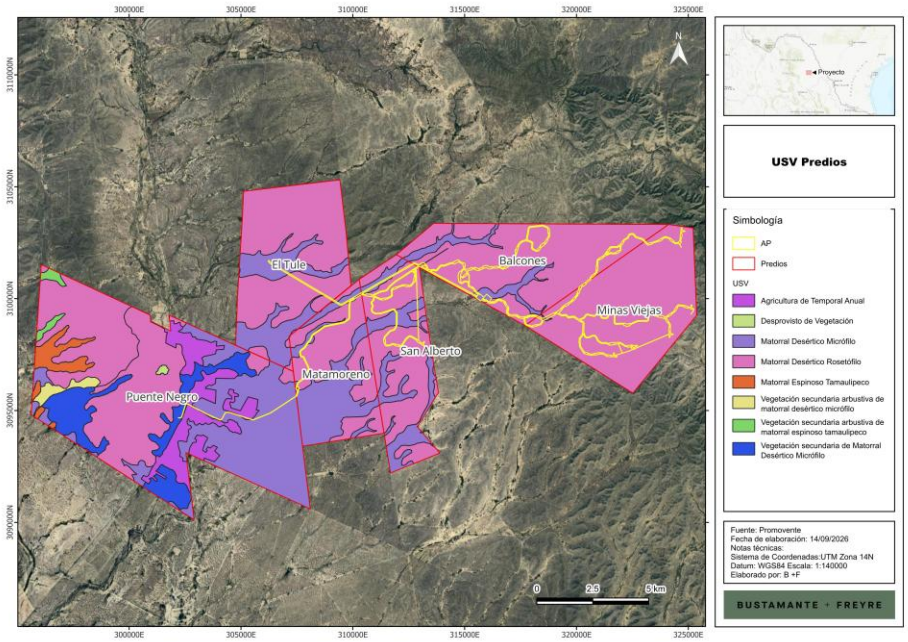
Núm.	Nombre del Predio	Superficie (Has.)	Contrato
1	El Matamoreno	2,123.3300	Arrendamiento
2	El Comandante	3,016.1555	Arrendamiento
3	San Alberto	2,348.1850	Arrendamiento
4	Minas Viejas	3,104.0000	Arrendamiento
5	Balcones	3,104.0000	Arrendamiento
6	El Tule	3,396.4784	Arrendamiento con Opción de Compra

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Núm.	Nombre del Predio	Superficie (Has.)	Contrato
7	Ejido Puente Negro	6.3816*	Servidumbre
	Total	**17,098.5305**	

La superficie de 6.3816 correspondiente al Ejido Puente Negro no se considera en la sumatoria, al no ser una superficie arrendada, sino que se constituirá en servidumbre de paso. Es importante mencionar que, de esa superficie arrendada, el área del **Proyecto** solo contemplará una ocupación de **397.6458 ha,** tal como se aprecia en la Figura I.1 siguiente:

Figura I. 1. Predios arrendados



La ubicación del **Proyecto** se eligió considerando la disponibilidad del recurso eólico, la accesibilidad por el corredor carretero federal Altamira – Ciudad Victoria – Monterrey y las Carreteras Federales 53 y 57, la cercanía a la infraestructura eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para la interconexión al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), y la compatibilidad territorial y ambiental del sitio.

I.5.1. Entidad federativa

Coahuila de Zaragoza.

I.5.2. Municipios

Villa Unión y Sabinas, Coahuila de Zaragoza.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La totalidad de los componentes del **Proyecto**, incluyendo el polígono del parque eólico, los 44 aerogeneradores con sus fundaciones y plataformas de montaje (crane pads), la red colectora de media tensión 34.5 kV (subterránea y aérea), la Subestación Elevadora (SET La Noria) 34.5/400 kV con Sistema de Almacenamiento en Baterías (por sus siglas en inglés, Battery Energy Storage System, BESS), la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, los caminos internos y de acceso, las torres meteorológicas operativas, los edificios auxiliares permanentes (edificio de control y caseta de vigilancia) y las obras civiles complementarias (taludes, obras de drenaje), se localizan dentro del territorio de los municipios de Villa Unión y Sabinas.

I.5.3. Calle y número, código postal y localidad, en caso aplicable

El **Proyecto** se desarrolla en predios de propiedad privada ubicados dentro de los municipios de Villa Unión y Sabinas, Estado de Coahuila de Zaragoza.

El sitio del **Proyecto** se ubica dentro de los municipios de Villa Unión y Sabinas, Estado de Coahuila de Zaragoza. El acceso al predio se realiza a través del corredor carretero federal Altamira – Ciudad Victoria – Monterrey, continuando por la Carretera Federal 53 hasta su empalme con la Carretera Federal 57 en las inmediaciones de Castaños, Coahuila; desde dicho punto, el recorrido prosigue por la Carretera Federal 57 hacia el norte, a través de Monclova, Nueva Rosita y Sabinas, para finalmente acceder al sitio mediante el camino local existente que conecta la zona de Sabinas con el emplazamiento. En la Tabla I.2 se establecen los datos generales de la ubicación del **Proyecto**.

Debido a la magnitud de vértices, la delimitación geográfica del predio y la ubicación precisa de cada uno de los componentes se establece mediante la relación de vértices en coordenadas UTM presentadas en el **Anexo I.2**, incluyendo los archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV.

Asimismo, en las siguientes figuras se presenta la ubicación general del **Proyecto** y las vías de acceso al predio. La cartografía complementaria a nivel regional y local (región hidrológica, subcuencas, microcuencas, uso de suelo y vegetación) se presenta en el **Anexo I.2.**

Figura I. 2. Ubicación estatal y municipal del **Proyecto** Parque Eólico La Noria

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

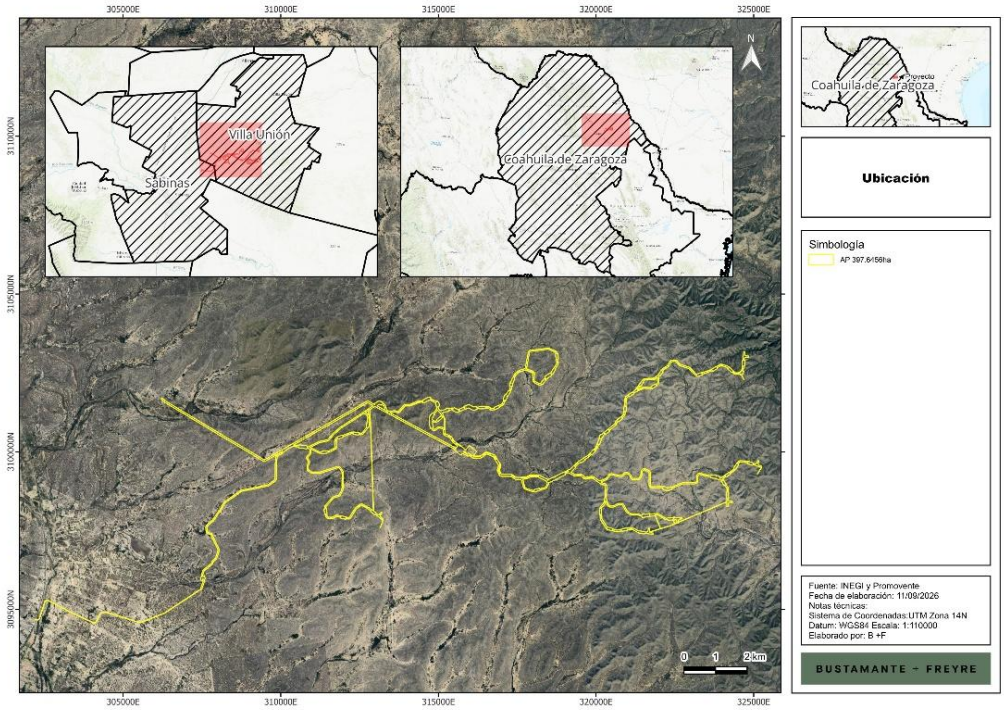


Figura I. 3. Vías de acceso al sitio del **Proyecto**

Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas

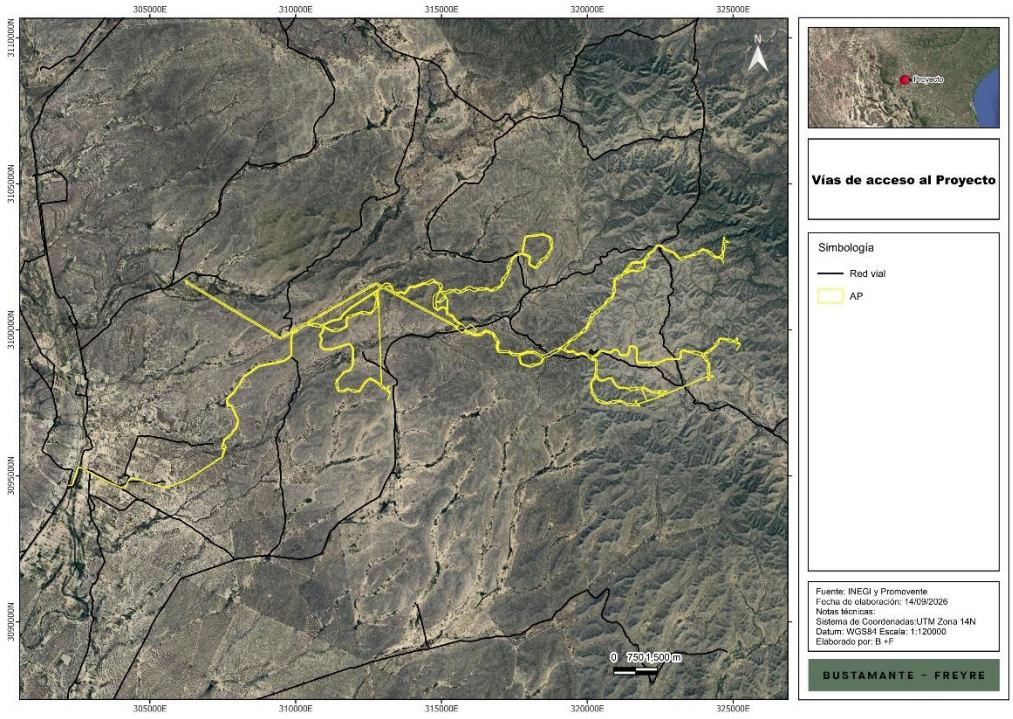


Tabla I. 2. Información de ubicación del **Proyecto**

Concepto	Descripción
Nombre del **Proyecto**	"Parque Eólico La Noria"
Entidad federativa	Coahuila de Zaragoza
Municipios	Villa Unión, Sabinas
Localidad próxima	El polígono se emplaza en zona rural del Municipio de Villa Unión y Sabinas
Vía de acceso principal	Corredor carretero federal Altamira – Ciudad Victoria – Monterrey, continuando por Carretera Federal 53 y Carretera Federal 57 hasta Sabinas, Coahuila; y camino local existente hasta el emplazamiento.
Datum y zona UTM	WGS84, Zona 14 Norte
Superficie arrendada	17,092.5305 ha
Superficie con servidumbre (ocupación)	6.3816 ha

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Descripción
Superficie de ocupación del **Proyecto**	≈ 397.6458 ha
Punto de Interconexión (POI)	Punto de Interconexión con el SEN en las inmediaciones de la línea de transmisión eléctrica existente Río Escondido –Frontera (RE–FRO) 400 kV de la CFE. La Línea de Transmisión Aérea del **Proyecto** se desarrolla en dirección al POI. Las obras de conexión al SEN posteriores (subestación de maniobras y entronque a la línea existente) no forman parte del alcance del presente **Proyecto**.
Capacidad neta de entrega	Hasta 301.55 MW

I.5.4 Justificación de la selección del sitio

La selección del sitio del Proyecto Parque Eólico La Noria es el resultado de un proceso iterativo de análisis territorial, ambiental y técnico que buscó, desde etapas tempranas, la configuración más viable para el aprovechamiento del recurso eólico, minimizando la incidencia sobre un sitio designado bajo la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional (Convención RAMSAR) presente en el entorno del área bajo estudio. Este proceso incorporó ajustes sucesivos al arreglo del parque hasta consolidar el emplazamiento que se somete a evaluación en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

En una etapa preliminar de definición del **Proyecto**, se evaluó una alternativa de arreglo que contemplaba la instalación de 71 aerogeneradores dentro del área bajo estudio. Del análisis territorial de esta configuración inicial se identificó que 65 de los aerogeneradores previstos incidían dentro de la poligonal del sitio RAMSAR; no obstante, la incidencia mayoritaria de posiciones de aerogeneradores dentro del sitio RAMSAR fue considerada como un condicionante ambiental que motivó la búsqueda de alternativas de emplazamiento.

A partir de este diagnóstico, se desarrolló un proceso de reingeniería del arreglo del **Proyecto** con el objetivo específico de disminuir la incidencia sobre el sitio RAMSAR, sin comprometer la viabilidad técnica y económica del aprovechamiento del recurso eólico. Este proceso consideró, de manera integrada, la calidad y disponibilidad del recurso eólico; la topografía y geomorfología del terreno; la cercanía y compatibilidad con la infraestructura eléctrica de transmisión existente para la interconexión al Sistema Eléctrico Nacional; la accesibilidad terrestre a través de la red carretera federal; y la disponibilidad de superficie apta bajo esquemas de tenencia compatibles con el desarrollo del **Proyecto**.

Como resultado de este proceso iterativo, la configuración pretendida y sometida a evaluación en el presente instrumento contempla la instalación de 44 aerogeneradores, de los cuales 24 inciden dentro del sitio RAMSAR. Lo anterior representa una reducción sustancial tanto en el número total de aerogeneradores previstos originalmente (de 71 a 44, equivalente a una disminución del 38%) como, de manera más significativa, en el número de aerogeneradores con incidencia dentro del sitio RAMSAR (de 65 a 24, equivalente a una disminución del 63%). Esta reconfiguración permite mantener la viabilidad

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

técnica y comercial del **Proyecto** en términos de capacidad instalada, aprovechamiento del recurso eólico y contribución al cumplimiento de los compromisos nacionales de generación con fuentes renovables, al tiempo que reduce de manera importante el número de aerogeneradores y la superficie de componentes asociados con incidencia dentro del sitio de importancia internacional.

Adicionalmente, la selección del sitio se sustenta en el aprovechamiento óptimo del recurso eólico caracterizado durante más de seis años de mediciones continuas, que constituye uno de los recursos eólicos de mayor calidad y estabilidad identificados en la porción norte del estado de Coahuila de Zaragoza; la proximidad a la línea de transmisión existente Río Escondido – Frontera (RE–FRO) de 400 kV, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, que permite acotar la longitud de la Línea de Transmisión propia del **Proyecto** (aproximadamente 11.2881 km) y, con ello, la afectación asociada a la infraestructura de conexión; la baja densidad poblacional del entorno inmediato, que minimiza los potenciales impactos por ruido, sombras intermitentes y proyección visual sobre asentamientos humanos; y la compatibilidad del uso de suelo predominante (matorral xerófilo y aprovechamiento agropecuario extensivo de baja intensidad) con la implantación de infraestructura de generación eólica.

En conjunto, la configuración del sitio y arreglo del **Proyecto** que se presenta corresponde a la alternativa más viable identificada, en tanto integra un balance favorable entre el aprovechamiento eficiente del recurso eólico, la disponibilidad y compatibilidad de la infraestructura de conexión al Sistema Eléctrico Nacional, la reducción sustancial de la incidencia sobre el sitio RAMSAR respecto de la configuración inicialmente evaluada, y la selección de un emplazamiento con condiciones socioambientales favorables para el desarrollo del **Proyecto**. Esta configuración será complementada, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales. En la siguiente Figura se presentan los arreglos considerados antes y después del ajuste del mismo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I. 4. Primer diseño del **Proyecto**

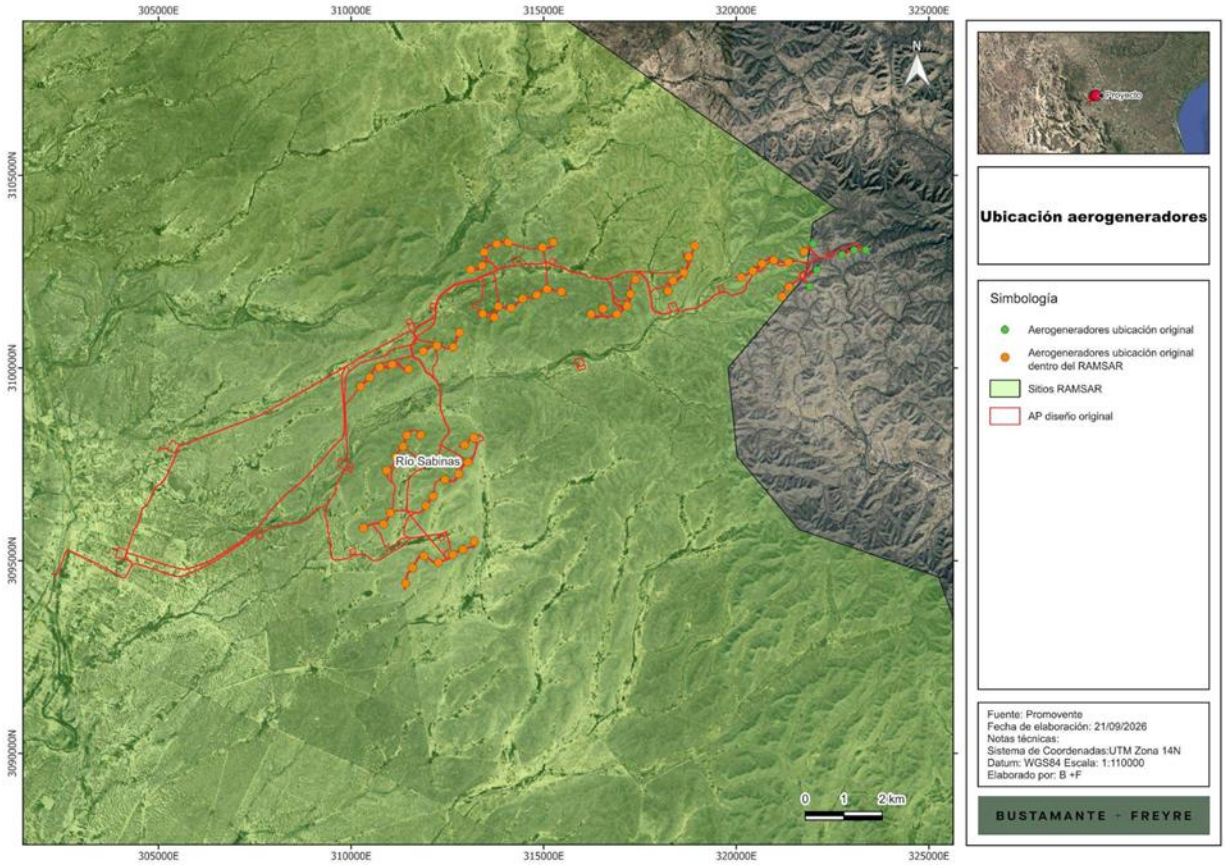
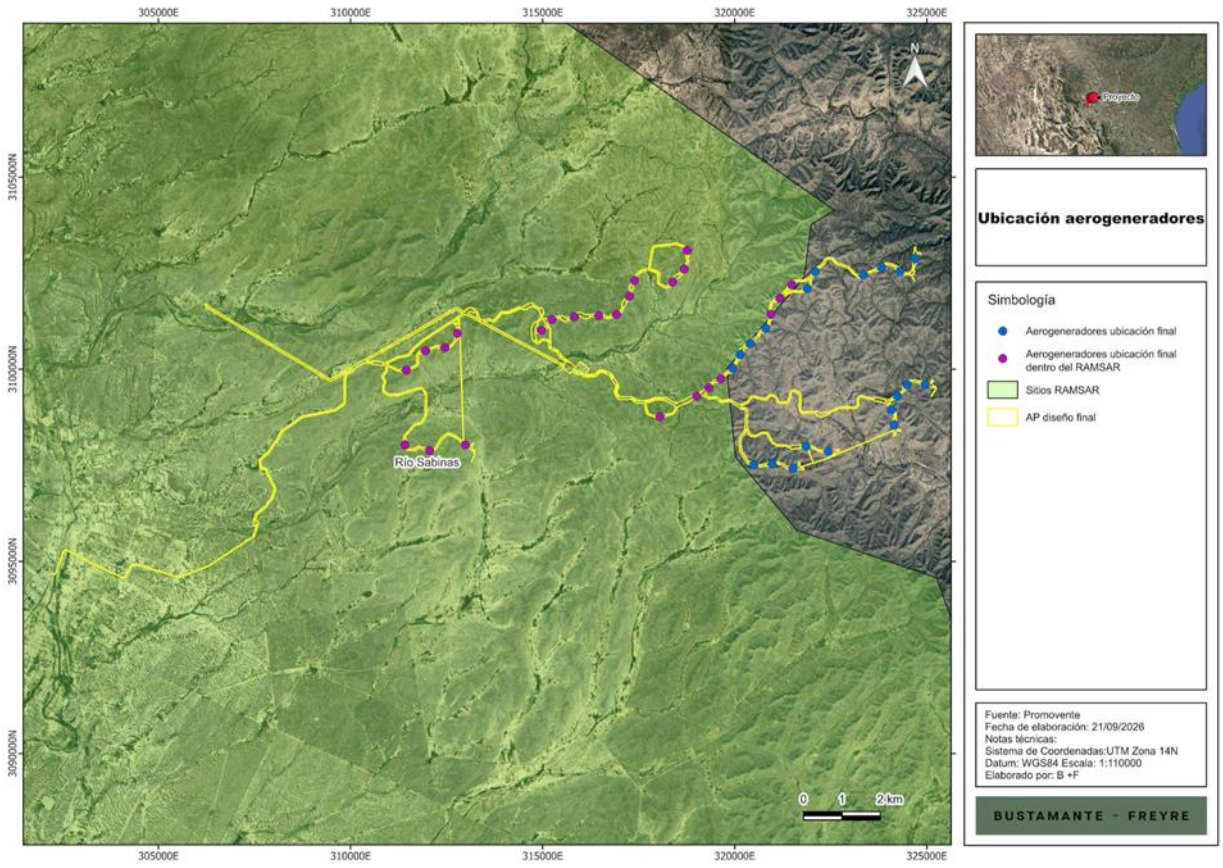


Figura I.5. Diseño actual del Proyecto

Somos un despacho adherido al Pacto
Mundial de las Naciones Unidas



I.6. Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias

El Proyecto "**Parque Eólico La Noria**" consiste en el desarrollo, construcción, operación y mantenimiento de una Central Eoloeléctrica para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico. La central contará con una capacidad instalada de hasta 301.55 MW mediante 44 aerogeneradores (33 unidades de 6.8 MW y 11 unidades de 7.0 MW).

La energía eléctrica generada será inyectada al SEN a través de la Subestación Elevadora (SET La Noria) 34.5/400 kV, la cual agrega la potencia generada por los aerogeneradores y la transforma al nivel de transmisión de 400 kV, integrando además un Sistema BESS. Desde la SET La Noria, la energía se conducirá mediante una Línea de Transmisión Aérea propia de 400 kV, con una longitud aproximada de 11.2881 km, en dirección al POI con el SEN, ubicado en las inmediaciones de la línea de transmisión existente RE–FRO 400 kV de la CFE. Las obras de conexión al SEN posteriores a la Línea de Transmisión, incluyendo la subestación de maniobras y el entronque a la línea existente, no forman parte del alcance del presente **Proyecto** y son objeto de trámite independiente bajo modalidad particular.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

A continuación, se presenta una breve descripción de los componentes principales del **Proyecto**. La descripción técnica detallada de cada componente, sus especificaciones, esquemas y planos generales se presentan en la Memoria Técnica de la MIA-R adjunta en el **Anexo I.3**.

- **Aerogeneradores**: 44 aerogeneradores (33 unidades de 6,800 kW y 11 unidades de 7,000 kW de potencia unitaria), tripala a barlovento y eje horizontal, con torre tubular de acero de 119 m de altura de buje, rotor de 175 m de diámetro y palas de aproximadamente 87.5 m de longitud. El sistema opera con orientación automática (yaw) y regulación de ángulo de paso (pitch); el transformador de baja/media tensión se encuentra integrado dentro de la góndola de cada aerogenerador, lo que suprime la necesidad de centros de transformación externos independientes al pie de la torre.
- **Cimentaciones y plataformas:** 44 cimentaciones circulares de hormigón armado, con jaula de anclaje embebida, cuyas dimensiones definitivas se establecerán conforme al estudio geotécnico correspondiente a cada posición. Sobre las cimentaciones se emplazan las 44 plataformas de montaje (crane pads), requeridas para el ensamblaje de las secciones de torre, la góndola y las palas mediante grúas de gran porte. Las 44 plataformas de montaje ocupan una superficie total de 58.2607 ha, que constituyen áreas permanentes con sellamiento del suelo por la plancha de concreto de las cimentaciones y el firme granular de la plataforma.
- **Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS**): Sistema integrado a la Subestación Elevadora SET La Noria, conformado por baterías de tecnología ion-litio, sistema de gestión de baterías (BMS), sistema de enfriamiento, sistema de supresión de incendios por gas, sistema de conversión de energía (PCS) y transformador de distribución, cuya capacidad definitiva será establecida conforme al diseño eléctrico de detalle.
- **Subestación Elevadora SET La Noria**: Una subestación elevadora 34.5/400 kV (superficie de 6 ha, incluye edificio de Operación y Mantenimiento) con configuración de barra principal y transferencia en 400 kV y simple barra en 34.5 kV, aparamenta aislada en aire en la sección de 400 kV, la cual agrega los 13 circuitos de media tensión del parque y eleva la tensión al nivel de transmisión para su entrega a la Línea de Transmisión Aérea del **Proyecto**.
- **Sistema de Media Tensión:** Red colectora de media tensión en 34.5 kV, agrupada en 13 circuitos independientes, con tramos subterráneos tendidos en zanjas conforme a IEC 60502-2 con conductores de aluminio y cable de cobre desnudo de puesta a tierra en el fondo, y tramos aéreos sobre estructuras en las zonas donde el trazado técnico así lo justifica. La red interconecta cada aerogenerador con la Subestación Elevadora SET La Noria.
- **Línea de Transmisión Aérea de 400 kV**: Línea de transmisión aérea de aproximadamente 11.2881 km de longitud, 50 m de derecho de vía, con doble circuito y haz de dos/tres conductores por fase, configurada con dos cables de guarda (uno tipo OPGW para comunicaciones y otro convencional para protección atmosférica), soportada por aproximadamente 30 torres de celosía de acero galvanizado sobre cimentaciones tipo (parrilla, monobloque, cilíndrica o pilotes según condiciones geotécnicas de cada posición). Parte de la SET La Noria y se desarrolla en dirección al POI con el SEN en las inmediaciones de la línea existente RE–FRO 400 kV de la CFE. La superficie ocupada por la línea y su derecho de vía es de 53.6753 ha. Las obras de conexión al SEN posteriores

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

(subestación de maniobras y entronque a la línea existente) no forman parte del alcance del presente **Proyecto**.

- **Caminos internos y de acceso:** Red de viales internos con ancho tipo de 6 m, con firme granular (subbase y base con CBR ≥ 40 % y > 80 % respectivamente) compactado al 98 % del Proctor Modificado, que interconectan cada aerogenerador entre sí y con la SET La Noria y con la Línea de Transmisión Aérea. Los caminos ocupan una superficie permanente de 51.1632 ha (calzada de rodamiento) y una huella temporal de 191.0032 ha (ancho conceptual de 40 m que contempla la calzada, las cunetas laterales, los taludes de corte y relleno, las obras de drenaje asociadas y las franjas de maniobra requeridas durante la construcción). Cabe precisar que el trazo geométrico presentado corresponde a un diseño conceptual de caminos tipo, cuyo trazo definitivo se establecerá en la ingeniería de detalle del **Proyecto**.
- **Obras complementarias**: Obras de drenaje pluvial constituidas por cunetas longitudinales, obras de cruce transversal (alcantarillas), badenes o pasos de agua y obras de protección y disipación de energía, dimensionadas conforme al análisis hidrológico correspondiente; taludes de corte y relleno; sistema de puesta a tierra del parque; y vallado perimetral limitado a los componentes con requerimientos de seguridad específicos (SET La Noria, edificios auxiliares).
- **Torres meteorológicas operativas**: Torres destinadas a la medición continua de las condiciones de viento durante la operación del **Proyecto**, requeridas para la certificación de la curva de potencia de los aerogeneradores conforme a la norma IEC 61400-12-1. Su cantidad, ubicación e instrumentación se establecerán conforme a los requerimientos del tecnólogo y del programa de mediciones operativas.
- **Edificios auxiliares permanentes**: Edificio de control y servicios (emplazado en la periferia de la SET La Noria, para la operación y monitoreo del **Proyecto**) y caseta de vigilancia (control de accesos permanentes al predio). Estos edificios son parte de la infraestructura permanente asociada a la SET La Noria.

Asimismo, se tienen las siguientes áreas:

Del total de 397.6458 ha de superficie ocupada por el **Proyecto**, 201.1285 ha corresponden a áreas de afectación permanente (plataformas de montaje, línea de transmisión aérea de 400 kV con su derecho de vía, caminos internos y de acceso permanentes, red colectora de media tensión subterránea y aérea, y SET La Noria) que ocuparán el suelo durante toda la vida útil del **Proyecto**; mientras que 196.5173 ha corresponden a áreas de afectación temporal (huella de caminos; que incluye las franjas de maniobra, taludes y obras de drenaje asociadas dentro del ancho conceptual de 40 m, e instalaciones temporales de obra) que serán liberadas y restauradas al concluir la etapa constructiva. La superficie con sellamiento permanente del suelo (plataformas de montaje y Subestación) asciende a 64.2607 ha. En la Tabla I.3 se presenta un resumen de los componentes principales, así como las características de estos, asimismo, la distribución detallada por componente, tipo de obra y sellamiento del suelo se presenta en la Tabla I. 3.

Tabla I. 3. Características generales y componentes principales del **Proyecto**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Descripción
Tecnología	Eoloeléctrica terrestre (aerogeneradores tripala de eje horizontal a barlovento.
Capacidad instalada total (aerogeneradores)	Hasta 301.55 MW
Capacidad neta (POI)	Hasta 301.55 MW
Aerogeneradores	44 aerogeneradores (33 unidades de 6.8 MW + 11 unidades de 7.0 MW; buje 119 m, rotor 175 m, palas ≈ 87.5 m).
Cimentaciones y plataformas	44 cimentaciones circulares de hormigón armado con jaula de anclaje embebida, cuyas dimensiones definitivas se establecerán conforme al estudio geotécnico correspondiente. Sobre las cimentaciones se emplazan las 44 plataformas de montaje (crane pads).
Sistema de Almacenamiento en Baterías (BESS)	Sistema integrado a la SET La Noria, con baterías tipo ion-litio, BMS, sistema de enfriamiento, sistema de supresión de incendios por gas, sistema de conversión (PCS) y transformador de distribución. En el **Proyecto** el transformador de baja/media tensión está integrado dentro de la góndola de cada aerogenerador, suprimiendo la necesidad de centros de transformación externos al pie de la torre.
Red colectora de Media Tensión 34.5 kV	13 circuitos independientes que interconectan los 44 aerogeneradores con la SET La Noria, mayoritariamente subterráneos (29.4382 ha) con tramos aéreos (2.5911 ha) donde el trazado técnico así lo justifica. La interconexión entre circuitos subterráneos y aéreos se realiza a través de reconectadores automáticos.
Subestación Elevadora	1 Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV (superficie de 6 ha, incluye edificio de Operación y Mantenimiento), configuración barra principal y transferencia en 400 kV con aparamenta aislada en aire.
Línea de Transmisión Aérea 400 kV	Línea de transmisión aérea de aproximadamente 11.2881 km de longitud, con doble circuito y haz de dos/tres conductores por fase, mediante aproximadamente 30 torres de celosía de acero galvanizado; parte de la SET La Noria en dirección al Punto de Interconexión. Superficie: 53.6753 ha (línea y derecho de vía).
Punto de Interconexión (POI)	Punto de Interconexión con el SEN en las inmediaciones de la línea existente RE–FRO 400 kV de la CFE. La Línea de Transmisión Aérea del **Proyecto** se desarrolla en dirección al POI; las obras de conexión al SEN posteriores (subestación de maniobras y entronque a la línea existente) no forman parte del alcance del presente **Proyecto**.
Caminos internos y de acceso	Red interna de 6 m de ancho de calzada permanente (superficie 51.1632 ha) con huella temporal conceptual de 40 m (superficie 191.0032 ha, que

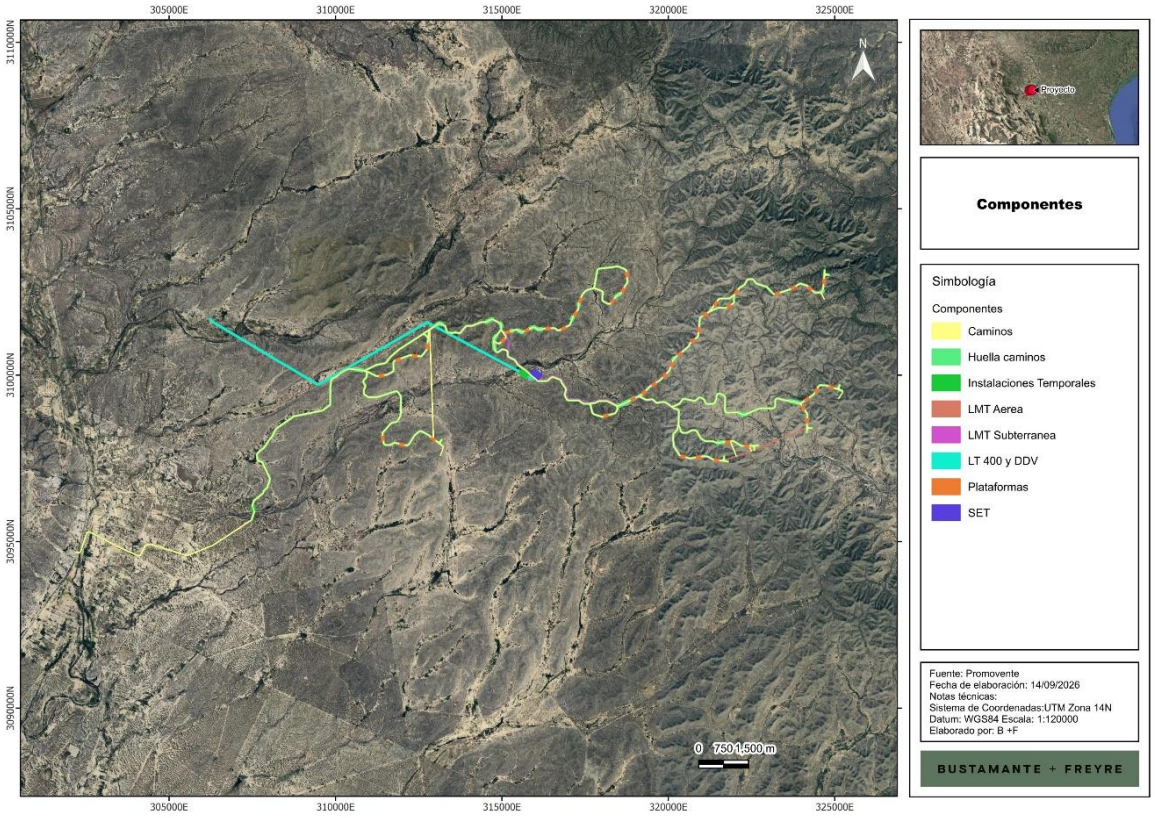
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Descripción
	incluye franjas de maniobra, taludes de corte y relleno y obras de drenaje asociadas), más el camino de acceso desde la Carretera Federal 57 (vía Sabinas).
Torres meteorológicas operativas	Torres destinadas a la medición continua de las condiciones de viento durante la operación del **Proyecto** (certificación de curva de potencia conforme a IEC 61400-12-1). Cantidad, ubicación e instrumentación conforme a los requerimientos del tecnólogo.
Edificios auxiliares permanentes	Edificio de control y servicios (emplazado en la periferia de la SET La Noria) y caseta de vigilancia (control de accesos permanente al predio); infraestructura permanente asociada a la Subestación Elevadora.
Etapas del **Proyecto**	Preparación del sitio y construcción (3 años); Operación y mantenimiento (25 años); Cierre y abandono de sitio (2 años). Vida útil total del **Proyecto**: 30 años.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

A continuación, se presenta el arreglo general del **Proyecto**:

Figura I. 5. Arreglo general del **Proyecto** y distribución de componentes



Las superficies de los componentes del **Proyecto** se muestran en la siguiente tabla.

Tabla I. 4. Superficies de los componentes del **Proyecto**

Obra y/o componente	Superficie total (ha)	Uso de suelo y tipo de vegetación	Permanente (ha)	Temporal (ha)	Sellamiento del suelo
LMT Aérea	2.5911	Matorral Desértico Micrófilo	0.1753		No
		Matorral Desértico Rosetófilo	2.4158		
LMT Subterránea	29.4382	Matorral Desértico Micrófilo	1.0611		No
		Matorral Desértico Rosetófilo	28.3771		
LT 400 y DDV	53.6753	Matorral Desértico Micrófilo	22.6836		No
		Matorral Desértico Rosetófilo	30.9917		
Huella caminos	191.0032	Matorral Desértico Micrófilo		12.1856	No
		Matorral Desértico Rosetófilo		178.4531	
		Agricultura de Temporal Anual		0.2098	
		Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo		0.1547	
Plataformas	58.2607	Matorral Desértico Rosetófilo	58.2607		Si
SET	6	Matorral Desértico Micrófilo	6		Si
Instalaciones Temporales	5.5141	Matorral Desértico Micrófilo		5.0113	No
		Matorral Desértico Rosetófilo		0.5028	
Caminos	51.1632	Matorral Desértico Micrófilo	6.4719		No
		Matorral Desértico Rosetófilo	43.1943		
		Agricultura de Temporal Anual	0.8403		
		Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	0.6567		
Subtotal			201.1285	196.5173	
Total	397.6458		397.6458		

I.6.1. Instalaciones auxiliares durante la construcción

Durante la etapa de Preparación del sitio y construcción del **Proyecto** se contempla la habilitación de las siguientes instalaciones auxiliares que apoyarán las actividades constructivas, las cuales se describen en la Tabla I.5. Esta área concentra las instalaciones de carácter temporal necesarias para las actividades constructivas, las cuales serán retiradas al concluir la construcción y cuyas superficies serán rehabilitadas conforme al diseño de restauración del sitio.

Tabla I. 5. Instalaciones auxiliares durante la construcción

Instalación	Descripción
Campamento de obra	Área destinada al alojamiento y servicios básicos del personal de obra, con oficinas del promotor, contratista y subcontratistas.
Planta de concreto	Planta instalada dentro del polígono para el abastecimiento de las actividades de cimentación y demás obras civiles, incluyendo almacenamiento de cemento y agregados, sistema de dosificación y mezclado, suministro de agua industrial y medidas de control de polvo, manejo del agua de lavado y contención de derrames.
Área de acopio de material	Superficies destinadas al almacenamiento temporal de materiales pétreos, agregados y demás insumos requeridos para la construcción.
Depósitos de vegetación	Áreas destinadas al acopio temporal del material vegetal y suelo orgánico producto del desmonte y despalme, para su eventual reutilización en las labores de restauración.
Almacenes / zonas de acopio de componentes de aerogeneradores	Almacenes o zonas requeridas para la recepción, resguardo y ensamblaje previo de palas, tramos de torre, góndola y demás componentes de los aerogeneradores, en función de la logística de aprovisionamiento adoptada para el **Proyecto**.
Caseta de alimentos	Sector o caseta habilitada para el consumo de alimentos del personal de obra (comedor no permanente).
Sanitarios portátiles	Sanitarios portátiles con mantenimiento por empresas autorizadas (1 baño por cada 10 trabajadores).
Almacenamiento transitorio de residuos peligrosos	Sector con piso impermeable, paredes sólidas, techo y sistema de contención de derrames, para el almacenamiento temporal de aceites usados, grasas, filtros, absorbentes contaminados, envases de sustancias químicas y materiales de limpieza contaminados, previo a su entrega a un prestador de servicios autorizado.
Suministro temporal de agua y energía	Instalaciones auxiliares para el suministro temporal de agua (pipas y almacenamiento en el campamento y áreas temporales de obra) y energía eléctrica (generadores diésel) durante la etapa constructiva.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Instalación	Descripción
Estacionamiento temporal	Estacionamiento temporal para vehículos del personal de obra y contratistas.

I.6.2. Tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Proyecto "Parque Eólico La Noria" requiere la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental, encuadrándose en los siguientes supuestos del artículo 5° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA):

Inciso K) Industria eléctrica:

Fracción I. Construcción de plantas o centrales nucleoeléctricas, hidroeléctricas, geotérmicas, eoloeléctricas 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 megawatt (0.5 MW). El **Proyecto** contempla la construcción y operación de una central eoloeléctrica con capacidad instalada hasta de 301.55 MW, integrada por 44 aerogeneradores.

Fracción II. Construcción de estaciones y subestaciones eléctricas de potencia o de distribución. El **Proyecto** contempla la Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV, con Sistema BESS integrado, la cual eleva la tensión del sistema colector interno de media tensión al nivel de transmisión de 400 kV para la entrega al SEN.

Fracción III. Líneas de transmisión y subtransmisión eléctrica. El **Proyecto** contempla la construcción de una Línea de Transmisión Aérea propia de 400 kV, con una longitud aproximada de 11.2881 km y aproximadamente 30 torres, desde la SET La Noria en dirección al POI con el SEN, ubicado en las inmediaciones de la línea existente RE–FRO 400 kV de la CFE**.** Las obras de conexión al SEN posteriores a la Línea de Transmisión (subestación de maniobras y entronque a la línea existente) no forman parte del alcance del presente **Proyecto** y son objeto de trámite independiente.

Inciso O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:

El **Proyecto** contempla la eventual remoción de vegetación forestal dentro del polígono del **Proyecto**, cuya superficie específica se determinará a partir de la verificación en campo y del análisis territorial correspondiente. En caso de identificarse superficies con vegetación forestal, se tramitará de forma simultánea la autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), en términos del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento.

Por la naturaleza del **Proyecto**, su capacidad de generación, la potencial presencia de vegetación forestal en el polígono y la interacción con elementos territoriales relevantes, la presente Manifestación de Impacto

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ambiental se presenta en su Modalidad Regional (MIA-R), de conformidad con los artículos 10 y 11 del REIA.

I.6.3. Inversión requerida

La inversión total estimada para la ejecución del **Proyecto**, considerando las etapas de actividades previas, preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento, es del orden de [redacted] monto que podrá ajustarse durante las etapas posteriores de ingeniería y ejecución del **Proyecto**. El monto en moneda nacional se expresa considerando un tipo de cambio referencial de 16.9707 MXN/USD acorde al Banco de México en fecha 11 de septiembre de 2026.

Adicionalmente, para la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, se considera un monto equivalente a un porcentaje de la inversión requerida para la construcción, el cual se ajustará conforme a los alcances técnicos establecidos en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y en los instrumentos técnicos que se generen para su implementación. Este presupuesto permitirá la aplicación adecuada de las medidas ambientales previstas en la presente MIA-R.

Tabla I. 6. Resumen de los costos de inversión del **Proyecto**

Costo de inversión del Proyecto	Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración	Total
[redacted]	[redacted]	[redacted]

El detalle del PVA y las medidas específicas de prevención, mitigación, compensación y restauración se desarrollan en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Se testa monto de la inversión por ser un dato confidencial, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.6.4. Duración estimada del Proyecto

La vida útil del **Proyecto** se establece en un total de 30 años:

Tabla I. 7. Duración estimada del Proyecto por etapa

Etapa	Duración
Preparación del sitio y construcción	36 meses (3 años)
Operación y mantenimiento	25 años
Cierre y abandono de sitio (desmantelamiento)	24 meses (2 años)
Total	**30 años**

La etapa de Preparación del sitio y construcción comprende las actividades de identificación y evaluación del sitio, estudios técnicos, tramitación de permisos, ingeniería conceptual y básica, delimitación del sitio,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

desmonte y despalme, instalación de obras auxiliares, excavación y movimiento de tierras, obras de drenaje, vallado perimetral limitado, caminos internos y de acceso, cimentaciones circulares para aerogeneradores, plataformas de montaje, red colectora de media tensión (subterránea y aérea) en 34.5 kV, construcción de la Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV con Sistema BESS, construcción de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV (con sus torres de celosía, conductores y cables de guarda), montaje electromecánico de los 44 aerogeneradores, instalación de las torres meteorológicas operativas, pruebas y energización del **Proyecto**.

La etapa de Operación y mantenimiento consiste en la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico (sin combustión ni emisiones atmosféricas directas), y el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de los componentes de los aerogeneradores, del sistema colector de media tensión, de la Subestación Elevadora y de la Línea de Transmisión, incluyendo inspecciones periódicas, mantenimiento mecánico, eléctrico y electrónico de los aerogeneradores, monitoreo y control mediante el sistema SCADA, y las actividades de vigilancia y monitoreo ambiental correspondientes.

La etapa de Cierre y abandono de sitio contempla el retiro ordenado de los 44 aerogeneradores (rotor, nacelle y torre), red colectora de media tensión, Subestación Elevadora SET La Noria, Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, cableado y demás infraestructura, así como las actividades de limpieza, rehabilitación del terreno y revegetación, conforme al Plan de Cierre del **Proyecto** que se detallará en un instrumento específico previo al inicio de esta etapa.

El Programa de cierre de operaciones, desmantelamiento, abandono y/o restauración del sitio se presenta en el **Anexo I.4**.

I.6.5. Resumen de las características del Proyecto

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las características del **Proyecto** en términos de cantidad y unidades. Las memorias de cálculo de los valores asentados se presentan en el **Anexo I.5**.

Tabla I. 8. Resumen de características del **Proyecto**

Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
Consumo de energía eléctrica	Suministrado mediante generadores diésel de obra durante los 36 meses de la etapa de preparación del sitio y construcción, para el campamento, planta de concreto y frentes de trabajo. La demanda específica se establecerá conforme al programa de obra y a la selección definitiva de los equipos.	Autoconsumo del propio **Proyecto** (edificio de control, sistemas de monitoreo SCADA, iluminación, servicios auxiliares de la Subestación) del orden de 300 a 500 kW, alimentado desde la propia infraestructura eléctrica del **Proyecto.** La demanda anual definitiva se establecerá en la ingeniería eléctrica de detalle.
Consumo de agua	14,000 – 20,000 m³ agua industrial durante los 36 meses (cimentaciones	100 – 150 L/día por persona para la dotación permanente en sitio (≈ 20 – 40

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
	aerogeneradores y humectación caminos) + 3,200 – 4,800 m³ agua potable para el personal de obra. Suministro mediante pipas autorizadas.	personas), equivalente a un total aproximado de 2,000 a 4,000 L/día para el conjunto del personal, más un caudal adicional de hasta 450 L/día para servicios sanitarios y actividades ocasionales de mantenimiento.
Emisiones de gases de efecto invernadero	≈ 27,509.51 t CO_2e en los 36 meses (89.5 % del total del ciclo de vida), por combustión de diésel y gasolina en maquinaria pesada, camiones, grúas, vehículos y generadores eléctricos de obra.	≈ 659.32 t CO_2e en los 25 años (2.1 % del total del ciclo de vida), por vehículos livianos de mantenimiento (Diésel/Gasolina) y uso esporádico de grúas para reemplazos mayores de componentes.
Aprovechamiento de otros recursos naturales	130,000 – 180,000 m³ de material granular para caminos internos y de acceso + 175,000 – 235,000 m³ de material granular para plataformas de montaje. Los materiales se adquirirán en bancos autorizados cercanos al sitio.	No aplica
Generación de residuos	Residuos Sólidos Urbanos: 140 t totales.	RSU derivados de las actividades del personal permanente. Manejo mediante contenedores identificados y entrega a prestadores de servicios autorizados.
	Residuos de Manejo Especial: Cartón 6 t; Fierros y metales 80 t; Madera 0.5 t; Restos de materiales de construcción 50 t; Escombros 20 t; Residuos metálicos inertes 35 t; Restos de cables 20,000 m.	RME derivados del mantenimiento de aerogeneradores y equipos eléctricos. Entrega a prestadores autorizados.
	Residuos Peligrosos: aceites, grasas y lubricantes usados 1.5 t. Almacenamiento temporal en sector con contención y entrega a prestador autorizado por SEMARNAT.	RP del mantenimiento de aerogeneradores (aceites hidráulicos y minerales, grasas, refrigerantes, pinturas, líquidos de limpieza, baterías, envases contaminados). Almacenamiento en área permanente en el predio de la Subestación.
Descargas de agua residual	Sanitarios portátiles con mantenimiento por empresas autorizadas (1 baño por cada 10 trabajadores) y aguas del	Aguas residuales sanitarias del personal permanente (≈ 20 – 40 personas) conducidas a fosa séptica o solución

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
	lavado de camiones mezcladores conducidas al sistema de contención de derrames. No hay descarga directa a cuerpos de agua.	equivalente diseñada conforme a la normatividad aplicable, con mantenimiento y retiro a cargo de empresa autorizada.
Consumo de combustibles	Diésel: 8,000 – 12,000 m³ en los 36 meses (maquinaria pesada, vehículos industriales y generadores diésel de obra). Gasolina: 400 – 600 m³ (vehículos ligeros). Gas LP: 7,000 – 10,000 kg (servicio de comedor de obra).	Gasolina: 1 – 2 m³ por año (vehículos livianos de supervisión y mantenimiento). Diésel: consumo menor para grúas de reemplazos mayores de componentes.
Personal requerido	≈ 30 personas (preparación del sitio) y pico de ≈ 560 personas (construcción): 350 personal Parque Eólico + 80 Subestación con BESS + 100 Línea de Transmisión + 30 Supervisión y coordinación.	≈ 20 – 40 personas permanentes (operación, mantenimiento mecánico y eléctrico, monitoreo ambiental) + hasta 100 contratistas externos para mantenimiento preventivo mayor de aerogeneradores.

Nota: Los valores corresponden a estimaciones preliminares.

I.6.6. Superficies generales del Proyecto

En la siguiente tabla se presentan las superficies generales del **Proyecto**:

Tabla I. 9. Superficies generales del **Proyecto**

Concepto	Superficie existente	Superficie por afectar
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del **Proyecto**	≈ 397.6458 ha	≈ 397.6458 ha
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones (plataformas de montaje, viales permanentes, zanjas, taludes, Subestación Elevadora, edificios auxiliares y obras de drenaje)	–	64.2607 ha (Plataformas de montaje 58.2607 ha + Subestación SET La Noria 6.0000 ha)
Superficie de intervención temporal (únicamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción)	–	196.5173 ha (Huella de caminos 191.0032 ha + Instalaciones temporales 5.5141 ha)
Superficie total de vegetación	397.6458 ha	397.6458 ha

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Superficie existente	Superficie por afectar
Superficie de vegetación forestal total	396.5957 ha	396.5957 ha (sujeta a CUSTF)
Superficie por cada tipo de vegetación forestal:		
Matorral Desértico Rosetófilo	342.1955 ha	342.1955 ha
Matorral Desértico Micrófilo	53.5888 ha	53.5888 ha
Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	0.8114 ha	0.8114 ha
Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	0 ha	0 ha (no se realizarán obras sobre cuerpos de agua)
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	—	0 ha (sin afectación a zona federal de CONAGUA)
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	No aplica	No aplica (**Proyecto** en zona continental)

Cabe resaltar que el **Proyecto** no considera obras sobre cuerpos de agua ni afectación a zonas federales de CONAGUA.

La superficie sujeta a **CUSTF** asciende a 396.5957 hectáreas, correspondientes a las coberturas de Matorral Desértico Micrófilo, Matorral Desértico Rosetófilo y Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo presentes en el polígono, quedando excluida la cobertura de Agricultura de Temporal Anual (1.0501 ha) por su naturaleza no forestal. El detalle por componente y tipo de vegetación forestal se presenta en la Memoria Técnica de la MIA-R adjunta en el **Anexo I.3**.

Bibliografía y referencias

Las referencias bibliográficas, normativas y técnicas utilizadas para la elaboración del presente Capítulo se enlistan a continuación:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), última reforma vigente.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), última reforma vigente.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento, última reforma vigente.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), última reforma vigente.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Ley de la Industria Eléctrica (LIE) y su Reglamento.
- Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental — SEMARNAT, versión digital vigente.
- Manual de Diseño de Líneas de Transmisión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y Especificación CFE JA100-64 para cimentaciones de estructuras de líneas de transmisión.
- Normas Oficiales Mexicanas aplicables: NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-161-SEMARNAT-2011, NOM-001-SEDE-2012, NOM-059-SEMARNAT-2010, NOM-080-SEMARNAT-1994, NOM-081-SEMARNAT-1994.
- Factores de emisión de gases de efecto invernadero — UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting, 2022.
- Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), versión vigente — SENER.
- Cartografía digital INEGI Serie VII de uso de suelo y vegetación.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) — Cartografía de Regiones y Cuencas Hidrológicas.
- Atlas Nacional de Riesgos, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO:

"PARQUE EÓLICO LA NORIA"

CAPÍTULO II:

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

PROMOVENTE:

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

VILLA UNIÓN Y SABINAS, COAHUILA,

SEPTIEMBRE 2026

TABLA DE CONTENIDO

II.1. LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES 6
II.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) 6
II.1.2. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). 7
II.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO 9
II. 2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). 9
II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos del estado de Coahuila. 21
II.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila de Zaragoza 39
II.3 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO 48
II.3.1. Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Coahuila de Zaragoza 48
II.3.2. Plan Director de Desarrollo Urbano Sabinas y Plan Director de Desarrollo Urbano de Villa Unión 50
II.4 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN 52
II.4.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) 52
II.4.2. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR) 54
II.4.3. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC). 69
II.4.4. Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA). 70
II.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM) 71
II.5.1. NOM en materia de Aire. 71
II.5.2. NOM en materia de Ruido. 73
II.5.3. NOM en materia de Residuos. 73
II.5.4. NOM en materia de Flora y Fauna silvestre 74
II.5.5. NOM en materia de Aguas Residuales. 74
II.5.6. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 75
II.6. Región y/o Comunidades Indígenas. 75
II.6.1. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. 75
II.7. Conclusiones 79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Distribución de las Unidades Ambientales Biofísicas en el territorio mexicano. 10
Figura II.2. UAB del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en la que incide el Proyecto. 11
Figura II. 3. Ubicación del Proyecto en relación con el POERCB. ..... **¡Error! Marcador no definido.**23
Figura II. 4. Incidencia del Proyecto en las UGAs APS-RH24D-117, APS-RH24D-158, APS-RH24D-174, APS-RH24D-209, APS-RH24D-225, APS-RH24E-118 del POERTE... ..... **¡Error! Marcador no definido.**40

Figura II. 5. Relación de la superficie del Proyecto con los predios arrendados. 46

Figura II. 6. Incidencia del proyecto en el PEDUOTC.. 48

Figura II. 7. Incidencia del proyecto en el los PDDU de los municipios de Sabinas y Villa Unión..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura II.8. Ubicación del Proyecto con respecto a la ANP..... 52

Figura II.9. Ubicación del AP, AI y RE con respecto a las ANP. 53

Figura II.10. Ubicación del Proyecto con respecto al Sitio Ramsar Río Sabinas. 54

Figura II.11. Criterios RAMSAR aplicables al Sitio Río Sabinas. 54

Figura II.12 Proyecto respecto del RAMSAR y los ríos Sabinas y Salado. 56

Figura II.13 Escurrimientos diferenciados. 61

Figura II. 14. Primer diseño del Proyecto. 64

Figura II. 15. Diseño actual del Proyecto. 65

Figura II.16. Flujos de microcuencas respecto del Río Sabinas. 66

Figura II.17. Ubicación del Proyecto y el Sitio RAMSAR respecto de las AICAS. 67

Figura II. 18. Ubicación del Proyecto respecto de las ADVC. 68

Figura II.19. Ubicación del Proyecto respecto de las ADVC. 69

Figura ii.20. Mapa de regiones indígenas de la CDI. 79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Vinculación con la LGEEPA.. 5

Tabla II.2. Vinculación con el REIA. 6

Tabla II.3. Tabla del POEGT para las UAB 24 y 31 12

Tabla II.4. Vinculación con estrategias aplicables del POEGT.. 13

Tabla II.5. Estrategias ecológicas y lineamientos por UGA.. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla II.6. Lineamientos ecológicos, objetivos y criterios de regulación ecológica del POERCB.. 24

Tabla II.7. Criterios de regulación ecológica relacionados con el Proyecto... 29

Tabla II.8. Políticas ambientales, usos y lineamientos aplicables al Proyecto..**¡Error! Marcador no definido.** 41

Tabla II.9. Vinculación de los CRE aplicables al Proyecto. 42

Tabla II.10. Características del Sitio Ramsar Río Sabinas.. 56

Tabla II.11. Vinculación con los criterios de elección del Sitio Ramsar Río Sabinas. 59

Tabla II.12. NOM en materia de aire aplicables al Proyecto. 64

Tabla II.13. NOM en materia de ruido. 66

Tabla II.14. NOM en materia de residuos. ……. 66

Tabla II.15. NOM en materia de flora y fauna. ……... 67

Tabla II.16. NOM en materia de aguas residuales. ……... 67

Tabla II.17. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo. ……. 67

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.

En este capítulo se presentarán y analizarán en su parte conducente los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al **Proyecto** denominado **“Parque Eólico La Noria”** (en adelante el **“Proyecto”**). De este modo, fueron identificados aquellos instrumentos, y ordenamientos que le resultan aplicables y se realizó la vinculación del **Proyecto** con cada uno de ellos.

Es muy importante mencionar que la vinculación realizada en este capítulo parte de lo general a lo particular, atendiendo al principio general de derecho lex specialis derogat legi generali (la ley especial deroga a la ley general) el cual establece que cuando dos normas son incompatibles, una general y otra especial, la especial prevalece; además de considerar el principio de supremacía constitucional y el principio de jerarquía normativa, lo anterior, a fin de evitar realizar una doble vinculación con las disposiciones jurídicas aplicables y relativas con el **Proyecto** con las Leyes Federales y Locales y la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los Tratados Internacionales aplicables.

Para efectos de lo anterior, se realizará un análisis del marco jurídico nacional vigente conformado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los Tratados Internacionales de los cuales México es parte y que resultan relevantes y aplicables al Proyecto; las Leyes Federales, sus respectivos Reglamentos; así como las Leyes Locales, sus Reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes. Asimismo, se analizaron los instrumentos de planeación aplicables en este caso, haciendo especial énfasis en los Programas de Ordenamiento Ecológico y Planes de Desarrollo Urbano decretados en el estado de Coahuila; para posteriormente realizar el análisis de aquellos que resulten aplicables a las actividades a desarrollar.

Dicho análisis se realizará con el objeto de demostrar que el **Proyecto** que nos ocupa cumple a cabalidad con el marco jurídico aplicable en materia de preservación del equilibrio ecológico en el territorio nacional, así como con lo establecido en los instrumentos de planeación que ordenan el territorio en donde se pretende realizar.

Lo anterior en cumplimiento a lo establecido en la fracción III del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**REIA**), el cual expresamente señala lo siguiente:

> *“***Artículo 13.-** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener *la siguiente información: […]*
>
> *III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; […].”*

Asimismo, se toma como referencia la Guía para la presentación y entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental.

A continuación, se describe el marco normativo internacional, federal, estatal, municipal y las disposiciones reglamentarias más representativas y relacionadas con el **Proyecto**.

II.1. LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES

II.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

La **LGEEPA** se publicó en el **DOF** el 28 de enero de 1988 y su última reforma fue el 19 de enero de 2026 es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos **(CPEUM)** que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Tiene por objeto, entre otros, propiciar el desarrollo sustentable y sentar las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, así como definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

El **Proyecto** se vincula con los artículos 28 fracciones II y VII, así como 30, de dicho ordenamiento, ya que éste pertenece a la industria eléctrica, por lo que, para el cumplimiento de este precepto, se está presentado la **MIA-R**, cumpliendo con las formalidades señaladas en la Ley de manera previa para que sea autorizada por parte de esa Autoridad.

Tabla II.1. Vinculación con la LGEEPA.

Artículos aplicables	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 [...];	El **Proyecto** consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre y desmantelamiento de un parque eólico con una capacidad de generación de hasta 301.55 MW de potencia total, que será evacuada a través de circuitos de media tensión (34,5 kV) hacia la SET La Noria, ubicada dentro del polígono. La misma elevará la tensión, que luego será transportada hasta el punto de interconexión mediante una línea de alta tensión de 400 kV, ubicado en el municipio de Villa Unión, en el estado de Coahuila. En este sentido, la presentación de esta **MIA-R** representa el cumplimiento del **Proyecto** con lo dispuesto por la fracción II y VII de este artículo. Así también dentro de la presente **MIA-R** se establecen todas las medidas a implementar de prevención, mitigación y compensación con la finalidad de reducir al mínimo los impactos generados por el **CUSTF**, mismas que se detallarán más adelante.

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
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.	Para la elaboración de este documento, se siguieron los lineamientos en cuanto a contenido y alcance de establecidos por este precepto, satisfaciendo así los requisitos formales y de fondo contemplados en el mismo. De igual forma, se observó lo establecido en la Guía para la elaboración de la **MIA-R**, publicada por esa H. Secretaría. De este modo, la **MIA-R** que se exhibe, cuenta con la descripción de los impactos ambientales, así como las medidas de mitigación y compensación a adoptar.

A la luz de lo anteriormente expuesto, se puede afirmar que el **Proyecto** es compatible y congruente con las disposiciones de la **LGEEPA.** Lo anterior es así, ya que las diversas medidas de mitigación y compensación propuestas, encuadran con lo previsto en la legislación vigente, en pro del medio ambiente.

II.1.2. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

Publicado en **DOF** el 30 de mayo del 2000 y su última reforma del 31 de octubre de 2014, tiene por objeto reglamentar la **LGEEPA** en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal y establece las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental. En este sentido, el **Proyecto** se vincula con los artículos que se citan a continuación:

Tabla II. 2. Vinculación con el REIA.

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: […] K) INDUSTRIA ELÉCTRICA: I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas 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; II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;	En cumplimiento con lo dispuesto por estos artículos y tomando como base que el proyecto implica el desarrollo de obras para la construcción, desarrollo, operación y mantenimiento de un parque eólico y su infraestructura asociada, es que se somete a evaluación la presente **MIA-R.**

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y […] O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: […] II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, […].	
Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; II. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.	En cumplimiento a los preceptos enunciados, a través de la elaboración y presentación de la presente **MIA-R** se da cumplimiento a su contenido, destacando que dicho estudio se ha elaborado con base a lo establecido en el **REIA** y tomando en consideración la guía oficial publicada por esa Secretaría. En ese sentido, la presente **MIA-R** incluye datos generales del proyecto, del promovente y del responsable de la información; la descripción de las obras o actividades; la vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; la descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; las estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales identificados; los pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas; y la identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.
Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; II. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;	

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	

Bajo el contexto anterior, y tomando en cuenta lo previsto por el **REIA,** se considera que el **Proyecto** no encuentra limitante alguna para su desarrollo. Lo anterior es así, ya que el desarrollo del mismo se ajustará a lo previsto en dicho ordenamiento.

II.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

II. 2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

El **POEGT** fue publicado en el **DOF** el 07 de septiembre de 2012 por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; tiene por objeto, entre otros, en términos de lo establecido en el artículo 20 de **LGEEPA**, determinar la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes, determinando los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

En este sentido, el **POEGT** promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal (**APF**), que es a quienes está dirigido, lo que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Es importante recalcar que, 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. Sin embargo, dicho instrumento, en términos de los artículos segundo y tercero de su acuerdo de expedición, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vincula las acciones y programas de la **APF** y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

El **POEGT** se encuentra estructurado por IV apartados principales y 5 anexos. En el apartado II se encuentra la propuesta de **POEGT**. Este contiene la regionalización ecológica, los lineamientos ecológicos a cumplir y la definición y grupos de estrategias ecológicas establecidas. Encontrando en el apartado III las estrategias ecológicas a seguir por cada grupo definido, así como las acciones a realizar por cada una de ellas, quedando contenido en el apartado IV la tabla del **POEGT**.

En tal sentido, el **POEGT** está integrado por:

1. Regionalización ecológica, que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial,
2. Lineamientos ecológicos, y
3. Estrategias ecológicas

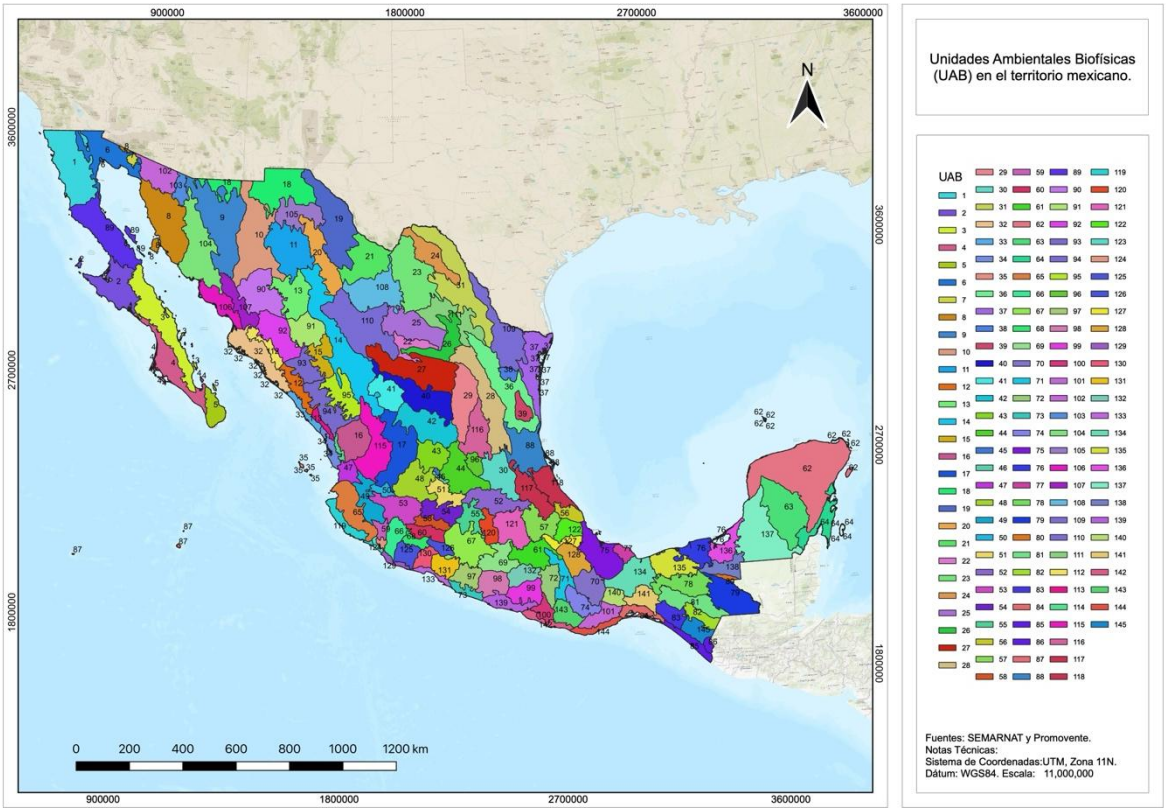
Estos dos últimos componentes aplicables a la regionalización ecológica, enfocados a la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

La base para la **regionalización ecológica** comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas **(UAB)**, representadas a escala 1:2,000,000 y empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, así como para construir la propuesta del **POEGT**.

Así, cada región ecológica se integra por un conjunto de **UAB** que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental, a las que le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

En la siguiente figura, se puede observar la distribución de las 145 **UAB** a lo largo del territorio.

Figura II.1. Distribución de las Unidades Ambientales Biofísicas en el territorio mexicano



La **política ambiental** (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores de la **APF** actúen y contribuyan en cada **UAB** hacia este modelo de desarrollo.

Así, tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 **UAB**, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional, se obtuvieron 80 regiones ecológicas.

Lineamientos ecológicos.

El **POEGT** cuenta con 10 lineamientos ecológicos. Estos reflejan el estado deseable de una región ecológica o **UAB**, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Estrategias ecológicas.

Se definen como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización, dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables al territorio nacional. Se implementan a través de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersectorial para dar cumplimiento a los objetivos del **POEGT**. En este sentido se definieron tres grandes grupos de estrategias:

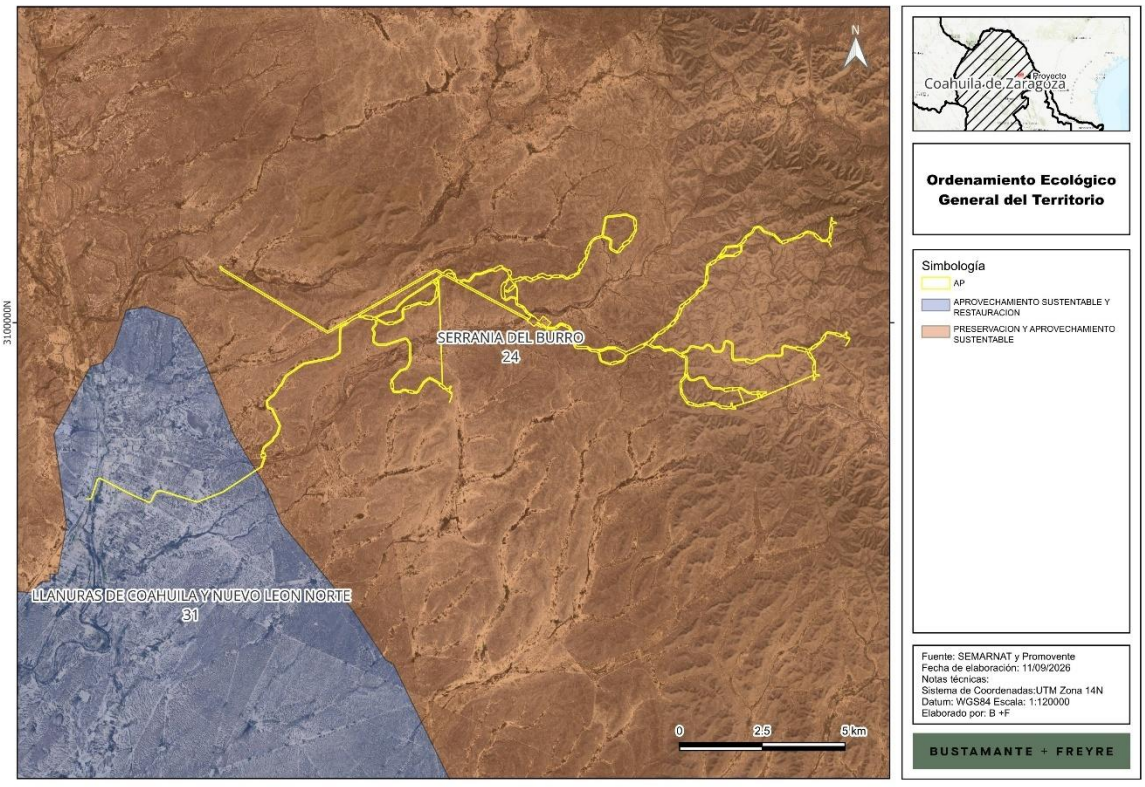
1. Las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio,

2. Las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, y

3. Las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

De conformidad con la regionalización ecológica establecida en el **POEGT**, el **Proyecto** que nos ocupa se ubica en las Regiones Ecológicas número 4.32 y 15.22; en cuanto a las **UAB,** se ubica en las: 24. Serranía del Burro y 31. Llanuras de Coahuila y Nuevo León Norte, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura II.2. UAB del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en las que incide el Proyecto.



Las características de las **UAB** en comento se describen en la siguiente Tabla:

Tabla II.3. Tabla del POEGT para las UAB 24 y 31.

Clave región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias
4.32	24	Serranía del Burro	Preservación de Flora y Fauna	Forestal Ganadería Minería	Turismo	Industria PEMEX	Preservación y Aprovechamiento sustentable	Muy baja	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 36, 37, 42, 44
15.22	31	Llanuras de Coahuila y Nuevo León Norte	Ganadería	Minería Preservación de Flora y Fauna Turismo	Industria	Desarrollo Social PEMEX	Aprovechamiento sustentable y restauración	Baja	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 28, 29, 31, 32, 33, 36, 37, 40, 41, 42, 44

A partir de lo anterior, se identifica que las políticas ambientales que rigen el área de influencia son aprovechamiento sustentable, preservación y restauración, las cuales son definidas por el **POEGT**, basado en la **LGEEPA** como se muestra a continuación:

> **4. Aprovechamiento sustentable (política)**.- La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. (LGEEPA, Artículo 3, fracción III).
>
> **24. Preservación.-** Conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de su hábitat natural. (LGEEPA, Artículo 3, fracción XXIV).
>
> **29. Restauración.-** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. (LGEEPA, Artículos 3, fracción XXXIII).

De lo anterior se advierte que la política de aprovechamiento sustentable es claramente impulsora del desarrollo de proyectos; mientras que las políticas de preservación y restauración están dirigidas a mantener y recuperar las condiciones que propicien la evolución de ecosistemas y hábitats naturales. No obstante, no implican una restricción para el desarrollo del proyecto que nos ocupa, además de que en esta **MIA-R** se propondrán las medidas de mitigación adecuadas para propiciar la continuidad de las condiciones del ecosistema.

Aunado a lo anterior, el **POEGT** es un instrumento de carácter general, como lo dice su nombre, cuya visión es demasiado amplia, por lo que es importante acotar la aplicación de los ordenamientos ecológicos locales.

Ahora bien, por lo que corresponde a las estrategias aplicables, se presenta el siguiente ejercicio de vinculación, de naturaleza indicativa, a la luz de las características jurídicas y técnicas del **POEGT** que se han señalado antes:

Tabla II. 4. Vinculación con estrategias aplicables del POEGT.

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio	
A) Dirigidas a la Preservación	
1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	En la presente **MIA-R** se establecen las acciones que el promovente realizará para asegurar la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como para la preservación de especies y para el conocimiento y monitoreo de los ecosistemas, entre las que se encuentran: • Delimitar las áreas autorizadas, zonas de restricción y frentes de trabajo antes del inicio de actividades. • Realizar recorridos de prospección, identificación, marcaje y registro de individuos susceptibles de rescate. • Rescatar ejemplares prioritarios, especies bajo protección, de lento crecimiento, difícil regeneración o importancia ecológica. • Ejecutar la extracción con técnicas que reduzcan daño al sistema radical y conserven el mayor sustrato posible. • Trasladar y reubicar los ejemplares en sitios o áreas de acopio temporal con condiciones adecuadas. • Mantener viveros o áreas de acopio temporal con sombra, drenaje, riego, protección y espacio suficiente. • Aplicar riego, deshierbe, poda sanitaria, control fitosanitario y protección física a los ejemplares reubicados. • Monitorear supervivencia, vigor vegetativo, condición fitosanitaria y necesidades de mantenimiento. • Implementar acciones correctivas y reposición de ejemplares cuando la supervivencia sea inferior a la meta establecida. • Delimitar los frentes de trabajo y verificar su liberación ambiental antes del ingreso de maquinaria. • Realizar recorridos de ahuyentamiento y búsqueda activa de fauna antes del desmonte, despalme o movimiento de tierras. • Priorizar el rescate de fauna de lento desplazamiento, crías, individuos heridos o ejemplares que no puedan desplazarse.

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	• Aplicar técnicas de captura, contención y traslado adecuadas para cada grupo faunístico, bajo supervisión especializada. • Liberar los ejemplares rescatados en sitios con condiciones de hábitat compatibles y previamente validados. • Mantener acompañamiento ambiental durante actividades de mayor riesgo para fauna silvestre. • Capacitar al personal sobre protección de fauna, reporte de ejemplares y prohibición de captura o manipulación no autorizada. • Atender, documentar y canalizar a instancias especializadas los ejemplares lesionados o que requieran atención veterinaria. • Definir, delimitar y georreferenciar el área de reforestación compensatoria, garantizando una relación mínima 1:1. • Seleccionar especies nativas compatibles con las condiciones ecológicas del sitio de reforestación. • Adquirir o producir planta de calidad, con procedencia local o regional compatible y condición fitosanitaria favorable. • Preparar el terreno, abrir cepas y establecer la plantación durante condiciones de humedad favorables. • Aplicar riego inicial y riegos auxiliares cuando las condiciones de establecimiento lo requieran. • Instalar tutores, protectores, cercado o señalización cuando exista riesgo por fauna, ganado, tránsito o vandalismo. • Realizar deshierbe, control de competencia, poda sanitaria y control fitosanitario. • Reponer individuos muertos o con deterioro irreversible, preferentemente durante temporada de lluvias. • Monitorear supervivencia, condición fitosanitaria, crecimiento y cumplimiento de la superficie reforestada. • Aplicar buenas prácticas para prevenir, reducir, reutilizar, reciclar y valorizar residuos. • Instalar contenedores diferenciados, con tapa, señalización y capacidad suficiente en todos los frentes de trabajo. • Realizar inspecciones de orden y limpieza, así como recolección de residuos dispersos. • Habilitar áreas de acopio temporal delimitadas, señalizadas y alejadas de zonas sensibles. • Segregar y entregar RSU, RME y materiales reciclables a servicios o gestores autorizados. • Mantener puntos limpios o áreas impermeabilizadas para lavado de herramientas, equipos y manejo de concreto.

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	• Almacenar residuos peligrosos en recipientes compatibles, cerrados, etiquetados y dentro de áreas seguras. • Entregar residuos peligrosos a gestores autorizados y conservar manifiestos, certificados y comprobantes de destino final. • Instalar sanitarios portátiles y asegurar el mantenimiento y disposición autorizada de aguas residuales sanitarias. • Mantener kits antiderrames y aplicar procedimientos de contención, recuperación y limpieza ante fugas o derrames. • Mantener trazabilidad documental de todos los residuos generados, transportados, reciclados, tratados o dispuestos. • Segregar y resguardar las baterías fuera de servicio en áreas señalizadas, protegidas y de acceso restringido. • Evaluar y clasificar las baterías retiradas conforme a su condición, composición y características de peligrosidad. • Aislar baterías dañadas, con fuga, deformación, sobrecalentamiento o exposición a agua. • Entregar baterías y componentes a gestores especializados y conservar manifiestos o certificados de destino final. • Impartir inducción ambiental al personal de nuevo ingreso antes del inicio de actividades. • Realizar capacitaciones periódicas sobre flora, fauna, residuos, derrames, límites autorizados y buenas prácticas ambientales. • Capacitar a operadores y personal de mantenimiento en prevención de derrames, inspección de equipos y manejo de residuos peligrosos. • Instalar y mantener señalización sobre áreas autorizadas, protección de flora y fauna, residuos, velocidad y prohibiciones. • Delimitar las áreas autorizadas, caminos, accesos, zonas de maniobra y áreas de acopio. • Rescatar y separar el suelo orgánico antes del despalme, excavación o movimiento de tierras. • Mantener el suelo orgánico separado de residuos, materiales inertes, hidrocarburos y suelos contaminados. • Establecer acopios temporales de suelo orgánico en áreas estables, delimitadas y protegidas contra erosión. • Restringir la circulación de maquinaria y vehículos a caminos, accesos y áreas autorizadas. • Implementar medidas de control de erosión y escurrimientos en taludes, áreas expuestas y zonas de acopio.

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	• Reutilizar el suelo orgánico rescatado en áreas libres de infraestructura, o recuperación de superficies. • Atender derrames y manejar el suelo contaminado conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos. • Mantener inventario y programa de mantenimiento preventivo para maquinaria, vehículos y equipos. • Realizar inspecciones preoperativas para detectar fugas, fallas, emisiones visibles, ruido anormal o daños mecánicos. • Retirar temporalmente de operación los equipos que presenten fugas activas, emisiones anormales o condiciones inseguras. • Ejecutar mantenimiento preventivo conforme a horas de operación, kilometraje y recomendaciones del fabricante. • Realizar mantenimientos correctivos preferentemente en talleres externos o, cuando sea indispensable, sobre superficies protegidas. • Utilizar charolas de contención, materiales impermeables y absorbentes durante mantenimiento o reparación en sitio. • Segregar y gestionar adecuadamente aceites usados, filtros, trapos contaminados, absorbentes, envases y neumáticos fuera de uso. • Mantener kits antiderrames en maquinaria, vehículos, talleres y áreas de abastecimiento. • Analizar fallas recurrentes e implementar acciones correctivas para evitar su repetición. Lo anterior, en el sentido que, el **Proyecto** contempla la implementación de acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación para los posibles impactos que se puedan generar dentro de las diferentes etapas, en los componentes ambientales presentes en la zona, con lo cual se garantiza la continuidad y calidad de los procesos ambientales que se desarrollan en la región.
B) Dirigidas al aprovechamiento sustentable	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	El **POEGT** es de aplicación de la **APF**, de cualquier modo, tal y como se observa de las estrategias antes plasmadas, se encuentran dirigidas al aprovechamiento sustentable de los componentes y recursos naturales presentes en la región, lo cual se logra a través de la implementación de las medidas de prevención y mitigación contempladas en el capítulo IV de la **MIA-R**. Se cumple con el objetivo planteado por el ordenamiento al realizar un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes en la zona. Lo anterior en el sentido que, se implementarán una serie de medidas enfocadas a prevenir, mitigar y compensar los

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	posibles efectos que se pudieran generar con el desarrollo de las actividades constructivas y operativas. En línea con lo mencionado, la promovente a través de su programa de vigilancia ambiental garantizará que en todo momento se realice la implementación de dichas medidas y verificará que no se deteriore el estado de los componentes ambientales, así como no generar impactos irreversibles a los servicios ambientales.
C) Dirigidas a la Protección de los recursos naturales	
12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El **POEGT** es de aplicación de la **APF**, sin embargo, el **Proyecto** coadyuvará en el cumplimiento de esta estrategia por medio de la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación, entre las que se encuentran: Lo anterior, en el sentido que, el **Proyecto** contempla la implementación de acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación para los posibles impactos que se puedan generar dentro de las diferentes etapas, en los componentes ambientales presentes en la zona, con lo cual se garantiza la continuidad y calidad de los procesos ambientales que se desarrollan en la región.
D) Dirigidas a la Restauración.	
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Conforme a lo indicado en la presente **MIA-R**, el **Proyecto** requerirá de la realización de actividades de **CUSTF**, situación por la cual se ha definido una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación enfocadas a garantizar la continuidad de los servicios ambientales en la zona. Dentro de dichas medidas se destacan: • Programa de Rescate y Reubicación de Flora silvestre, con especial énfasis en las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010;** • Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna con especial énfasis en las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; • Programa de revegetación natural; • Programa de restauración y reforestación; • Programa de Manejo Integral de residuos; • Programa de capacitación y educación ambiental; • Programa de Conservación de Suelos; • Programa de Mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipo. • Programa anticolisión y electrocución de fauna voladora. • Programa de protección el componente hídrico. Con base en dichas medidas se pretende restaurar y compensar los posibles efectos generados con las actividades de construcción y operación del **Proyecto** y con

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
	ello, garantizar que los impactos causados, sean temporales, puntuales y reversibles.
E) Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	
15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Coordinación entre los sectores minero y ambiental. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil vestido, cuero calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El **Proyecto** no se relaciona con actividades del sector minero o de industria básica como la textil, o de aquellas que el programa identifica como de alto valor agregado como la automotriz; el proyecto tampoco se relaciona con actividades del sector hidrocarburos o de turismo por lo que las actividades relacionadas con estas estrategias, no le resultan aplicables.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana.	
C) Agua y Saneamiento	
28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Si bien estas estrategias están dirigidas al quehacer de la **APF,** el **Proyecto** propone medidas tendientes al cuidado del agua a través del **Programa de Protección del componente 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. 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.	Estas estrategias están dirigidas a la **APF,** y no se relacionan con las actividades inherentes al desarrollo de un parque eólico, por lo tanto, no resultan aplicables al **Proyecto.** No obstante, lo anterior, se debe de señalar que el **Proyecto** conllevará beneficios económicos y sociales en la región, por medio de la generación de empleos (directos e indirectos) y el almacenamiento de energía por medio de una fuente renovable.
E) Desarrollo Social	
33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y	Esta estrategia, está enfocada a la **APF,** no obstante, lo anterior, se debe de señalar que el **Proyecto** conllevará

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 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. 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.	beneficios económicos y sociales en la región, por medio de la generación de empleos (directos e indirectos) y el almacenamiento de energía por medio de una fuente renovable.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico	
42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El **Proyecto** no contempla actividades que se vinculen con esta estrategia.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
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.	Estas estrategias no son aplicables, puesto que están dirigidas a la **APF**.

Con base en lo anterior, se prevé para las **UAB 24 y 31** el grupo de estrategias: I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, en la que se prevé el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales, valorizando los servicios ambientales que brindan, las del Grupo II. Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana y las del Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Por lo que, a la luz de las consideraciones realizadas en este apartado, es evidente que existen estrategias que impulsan el desarrollo del **Proyecto** dentro de la zona en la que se pretende realizar, y por lo tanto se estima que es compatible con las políticas y estrategias del **POEGT**. Como resultado del análisis realizado al presente instrumento de política ambiental, se identificó que las estrategias ecológicas analizadas no establecen contradicción o limitación legal alguna para el desarrollo del **Proyecto**.

II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos del estado de Coahuila.

Este Programa (**POERCB**) publicado en el Periódico Oficial del Estado (**POE**) el 30 de marzo de 2012, es un instrumento de política ambiental que promueve el aprovechamiento de los recursos naturales, sin hacer a un lado, la protección del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales en la planeación del desarrollo. Su objetivo es inducir el desarrollo de las actividades productivas en la región, siempre considerando la conservación y protección de los recursos naturales. De esta manera, este ordenamiento ecológico pretende ser el instrumento que le permita al Gobierno Federal, Estatal y Municipal hacer una mayor y mejor gestión de los recursos naturales en beneficio de la sociedad y del medio ambiente.

El **POERCB** es de carácter regional, conforme a la fracción II del artículo 19 Bis de la **LGEEPA**. Fue formulado por la Federación, por conducto de la **SEMARNAT**, por los Gobiernos de los Estados y de los Municipios que más adelante se señalan, de conformidad con los convenios de coordinación celebrados al efecto y con fundamento en los artículos 20 BIS 1 y 20 BIS 2 de **LGEEPA**.

La Cuenca de Burgos se encuentra al Noreste del país y es la reserva de gas natural -no asociada directamente al petróleo- más importante de todo el país. En principio, está ubicada básicamente en el Estado de Tamaulipas, y se extiende también hacia las zonas norteñas de Nuevo León y Coahuila. La relevancia económica de esta región radica en que de los 652 pozos perforados por Petróleos Mexicanos (**PEMEX**) para la producción de este tipo de gas en el 2003, 402 se encuentran en esta cuenca. Desde el 2003 a la fecha, la producción diaria de gas en esta región ha ido en aumento lo que, en el ámbito regional, se traduce en la generación de polos de desarrollo dentro de las poblaciones donde se realizan las actividades, al igual que las oportunidades de trabajo.

Sin embargo, para la formulación de este ordenamiento ecológico, se redefinió la Región Cuenca de Burgos, tomando como punto de partida el criterio de cuenca e identificando las principales cuencas con influencia en la Cuenca Gasífera de Burgos. De esta manera, el área que abarca este ordenamiento ecológico involucra a las 7 cuencas más importantes, de acuerdo con la regionalización hidrológica de la Comisión Nacional del Agua. Estas son: Presa Falcón-Río Salado, Río Bravo-Matamoros Reynosa, Río Bravo-Nuevo Laredo, Río Bravo-San Juan, Río Bravo-Sosa, Río San Fernando y Laguna Madre. Administrativamente, esta área involucra en su totalidad la superficie de 31 municipios del Estado de Coahuila, 48 de Nuevo León y 19 de Tamaulipas, lo que da como resultado una superficie total de 208,805 km^2.

De acuerdo con el Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico de la **LGEEPA**, un programa de ordenamiento ecológico debe contener un modelo de ordenamiento ecológico y las estrategias ecológicas aplicables. A su vez, el modelo de ordenamiento ecológico contiene la regionalización o la determinación de las zonas ecológicas, según corresponda, y los lineamientos ecológicos aplicables. Por su parte, las estrategias ecológicas son el resultado de la integración de objetivos específicos, acciones, proyectos, programas y responsables de su realización y están dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables.

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA)

Son áreas del territorio relativamente homogéneas a las que se les asignan los lineamientos y las estrategias ecológicas. El estado deseable de cada **UGA** se refleja en la asignación de la política

ambiental y el lineamiento ecológico que le corresponde. Debido a su extensión y complejidad territorial, el modelo de ordenamiento ecológico para la Región Cuenca de Burgos en el estado contiene 398 tipos diferentes de **UGA.**

Las Estrategias Ecológicas

El Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos promueve el desarrollo de las actividades productivas en aquellas áreas donde se presenten las condiciones ambientales, sociales y económicas más aptas para ello. Para inducir las actividades, este ordenamiento ecológico define estrategias, lineamientos, objetivos específicos y criterios de regulación ecológica, encaminados a hacer que el desarrollo de la Cuenca de Burgos sea consistente con los principios y líneas de la política ambiental federal y de los estados participantes, particularmente en lo relativo a la explotación, uso y aprovechamiento del suelo a partir de su vocación y aptitud, en el ámbito de sus facultades.

Las políticas ambientales que se definen para la Región, se clasifican en los siguientes rubros: Preservación, Protección, Restauración y Aprovechamiento Sustentable, conceptos cuyo alcance se encuentra determinado en la **LGEEPA**. La asignación de cada una de las políticas ambientales en la Región Cuenca de Burgos se realizó en función de las características biofísicas, sociales, económicas y jurídicas del territorio, analizadas durante la formulación de este ordenamiento ecológico.

En la construcción de las estrategias ecológicas, el siguiente paso fue la determinación del uso del suelo dominante en cada una de las **UGA**. Para identificar los tipos de usos del suelo que serían analizados como parte de este ordenamiento ecológico se consideraron los siguientes criterios:

- Capacidad de transformación de los recursos naturales en la región.
- Extensión territorial que ocupa en la región.
- Importancia económica en la región.
- Aptitud del suelo en términos físicos, biológicos, sociales y económicos de la Región.

Como resultado, este ordenamiento ecológico identificó la siguiente clasificación: Desarrollo Industrial, Asentamientos Humanos, Conservación, Actividades Extractivas (PEMEX y Minería), Forestal, Agricultura, Pecuario, Turismo, Actividades Cinegéticas y Pesca. Si bien no agrupa a todas las actividades que se desarrollan en la región, sí son las que tienen mayor impacto en ella en función de los criterios señalados.

Los Conflictos Ambientales

Hasta este punto, el Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos tuvo dos esquemas de análisis: la asignación de las políticas ambientales y la identificación del uso de suelo dominante para cada **UGA**. En el primer caso, la aplicación de cada política ambiental representa el estado actual de los ecosistemas y los recursos naturales. En el segundo caso, la identificación del uso de suelo dominante representa aquella actividad para la que las características físicas, biológicas, sociales y económicas del territorio tienen mayor aptitud, de manera que ese uso representa el más óptimo en términos de la satisfacción de las necesidades e intereses definida por cada sector.

De esta manera, para cada **UGA** tenemos por un lado una política ambiental aplicable y, por otro, un uso de suelo dominante, es decir, sabemos el estado de los ecosistemas y el tipo de

aprovechamiento que puede desarrollarse. Esta situación determinó que, como resultado de la extensión territorial y la heterogeneidad de la Región Cuenca de Burgos, se presentará una serie de combinaciones entre política ambiental y uso de suelo dominante conflictivas, definiendo el conflicto en función de la compatibilidad entre Política/Uso de suelo dominante, esto es, entre el estado del ecosistema/aprovechamiento potencial. Así, por ejemplo, se encontraron combinaciones del tipo: Preservación/Actividades Extractivas, Aprovechamiento Sustentable/Conservación o Restauración/Asentamientos humanos, por mencionar algunos.

Además, se determinó la combinación Sin conflicto que resulta en aquellas **UGA** donde la política aplicable es compatible con el uso de suelo dominante propuesto. En cuanto a extensión, la relación conflictiva con mayor área en la Región Cuenca de Burgos es Protección/Aprovechamiento, seguida de las áreas Sin conflicto.

Los Lineamientos Ecológicos

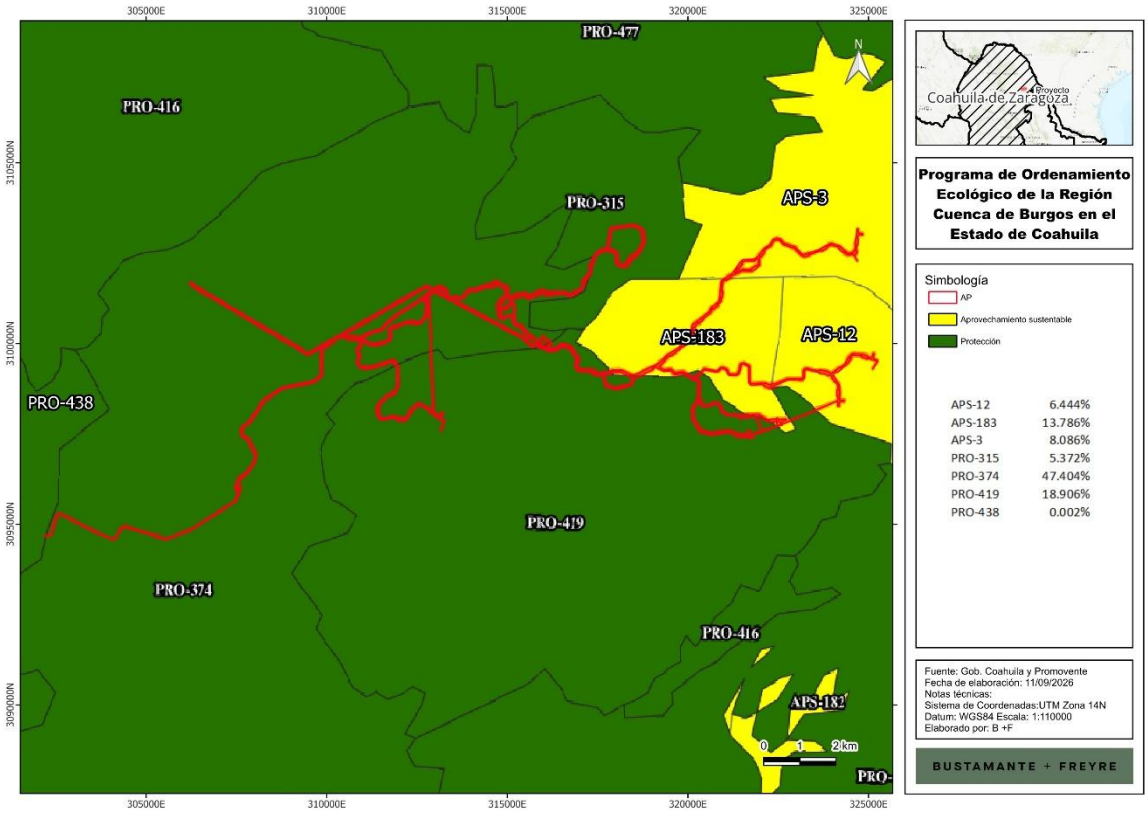
En el caso de los lineamientos ecológicos, el **POERCB** establece dos conjuntos de lineamientos ecológicos: uno por política y otro por uso del suelo dominante. A cada **UGA** le corresponde al menos un lineamiento ecológico por política y otro por uso del suelo. De esta manera, los lineamientos ecológicos asignados por política ambiental aseguran la atención y mantenimiento de las características físicas, biológicas y socioeconómicas de cada **UGA**, mismas que definieron la asignación de dicha política. Por su parte, los lineamientos ecológicos asignados por uso de suelo dominante promueven que en cada una de las actividades se consideren los aspectos señalados en cada lineamiento ecológico como parte de sus estrategias de desarrollo que permitan llevarlo a cabo en términos de sustentabilidad ambiental. Con esta estructura, aquellos usos de suelo que no se refieren a los dominantes en este ordenamiento ecológico pueden identificar los lineamientos ecológicos que aplican en cada **UGA** y considerarlos como parte de su estrategia de desarrollo.

Los Objetivos y Criterios de Regulación Ecológica

Los objetivos y criterios de regulación ecológica le dan mayor especificidad a la aplicación de cada lineamiento ecológico, considerando la heterogeneidad de la región y, en consecuencia, las características de cada **UGA**. De manera que toda actividad a desarrollarse en la región pueda darle cumplimiento a los lineamientos ecológicos en la medida en que atienda los criterios de regulación ecológica definidos en cada caso.

En ese sentido, de acuerdo con la delimitación de las **UGA** del **POERCB**, el **Proyecto** incide en las **UGAs APS-12, APS-183, APS-3, PRO-315, PRO-374, PRO-419, PRO-438**. Espacialmente, se muestra la figura II.3, a continuación:

Figura II.3. Ubicación del Proyecto en relación con el POERCB.



Las estrategias y lineamientos relacionados con las **UGAs APS-12, APS-183, APS-3, PRO-315, PRO-374, PRO-419, PRO-438** se señalan en la siguiente tabla:

Tabla II.5. Estrategias ecológicas y lineamientos por UGA

UGA	Estrategia	Lineamientos
APS-3	APS/CO	L7: 01, 02; L8: 01, 02, 03; L9: 01, 02, 03; L10: 01, 02
APS-12	APS/CO	L7: 01, 02; L8: 01, 02, 03; L9: 01, 02, 03; L10: 01, 02
PRO-315	PRO/AE	L5: 01, 02, 03, 04; L6: 01, 02, 03; L8: 01, 02, 03; L18: 01, 02, 03, 04
PRO-374	PRO/CI	L5: 01, 02; L6: 01, 02, 03; L8: 01, 02, 03; L16: 01, 02
PRO-419	PRO/PE	L5: 01, 02: L6: 01, 02, 03; L8: 01, 02, 03; L13: 01, 02, 03
PRO-438	PRO/TU	L5: 01, 02, 03, 04; L6: 03; L7: 01; L8: 01, 02, 03; L14: 01, 02
APS-183	APS/PE	L7: 01, 02; L8: 01, 02, 03; L13: 01, 02, 03

Donde:
APS: Aprovechamiento Sustentable,
PRO: Protección,
CO: Conservación,
PE: Pecuario,
CI: Cinegético,
AE: Actividades Extractivas.
TU: Turismo

Los **lineamientos ecológicos, objetivos y CRE** relacionados con las **UGAs APS-12, APS-183, APS-3, PRO-315, PRO-374, PRO-419, PRO-438** se señalan en la siguiente tabla:

Tabla II.6. Lineamientos ecológicos, objetivos y criterios de regulación ecológica del POERCB.

Clave	Lineamiento	Clave	Objetivo	Criterios de Regulación Ecológica
UGA APS-3 y APS-12				
L7	Fomentar el uso sustentable del agua	01	Implementar tecnología e infraestructura eficiente para cosecha, almacenamiento y manejo del agua en uso agrícola, pecuario, cinegético, urbano e industrial	2, 5, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 75, 89
		02	Promover el tratamiento de aguas residuales	1, 12, 15, 47, 51, 75, 87, 89
L8	Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	01	Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados.	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
		02	Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo.	61, 62, 75, 89
		03	Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas.	43, 72, 74, 75, 81, 88
L9	Preservar las áreas importantes para la conservación de los ecosistemas	01	Promover la incorporación de las Regiones Terrestres Prioritarias y las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves, sitios RAMSAR, zonas de recarga y otras áreas prioritarias, a los sistemas de Áreas Naturales Protegidas en sus diversas modalidades (federales, estatales o municipales).	3, 29, 31, 33, 34, 51, 54, 75, 80, 81, 83, 88, 92, 93, 94
		02	Mantener la integridad y salud de ecosistemas para asegurar la provisión de los servicios ambientales (cobertura de vegetación, calidad del suelo, ciclo hídrico, presencia de especies, entre otros).	1, 3, 6, 9, 13, 17, 20, 24, 29, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 43, 49, 51, 56, 69, 76, 81, 88, 94
		03	Promover la participación de la iniciativa privada en el financiamiento de proyectos de desarrollo sustentable.	5, 18, 24, 55, 81, 88, 90, 91, 92
L10	Mantener la vegetación de las zonas riparias de los cuerpos de agua perennes y temporales.	01	Mantener o mejorar las condiciones actuales de la cobertura de vegetación y	3, 6, 10, 16, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 51, 56, 57, 68, 69, 74, 75, 80, 81, 88

Clave	Lineamiento	Clave	Objetivo	Criterios de Regulación Ecológica
			presencia de especies para el funcionamiento de los ecosistemas riparios.	
		02	Mantener los servicios ambientales que prestan las zonas riparias; así como los cuerpos de agua perennes y temporales.	3, 6, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 36, 38, 43, 44, 45, 47, 50, 51, 56, 69, 70, 72, 74, 81, 86, 88, 91, 92, 94
UGA PRO-315				
L5	Conservar los ecosistemas de la región	01	Detener y disminuir la presión de cambio de uso de suelo, principalmente hacia la agricultura y los pastizales, en zonas con MET, Mezquitales y Matorral Sub-montano.	28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 51, 64, 65, 74, 75, 81, 88, 91, 92, 94
		02	Promover la regeneración y permanencia de la vegetación natural y el mejoramiento de la calidad de los suelos.	16, 25, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 65, 68, 69, 74, 75, 79, 81, 84, 85, 86, 88, 92, 93, 94
		03	Controlar y monitorear la emisión de partículas a la atmósfera.	16, 20, 24, 27, 29, 30, 48, 51, 67, 89
		04	Disminuir los efectos negativos al ambiente de las actividades productivas.	10, 17, 34, 35, 49, 51, 59, 64, 76, 77, 81, 88, 97
L6	Conservar las zonas de recarga hidrológica	01	Evitar la deforestación.	3, 6, 25, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 40, 51, 53, 54, 56, 64, 68, 69, 71, 75, 81, 83, 89, 92, 91, 93
		02	Mantener y mejorar la calidad de los suelos y las condiciones de la cobertura vegetal.	3, 6, 9, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 40, 43, 47, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 62, 63, 68, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 81, 86, 88, 91, 92, 94, 95
		03	Mantener y mejorar las condiciones actuales de cobertura de vegetación, de presencia de especies; así como la cantidad y calidad del agua, requeridas para el funcionamiento de los ecosistemas riparios.	1, 3, 6, 9, 10, 13, 15, 17, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 43, 45, 47, 50, 51, 75, 81, 86, 88, 90, 92, 94
L8	Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	01	Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados.	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
		02	Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo.	61, 62, 75, 89
		03	Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas.	43, 72, 74, 75, 81, 88
L18		01	Mitigar los efectos negativos de las actividades extractivas	1, 17, 33, 34, 37, 46, 51, 64, 65, 67, 75, 88

Clave	Lineamiento	Clave	Objetivo	Criterios de Regulación Ecológica
	Aprovecha en forma sustentable las actividades extractivas	02	Desarrollar programas de remediación de sitios contaminados.	16, 21, 30, 51, 75, 79, 84, 85, 88, 93
		03	Promover acciones de prevención de contaminación de cuerpos de agua superficiales, acuíferos y suelos.	1, 13, 20, 47, 51, 75, 76, 88, 97
		04	Controlar y monitorear la emisión de partículas a la atmósfera.	20, 48, 51, 67, 75, 88
PRO-374				
L5	Conservar los ecosistemas de la región	01	Detener y disminuir la presión de cambio de uso de suelo, principalmente hacia la agricultura y los pastizales, en zonas con MET, Mezquitales y Matorral Sub-montano.	28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 51, 64, 65, 74, 75, 81, 88, 91, 92, 94
		02	Promover la regeneración y permanencia de la vegetación natural y el mejoramiento de la calidad de los suelos.	16, 25, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 65, 68, 69, 74, 75, 79, 81, 84, 85, 86, 88, 92, 93, 94
L6	Conservar las zonas de recarga hidrológica	01	Evitar la deforestación.	3, 6, 25, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 40, 51, 53, 54, 56, 64, 68, 69, 71, 75, 81, 83, 89, 92, 91, 93
		02	Mantener y mejorar la calidad de los suelos y las condiciones de la cobertura vegetal.	3, 6, 9, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 40, 43, 47, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 62, 63, 68, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 81, 86, 88, 91, 92, 94, 95
		03	Mantener y mejorar las condiciones actuales de cobertura de vegetación, de presencia de especies; así como la cantidad y calidad del agua, requeridas para el funcionamiento de los ecosistemas riparios.	1, 3, 6, 9, 10, 13, 15, 17, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 43, 45, 47, 50, 51, 75, 81, 86, 88, 90, 92, 94
L8	Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	01	Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados.	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
		02	Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo.	61, 62, 75, 89
		03	Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas.	43, 72, 74, 75, 81, 88
L16	Desarrollar en forma sustentable las actividades cinegéticas	01	Impulsar las zonas con potencial cinegético al establecimiento de Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMAs)	51, 58, 61, 64, 69, 73, 82, 88, 90, 91, 95
		02	Promover el manejo de hábitat para el uso de especies cinegéticas	16, 32, 43, 64, 70, 73, 88, 90, 95, 97
PRO-419				
L5	Conservar los ecosistemas de la región	01	Detener y disminuir la presión de cambio de uso de suelo, principalmente hacia la agricultura y los pastizales, en zonas con	28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 51, 64, 65, 74, 75, 81, 88, 91, 92, 94

Clave	Lineamiento	Clave	Objetivo	Criterios de Regulación Ecológica
			MET, Mezquitales y Matorral Sub-montano.	
		02	Promover la regeneración y permanencia de la vegetación natural y el mejoramiento de la calidad de los suelos.	16, 25, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 65, 68, 69, 74, 75, 79, 81, 84, 85, 86, 88, 92, 93, 94
L6	Conservar las zonas de recarga hidrológica	01	Evitar la deforestación.	3, 6, 25, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 40, 51, 53, 54, 56, 64, 68, 69, 71, 75, 81, 83, 89, 92, 91, 93
		02	Mantener y mejorar la calidad de los suelos y las condiciones de la cobertura vegetal.	3, 6, 9, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 40, 43, 47, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 62, 63, 68, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 81, 86, 88, 91, 92, 94, 95
		03	Mantener y mejorar las condiciones actuales de cobertura de vegetación, de presencia de especies; así como la cantidad y calidad del agua, requeridas para el funcionamiento de los ecosistemas riparios.	1, 3, 6, 9, 10, 13, 15, 17, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 43, 45, 47, 50, 51, 75, 81, 86, 88, 90, 92, 94
L8	Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	01	Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados.	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
		02	Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo.	61, 62, 75, 89
		03	Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas.	43, 72, 74, 75, 81, 88
L13	Aprovechar en forma sustentable el suelo de uso pecuario	01	Actualizar el coeficiente de agostadero como información base para los programas de fomento ganadero	22, 28, 31, 51, 70, 73, 82, 88, 91
		02	Impulsar el uso de prácticas de conservación de suelo.	17, 19, 20, 31, 50, 51, 54, 72, 75, 89
		03	Promover la diversificación productiva.	18, 32, 43, 53, 54, 59, 51, 63, 69, 72, 73, 77, 89, 95, 97
PRO-438				
L5	Conservar los ecosistemas de la región	01	Detener y disminuir la presión de cambio de uso de suelo, principalmente hacia la agricultura y los pastizales, en zonas con MET, Mezquitales y Matorral Sub-montano.	28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 51, 64, 65, 74, 75, 81, 88, 91, 92, 94
		02	Promover la regeneración y permanencia de la vegetación natural y el mejoramiento de la calidad de los suelos.	16, 25, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 65, 68, 69, 74, 75, 79, 81, 84, 85, 86, 88, 92, 93, 94
		03	Controlar y monitorear la emisión de partículas a la atmósfera.	16, 20, 24, 27, 29, 30, 48, 51, 67, 89
		04	Disminuir los efectos negativos al ambiente de las actividades productivas.	10, 17, 34, 35, 49, 51, 59, 64, 76, 77, 81, 88, 97

Clave	Lineamiento	Clave	Objetivo	Criterios de Regulación Ecológica
L6	Conservar las zonas de recarga hidrológica	03	Mantener y mejorar las condiciones actuales de cobertura de vegetación, de presencia de especies; así como la cantidad y calidad del agua, requeridas para el funcionamiento de los ecosistemas riparios.	1, 3, 6, 9, 10, 13, 15, 17, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 43, 45, 47, 50, 51, 75, 81, 86, 88, 90, 92, 94
L7	Fomentar el uso sustentable del agua	01	Implementar tecnología e infraestructura eficiente para cosecha, almacenamiento y manejo del agua en uso agrícola, pecuario, cinegético, urbano e industrial	2, 5, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 75, 89
L8	Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	01	Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados.	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
		02	Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo.	61, 62, 75, 89
		03	Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas.	43, 72, 74, 75, 81, 88
L14	Fomentar actividades de turismo sustentable	01	Promover proyectos turísticos sustentables como una opción de desarrollo rural	2, 10, 54, 58, 59, 61, 66, 69, 77, 88
		02	Determinar los tipos de turismo óptimos y la capacidad de carga de acuerdo a las condiciones del sitio, como información base para los programas de fomento turístico	41, 49, 51, 64, 83, 88
APS-183				
L7	Fomentar el uso sustentable del agua	01	Implementar tecnología e infraestructura eficiente para cosecha, almacenamiento y manejo del agua en uso agrícola, pecuario, cinegético, urbano e industrial	2, 5, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 75, 89
		02	Promover el tratamiento de aguas residuales	1, 12, 15, 47, 51, 75, 87, 89
L8	Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	01	Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados.	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
		02	Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo.	61, 62, 75, 89
		03	Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas.	43, 72, 74, 75, 81, 88
L13	Aprovechar en forma sustentable el suelo de uso pecuario	01	Actualizar el coeficiente de agostadero como información base para los programas de fomento ganadero	22, 28, 31, 51, 70, 73, 82, 88, 91
		02	Impulsar el uso de prácticas de conservación de suelo.	17, 19, 20, 31, 50, 51, 54, 72, 75, 89

Clave	Lineamiento	Clave	Objetivo	Criterios de Regulación Ecológica
		03	Promover la diversificación productiva.	18, 32, 43, 53, 54, 59, 51, 63, 69, 72, 73, 77, 89, 95, 97

Siguiendo con lo establecido en el **POERCB**, en la siguiente tabla se vinculan los criterios ambientales aplicables al **Proyecto** de acuerdo con las **UGAs APS-12, APS-183, APS-3, PRO-315, PRO-374, PRO-419, PRO-438** en las que incide, es decir, que se omite la transcripción y vinculación de los **CRE** relativos a actividades productivas, pecuarias, cinegéticas, turísticas y de desarrollo urbano, que no se relacionan con el **Proyecto**:

Tabla II.7. Criterios de regulación ecológica relacionados con el Proyecto.

Agua		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
1	Promover la captación, tratamiento y monitoreo de aguas residuales (urbanas e industriales).	Debido a la naturaleza del **Proyecto,** no se realizarán descargas de aguas residuales, pues se trata de un parque eólico. No obstante, en la etapa de preparación del sitio y construcción, se generarán aguas negras de origen humano provenientes de los trabajadores, es decir, aguas residuales sanitarias, instalándose sanitarios portátiles (uno por cada 20 personas) y para lo cual se contratará a personas físicas o personas morales debidamente autorizadas para el manejo de este tipo de residuo.
2	Promover la construcción de sistemas de captación de agua.	Dada la naturaleza del **Proyecto**, no se contempla la construcción de sistemas de captación de agua, máxime que éste no requiere de fuentes propias de abastecimiento. En todo caso, el desarrollo del **Proyecto** no se contrapone con este **CRE**, ni limita la implementación de esta clase de sistemas por las autoridades o terceros**.**
3	Promover la conservación de la vegetación natural y acciones de conservación de suelos en zonas de recarga, barrancas y cañadas.	Este **CRE** se cumple por parte del **Proyecto** ya que se implementará un **Programa de Conservación del Suelo,** un **Programa de revegetación natural y un Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de biodiversidad biológica en la región.
6	Promover el mantenimiento del caudal ambiental en los principales ríos de la región.	En el contexto del área de influencia (**AI**) y en el área del Proyecto (**AP**) se observa incidencia en numerosos escurrimientos intermitentes cuya permanencia y funcionalidad hidrológica se garantizará a través del Programa de Protección del Componente Hídrico**.**

		Respecto a los cuerpos de agua intermitentes conocidos como bordos, no serán afectados, dado que las áreas de afectación se encuentran fuera de sus límites,
9	Promover acciones para el mejoramiento de la cobertura vegetal y para la conservación de los suelos, con el objeto de evitar la sedimentación en los principales cuerpos de agua (laguna madre y grandes presas).	Este **CRE** se cumple por parte del **Proyecto** ya que se implementará un **Programa de Conservación del Suelo,** un **Programa de revegetación natural y un Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de biodiversidad biológica en la región.
10	Controlar el crecimiento urbano, pecuario e industrial en función de la disponibilidad de agua superficial y subterránea, manteniendo los caudales ambientales.	El **CRE** 10 está encaminado a la actividad de la administración pública. En todo caso, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el **Proyecto** requerirá agua industrial para cimentaciones y humectación de caminos, así como agua potable para el personal, cuyo abastecimiento se realizará mediante pipas autorizadas, sin aprovechamiento de fuentes de agua en el sitio. Durante la operación, el consumo se limitará al uso doméstico del personal, mismo que también se suministrará mediante pipas.
12	Promover la reutilización de las aguas tratadas.	Este **CRE** se estima encaminado a la actividad de la administración pública. En todo caso, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el **Proyecto** requerirá agua industrial para cimentaciones y humectación de caminos, así como agua potable para el personal, cuyo abastecimiento se realizará mediante pipas autorizadas, sin aprovechamiento de fuentes de agua en el sitio. Durante la operación, el consumo se limitará al uso doméstico del personal, mismo que también se suministrará mediante pipas.
13	Evitar los procesos de contaminación del agua superficial y subterránea, producto de las actividades productivas.	Debido a la naturaleza del **Proyecto,** no se realizarán descargas de aguas residuales, pues se trata de un parque eólico. No obstante, en la etapa de preparación del sitio y construcción, se generarán aguas negras de origen humano provenientes de los trabajadores, es decir, aguas residuales sanitarias, instalándose sanitarios portátiles (uno por cada 20 personas) y para lo cual se contratará a personas físicas o personas morales debidamente autorizadas para el manejo de este tipo de residuo.
14	Promover que en el otorgamiento de las concesiones de agua se consideren los escenarios de cambio climático.	Si bien este **CRE** está dirigido a la administración pública, p en el área del Proyecto no existen cuerpos de agua a cargo de la CONAGUA respecto de los cuales se requiera el otorgamiento de concesiones, sino únicamente escurrimientos intermitentes y cuerpos de agua intermitentes conocidos como bordos.
15	Promover el saneamiento de las aguas contaminadas y su reutilización.	En cuanto a este **CRE** los residuos líquidos que se prevé generar durante el desarrollo del **Proyecto** consisten en el agua residual proveniente de los sanitarios que serán colocados en cada frente de trabajo, en una proporción de 1:20, es decir, un sanitario por cada 20 trabajadores. El agua residual requerirá de un manejo adecuado, con la

		finalidad de evitar la contaminación del suelo por derrame o infiltración de este tipo de residuos. En este sentido, se establecerán contratos con una empresa que preste el servicio de renta de los sanitarios portátiles, quien, además, proporcionará el mantenimiento periódico. Potencialmente, esta misma empresa podrá realizar el retiro y disposición final de las aguas residuales.
Suelos		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
16	Promover la recuperación física, química y biológica de suelos afectados por algún tipo de degradación.	El **Proyecto** cumple con el **CRE** 16 pues considera la implementación de un **Programa de Conservación del Suelo,** que mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura y se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa.
17	Mitigar los procesos de contaminación de los suelos, producto de las actividades productivas.	El **CRE** 17 se cumple a cabalidad pues para el **Proyecto** se considera un **Programa de Conservación de Suelo,** que incluye la capacitación a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos; se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles y, se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado. Asimismo, se prevé la implementación de un **Programa de Manejo Integral de Residuos.**
20	Prevenir la erosión eólica a través de la estabilización de los suelos con cobertura vegetal y el establecimiento de cortinas rompe vientos.	El **Proyecto** cumple con el **CRE** 20 pues considera la implementación de un **Programa de Conservación del Suelo,** que incluye las medidas como mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura y se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa.
24	En la realización de actividades de aprovechamientos forestales, se deberá evitar la erosión o degradación del suelo, para lo cual dichas actividades se realizarán de manera tal que	Si bien el **Proyecto** no implica actividades de aprovechamiento forestal, para su desarrollo se requiere remoción de vegetación forestal, para lo cual, previo a cualquier obra o actividad se obtendrá la autorización de

	mantenga su integridad, su capacidad productiva forestal, y que no se comprometa su biodiversidad y los servicios ambientales que presta, para hacerlo consistente con los criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola a que se refiere el Artículo 33, fracciones V y VI, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	**CUSTF** correspondiente, a través del Estudio Técnico Justificativo (**ETJ**) en el que se presentarán las acciones y medidas de carácter compensatorio. Asimismo, se implementará un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de biodiversidad biológica en la región.
25	El aprovechamiento de tierra de monte debe hacerse de manera que se mantenga la integridad física y la capacidad productiva del suelo, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación.	El **Proyecto** cumple con el **CRE** 25 pues considera la implementación de un **Programa de Conservación del Suelo,** que incluye medidas como mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura y se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa.
Cobertura vegetal		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
28	Promover la conservación de espacios con vegetación forestal en las zonas de aprovechamiento productivo.	El **Proyecto** cumple con el **CRE** 28, toda vez que se implementará un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto.**
29	Fortalecer y extender los programas que inciden sobre el control de incendios, plagas y enfermedades.	En apego al **CRE** 29, el **Programa de revegetación natural** incluye acciones de seguimiento consistentes en recorridos periódicos para detectar posibles brotes de plagas y enfermedades y así aplicar las medidas correctivas correspondientes.
30	Impulsar la restauración de las áreas afectadas por las explotaciones industriales, mineras, y otras que provoquen la degradación de los suelos y de la cobertura vegetal.	El **CRE** 30 se cumple a cabalidad con la implementación del **Programa de Restauración y Reforestación** con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Plan Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.
31	Mantener y extender las áreas de pastizales nativos o endémicos.	En estricto apego al **CRE** 31, se aplicará un **Programa de revegetación natural** en el que, una vez finalizada la etapa de construcción, se dejará la regeneración natural,

		principalmente de herbáceas, en las áreas del **Proyecto** donde sea posible.
32	Privilegiar la siembra de pastos nativos sobre los pastos exóticos.	En estricto apego al **CRE** 32, se aplicará un **Programa de revegetación natural** en el que, una vez finalizada la etapa de construcción, se dejará la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en las áreas del **Proyecto** donde sea posible.
33	En aquellas zonas colindantes a las áreas naturales protegidas de competencia federal, o que se determinen como zonas de influencia de las mismas en los programas de manejo respectivos, privilegiar actividades compatibles con la zonificación y subzonificación de dichas Áreas Naturales Protegidas.	El **CRE** 33, no es aplicable toda vez que el **Proyecto** no incide o colinda con **ANP,** toda vez que la C. A. D. N. R. 004 Don Martín, se ubica a aproximadamente 1 km del límite de la Región Ecológica del **Proyecto**, cuya superficie y características se detallan en el capítulo III de esta **MIA-R.**
34	Fomentar la conservación del matorral espinoso tamaulipeco, de los mezquitales y el matorral submontano.	Respecto de estos **CRE** es importante resaltar que en el **AP** y **AI** no se identificó, mediante el muestreo en campo, vegetación de Matorral espinoso tamaulipeco. Para el **Proyecto** se prevé la afectación de 396.5957 has de vegetación de matorral desértico micrófilo y rosetófilo. Esto se refiere solo a áreas de cimentación de los aerogeneradores y de las obras asociadas. En consecuencia, se implementarán los programas de Conservación de suelo; de restauración y reforestación, así como acciones de revegetación natural con el objetivo de mantener dichas superficies bien conservadas y que sigan fungiendo como hábitat para las especies de flora y fauna mejor conservadas del área del **Proyecto**.
35	Promover la conectividad entre parches de vegetación para establecer corredores biológicos que faciliten la movilización y dispersión de la vida silvestre.	
37	Promover la reforestación con especies nativas y con obras de conservación de suelos.	Este **CRE** se cumple a cabalidad con la implementación del **Programa de Restauración y Reforestación** con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Plan Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.
38	Promover la reforestación con especies adecuadas para la recuperación de las zonas riparias.	En cuanto al **CRE** 38, es de resaltar que, en el **AP**, **AI** y **RE** no hay vegetación riparia, por no presentar cuerpos de agua de propiedad nacional a cargo de la CONAGUA, conforme al artículo 3, fracción XI de la Ley de Aguas Nacionales; sin embargo, se implementarán los programas de Conservación de suelo; de restauración y reforestación, así como acciones de revegetación natural con el objetivo de mantener dichas superficies bien conservadas y que sigan fungiendo como hábitat para las especies de flora y fauna mejor conservadas del área del **Proyecto**.
39	Promover que la reforestación considere los escenarios de cambio climático.	Este **CRE** se cumple a cabalidad con la implementación del **Programa de Restauración y Reforestación** con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y

		revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Plan Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.
41	Fortalecer los esquemas de seguimiento y vigilancia a las medidas de mitigación marcadas en los estudios de impacto ambiental (medidas de manejo, de prevención, minimización, de compensación y de rehabilitación).	Respecto del **CRE** 41, en el capítulo IV de esta **MIA-R** se establecen y describen las medidas, acciones y programas que el **Promovente** realizará para asegurar la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como las medidas de compensación, mismas que se someterán a consideración y aprobación de la **SEMARNAT,** para posteriormente, dar seguimiento y cumplimiento a los términos y condicionantes que esa autoridad estime procedentes.
Fauna		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
43	Recuperar las poblaciones de fauna acuática nativa mediante la restauración de las condiciones de los ecosistemas acuáticos.	En cuanto al **CRE** 43, si bien no aplica en su totalidad al **Proyecto**, toda vez que en su polígono no se identificó fauna acuática, se aplicará un **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna con énfasis en las especies identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**. Además, se establece que el rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características. Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**.
44	Promover la preservación y recuperación de las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.	El **Proyecto** cumple con este **CRE**, toda vez que, si bien derivado del muestreo en campo se identificaron **5 especies de flora que están bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010** y/o que son endémicas, todas correspondientes a cactáceas y **11 especies incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010**, correspondientes a los grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. De este total, 6 especies se encuentran en la categoría Amenazada (A) y 5 están catalogadas como Sujetas a Protección Especial (Pr). Al respecto, implementará el **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna con especial énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre,** con énfasis en las especies listadas en la norma antes mencionada.
Monitoreo, inspección y vigilancia		
No.	**Criterio**	**Vinculación**

49	Monitorear la eficiencia de las acciones de conservación en el mejoramiento de la calidad del suelo.	El **Proyecto** cumple con este **CRE** toda vez que se establecerá un Programa de conservación del suelo con énfasis en la erosión eólica e hídrica.
Alternativas económicas y productivas		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
62	Minimizar el impacto de las actividades productivas sobre los ecosistemas frágiles de la región.	Respecto de los **CRE** 62, en el capítulo IV de esta **MIA-R** se establecen y describen las medidas, acciones y programas que el **Promovente** realizará para asegurar la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como las medidas de compensación, mismas que se someterán a consideración y aprobación de la **SEMARNAT,** para posteriormente, dar seguimiento y cumplimiento a los términos y condicionantes que esa autoridad estime procedentes.
63	Promover la utilización de especies nativas en la restauración de caminos y áreas perimetrales a las instalaciones de las actividades extractivas.	El **Proyecto** cumple con este **CRE** toda vez que se implementará un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto.**
64	Promover el manejo adecuado de residuos sólidos mediante la construcción de rellenos sanitarios y otras tecnologías idóneas.	Respecto de este **CRE** si bien el **Proyecto** no considera la construcción de un relleno sanitario, además de que esa actividad sería competencia de la autoridad municipal, se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual tiene énfasis en la prevención a la contaminación del componente hídrico.
65	Impulsar el desarrollo y aplicación de tecnologías para evitar la dispersión de polvos provenientes de las actividades de extracción.	Si bien el **Proyecto** no implica actividades de extracción, durante la etapa de Preparación del sitio y construcción se llevarán a cabo actividades de remoción y movimiento de tierras, para ello, el Promovente implementará el un **Programa de Conservación del Suelo,** que incluye medidas como mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.
67	Promover la participación de las comunidades y de los pueblos indígenas en el uso, protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en los territorios que les pertenezcan, considerando su conocimiento tradicional en dichas actividades.	Respecto de este **CRE,** es importante señalar que, el Proyecto no incide en una región o sitio en el que se identificaran comunidades indígenas como se describe en el apartado correspondiente. No obstante, el **Promovente** presentó el estudio correspondiente ante la **SENER,** en el que se realizará el análisis correspondiente a grupos y comunidades indígenas, en cuanto se tenga la determinación de la **SENER** se presentará a esta H. **DGIRA**.
Capacitación y educación ambiental		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
73	Capacitar en materia ambiental a los municipios.	Si bien este **CRE** está dirigido a la actuación de la Administración Pública, el **Proyecto** considera la

		aplicación de un **Programa de Capacitación y Educación Ambiental.**
Desarrollo técnico e investigación		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
76	Identificación y difusión de las prácticas adecuadas para la restauración de los sitios degradados.	En apego al **CRE** 76, se cumple a cabalidad con la implementación del **Programa de Restauración y Reforestación** con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Plan Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.
81	Elaboración de proyectos específicos de recuperación de suelos de acuerdo al nivel y tipo de afectación.	El **Proyecto** se apega en su totalidad al **CRE** 81, pues se aplicará un **Programa de Conservación del Suelo,** con el que se busca implementar una serie de técnicas encaminadas a la conservación y protección de los suelos en el área de establecimiento del **Proyecto**, con la finalidad de evitar un incremento en la erosión, así como el manejo del recurso edáfico.
82	Promover la elaboración de estudios técnicos que determinen las causas ambientales y sociales de la degradación de los suelos en la región.	Respecto de los **CRE** 82 y 83, si bien está dirigido al quehacer gubernamental, el **Proyecto** cumple a cabalidad, toda vez que en el Capítulo III de esta **MIA-R** se identificaron los impactos a generarse y en el capítulo IV se establecen y describen las medidas, acciones y programas que el **Promovente** realizará para asegurar la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como las medidas de compensación, mismas que se someterán a consideración y aprobación de la **SEMARNAT,** para posteriormente, dar seguimiento y cumplimiento a los términos y condicionantes que esa autoridad estime procedentes.
83	Elaborar escenarios y sus impactos de cambio climático en la región.	
Financiamiento		
No.	**Criterio**	**Vinculación**
85	Impulsar la realización de estudios sobre la ecología de las poblaciones y de diversidad de especies de fauna silvestre.	En cuanto al **CRE** 85, se aplicará un **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna**. Además, se establece que el rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características. Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**.
86	Elaboración de un inventario sobre la generación y descargas de residuos.	El **Proyecto** cumple con el **CRE** 86, toda vez que se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio,

		principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.
88	Impulsar programas de apoyo a proyectos de restauración de ecosistemas.	Respecto del **CRE** 88, se cumplen a cabalidad con la implementación del **Programa de Restauración y Reforestación** con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al Plan Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.

Como puede observarse, tanto los lineamientos como los **CRE** del ordenamiento en análisis, no establecen ninguna limitante para el proyecto. No obstante, aunque los **CRE** no restringen el desarrollo de actividades relacionadas con la generación de energía eólica, la vocación de las **UGAs** se enfoca en garantizar la conservación se los ecosistemas mediante la protección de las propiedades físico químicas y biológica de los suelos, la rehabilitación de áreas afectadas por actividades extractivas, y la restauración de la cobertura vegetal para prevenir la erosión y el azolvamiento de cuerpos de agua. Asimismo, buscan promover la recarga de acuíferos, regular el cambio de uso de suelo en zonas sensibles como mezquitales y matorrales, y minimizar los impactos ambientales de las actividades productivas. Su finalidad incluye evitar la deforestación, preservar la vegetación natural, mantener los servicios ecosistémicos de las zonas riparias, y prevenir la fragmentación de hábitats, asegurando así la biodiversidad, la calidad del agua y el equilibrio ecológico, al tiempo que se restringe el desarrollo de asentamientos humanos e industriales en áreas de alto riesgo.

En tal sentido, se desprende que el **Proyecto** es compatible con los lineamientos y los **CRE** relevantes de las **UGA** en las que se ubica, en la que son aplicables políticas de Protección y Restauración; debiendo señalar que, en términos de este ordenamiento, los lineamientos ecológicos se refieren a las conductas que deberán de tomarse en cuenta para desarrollar las diversas actividades productivas y de servicio, siempre y cuando no sean acciones prohibidas expresamente por el citado ordenamiento. En este contexto, si bien el uso permitido por el **POERCB** es de "protección", se considera que el ordenamiento en análisis no establece alguna restricción directa para al desarrollo del **Proyecto**; no obstante, para cumplir con todos los lineamientos y criterios, se adoptarán todas las medidas de prevención, mitigación y en su caso compensación necesarias para evitar contravenir sus disposiciones.

En conclusión, toda vez que en los **CRE** y lineamientos de las **UGAs** en las que incide el **Proyecto** no existe una prohibición o incompatibilidad para el establecimiento de infraestructura, transmisión o distribución de electricidad a partir de la generación de energía eólica, atendiendo al principio general del derecho que establece que “todo aquello que no se encuentra expresamente prohibido se debe

entender como permitido”, estas actividades deben ser entendidas como COMPATIBLES con dichas **UGAs**.

II.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila de Zaragoza

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila de Zaragoza (**POERTE**) se publicó en el **POE** el 28 de noviembre de 2017 y tiene como uno de sus fines buscar el desarrollo adecuado de la población urbana y rural, para lo cual se requiere disminuir el deterioro ambiental que se presenta por el crecimiento desordenado de la zona urbana, como son la deforestación, erosión, contaminación de los ríos, desvío de sus cauces, inundaciones, disminución de la flora y fauna, entre otros.

Este instrumento público abarca en su totalidad la superficie del territorio del Estado, incluyendo así los municipios que Francisco I. Madero, Matamoros, Parras de la Fuente, San Pedro de las Colonias, Sierra Mojada, Torreón y Viesca, razón por la cual se considera pertinente y adecuado actualizar dicho instrumento y sustituirlo por el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila de Zaragoza, adaptado a las necesidades y condiciones actuales de la entidad en su conjunto.

Unidades de Gestión Ambiental Una Unidad de Gestión Ambiental (UGA)

Es la unidad mínima de Ordenamiento Ecológico, el objetivo de las **UGA** es la creación de áreas homogéneas a las cuales se les asigna políticas ambientales, lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica con la finalidad de generar instrumentos de planeación que mantengan su estado actual a la que se le asignan lineamientos y criterios de regulación Ecológica.

Los principales insumos para la definición de las **UGA** fueron los modelos de aptitud para cada sector, el mapa de cuencas hidrológicas, los mapas de conflictos ambientales, el mapa de áreas para preservar conservar proteger o restaurar, el mapa de usos actuales, así como el análisis de aspectos transversales como lo son el clima, la biodiversidad y el agua.

Para el estado de Coahuila de Zaragoza se definieron 468 **UGAs** a las cuales se les asignó su política ambiental, además de agregar el criterio de manejo de cuencas al incluir las cuencas hidrológicas como unidad de planeación.

Políticas Ambientales

A cada **UGA** se asignó su política ambiental: preservación, **aprovechamiento sustentable**, protección y restauración.

La política de Aprovechamiento sustentable (**APS**) corresponde a la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. Esta política se asigna a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma sustentable.

Lineamiento Ecológico

De acuerdo con el Reglamento de la **LGEEPA** en materia de Ordenamiento Ecológico se define al lineamiento como la meta o el enunciado general que refleja el estado deseable de la unidad de

gestión ambiental. En este sentido, a diferencia de las políticas ambientales y sectoriales, el lineamiento ecológico permite la definición o identificación específica del objeto de la política, además de facilitar el establecimiento del mecanismo de seguimiento.

Estrategias Ecológicas

Una vez que se tienen las políticas y los lineamientos definidos, el siguiente paso es la integración de las estrategias ecológicas las cuales reflejan la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de Ordenamiento Ecológico.

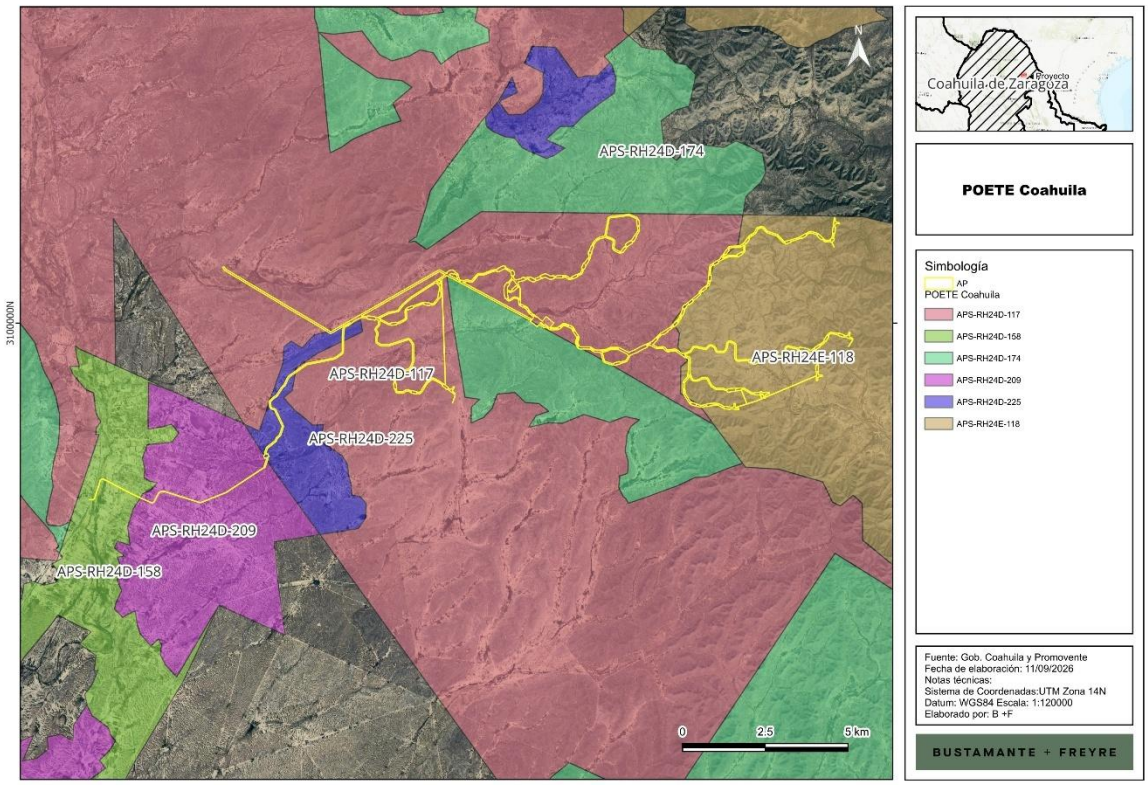
Criterios de Regulación Ecológica

Son los aspectos generales o específicos que norman los diversos usos de suelo en el área de ordenamiento e incluso de manera específica de las distintas Unidades de Gestión Ambiental.

Modelo de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila de Zaragoza

Se definieron 468 **UGAs**, de las cuales seis se consideran como espaciales debido a que al interior de ellas se rigen por su propia legislación y normatividad, sin embargo, para el caso que nos ocupa, del geoposicionamiento del **Proyecto** se identificó que, este incide dentro de **UGAs APS-RH24D-117, APS-RH24D-158, APS-RH24D-174, APS-RH24D-209, APS-RH24D-225, APS-RH24E-118,** tal y como se muestra en la siguiente imagen:

Figura II.4 Incidencia del Proyecto en las UGAs APS-RH24D-117, APS-RH24D-158, APS-RH24D-174, APS-RH24D-209, APS-RH24D-225, APS-RH24E-118 del POERTE.



De acuerdo con la incidencia del **Proyecto** en las **UGAs** señaladas, a continuación, se detallan las estrategias, lineamientos, objetivos y criterios de regulación ecológicos (**CRE**) por cada una de las **UGAs** en las que incide el **Proyecto**:

Tabla II.8. Políticas ambientales, usos y lineamientos aplicables al Proyecto.

UGA	POLÍTICA AMBIENTAL	USO COMPATIBLE	USO INCOMPATIBLE	LINEAMIENTOS ECOLÓGICOS Y OBJETIVOS	SUPERFICIE DE INCIDENCIA (HA)
APS-RH24D-117	Aprovechamiento Sustentable	Cinegético	Agrícola, Conservación, Forestal, Ganadero Urbano.	CUS1, CUS2, CC6, CC8, CC11, Todos Cinegético, Todos Hidrología, Todos Turismo, Todos Generales, Todos Minería No Metálicos, Todos Minería Metálicos	266.65
APS-RH24D-158	Aprovechamiento Sustentable	Forestal	Agrícola, Cinegético, Conservación, Ganadero, Urbano.	CUS1, CUS2, CC4, CC6, Todos Forestal, Todos Hidrología, Todos Turismo, Todos Generales, Todos Minería No Metálicos, Todos Minería Metálicos	2.16
APS-RH24D-174	Aprovechamiento Sustentable	Forestal	Agrícola, Cinegético, Conservación, Ganadero,	CUS1, CUS2, CC4, CC6, Todos Forestal, Todos Turismo, Todos Generales, Todos Minería No Metálicos	2.24

UGA	POLÍTICA AMBIENTAL	USO COMPATIBLE	USO INCOMPATIBLE	LINEAMIENTOS ECOLÓGICOS Y OBJETIVOS	SUPERFICIE DE INCIDENCIA (HA)
			Urbano.		
APS-RH24D-209	Aprovechamiento Sustentable	Ganadero	Agrícola, Cinegético, Conservación, Forestal, Urbano.	CUS1, CUS2, CC3, CC6, GAN1, GAN2, GAN3, GAN4, GAN5, GAN6, GAN7, GAN8, GAN9, GAN10, GAN11, Todos Hidrología, Todos Turismo, Todos Generales, Todos Minería No Metálicos, Todos Minería Metálicos	5.66
APS-RH24D-225	Aprovechamiento Sustentable	Ganadero	Agrícola, Cinegético, Conservación, Forestal, Urbano.	CUS1, CUS2, CC3, CC6, GAN1, GAN2, GAN3, GAN4, GAN5, GAN6, GAN7, GAN8, GAN9, GAN10, GAN11, Todos Hidrología, Todos Turismo, Todos Generales, Todos Minería No Metálicos	17.28
APS-RH24E-118	Aprovechamiento Sustentable	Cinegético	Agrícola, Conservación, Forestal, Ganadero Urbano.	CUS1, CUS2, CC6, CC8, CC11, Todos Cinegético, Todos Hidrología, Todos Turismo, Todos Generales	106.95

Asimismo, a continuación, se transcriben los **CRE** aplicables a las **UGAs** en las que incide el **Proyecto,** así como la vinculación respectiva. Cabe señalar que se omiten los criterios relacionados con actividades ganaderas, cinegéticas y agrícolas, por no tener relación con las actividades del **Proyecto**:

Tabla II.9. Vinculación de los CRE aplicables al Proyecto.

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA			
UGA	**CLAVE**		**VINCULACIÓN**
CAMBIO DE USO DE SUELO			
APS-RH24D-117, APS-RH24D-158, APS-RH24D-174, APS-RH24D-209, APS-RH24D-225,	CUS1	Si por excepción, la autoridad competente autoriza el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que se ubiquen en predios donde se pretendan llevar a cabo nuevos proyectos de desarrollo, se podrá cambiar el uso del suelo hasta en un 30 a 40% de su superficie (los terrenos forestales que se distribuyan por encima de los 2800 msnm y el bosque de galería tendrán un porcentaje de cambio de uso del suelo menor al que se señala). El terreno forestal restante (60-70%) deberá estar sujeto a acciones de manejo permanentes que promuevan la conservación de las comunidades vegetales presentes, el manejo de hábitats de fauna silvestre y la reubicación de los ejemplares de especies vegetales provenientes del área desmontada, así como la minimización en la fragmentación de hábitats y	Respecto de los **CRE** CUS1 y CUS2, es importante destacar que el **Promovente** tiene la posesión de seis predios propiedad privada arrendada con un total de **17,098.5305 ha**. Es importante mencionar que, de esa superficie arrendada, el área del **Proyecto** solo contemplará una ocupación de **397.6458 ha.** Ahora bien, de la superficie de ocupación del **Proyecto**, 396.5957 ha requieren autorización de **CUSTF**. Por lo tanto, la superficie de **CUSTF** representa un 2.32% de la superficie total del polígono arrendado, toda vez que el resto de la superficie permanecerá sin afectación.

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA			
UGA	**CLAVE**		**VINCULACIÓN**
APS-RH24E-118		los efectos de borde y relajación en la o las teselas de vegetación remanente, así como el manejo de los hábitats para la mantener la conectividad ecológica. Las acciones de rehabilitación y manejo, enunciativas más no limitativas son: • Disminución del riesgo por incendio (Creación de brechas contrafuego, retiro de biomasa vegetal muerta, etcétera). • Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO) • Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en concordancia con el tamaño y magnitud de las zonas erosionadas. • Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas. • El área sin desmontar se ubicará preferentemente en la periferia del terreno forestal, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes.	En ese sentido, se plantea llevar a cabo un **Programa de restauración y reforestación** en la misma cantidad, esto al margen del pago al Fondo Forestal Mexicano (**FFM**) que mi representada realizará con motivo del trámite de **CUSTF**; con lo cual, en la especie, el **Proyecto** estaría manteniendo una variación mínima en la superficie de vegetación existente.
	CUS2	En los terrenos preferentemente forestales incluidos en predios de los nuevos proyectos de desarrollo, que contemplen cambio de uso de suelo, se deberá reforestar el 17% de su superficie con especies nativas que estarán sujetos a acciones de manejo. Las acciones de manejo, enunciativas, más no limitativas son: • Disminución del riesgo por incendio (Creación de brechas contrafuego, retiro de biomasa vegetal muerta, etcétera). • Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO) • Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en concordancia su magnitud. • Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas. • El área reforestada (con especies nativas) se ubicará preferentemente en la periferia del terreno, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes.	
CAMBIO CLIMÁTICO			
APS-RH24D-158,	CC4	Para atender los efectos más probables del cambio climático sobre el sector forestal, para el año de 2050 se deberán realizar las siguientes acciones, enunciativas más no limitativas, de	En el capítulo IV de esta **MIA-R** se establecen y describen las medidas, acciones y programas que el **Promovente** realizará para asegurar la

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA			
UGA	**CLAVE**		**VINCULACIÓN**
APS-RH24D-174		adaptación: Se realizarán inversiones para la investigación que permita el cultivo de especies no maderables; Se realizarán un extensionismo efectivo que permita la implementación de cultivos de especies no maderables y que éstos constituyan el mayor volumen producido; Se realizarán o se favorecerán las inversiones para la instalación de plantas de elaboración de productos a partir de las especies no maderables.	conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como las medidas de compensación, mismas que se someterán a consideración y aprobación de la **SEMARNAT,** para posteriormente, dar seguimiento y cumplimiento a los términos y condicionantes que esa autoridad estime procedentes.
APS-RH24D-117, APS-RH24D-158, APS-RH24D-174, APS-RH24D-209, APS-RH24D-225, APS-RH24E-118	CC6	Para atender los efectos más probables del cambio global, para el año de 2050 **la infraestructura para la generación de energía renovable no deberá ocupar ecosistemas con vegetación forestal y se instalará dentro terrenos preferentemente forestales y en las ciudades aprovechando la infraestructura ya construida.**	El **Proyecto** cumple a cabalidad, con este **CRE** toda vez que aún y cuando para el desarrollo del **Proyecto** buscaron terrenos sin vegetación forestal, la disponibilidad cercana al punto de interconexión solamente se encontró en un terreno que es preponderantemente forestal y aunado a ello la **Promovente** se apegará a la normatividad vigente aplicable. Asimismo, se reitera que, para el desarrollo de este **Proyecto**, se somete a evaluación la presente **MIA-R** en la que identifican los posibles impactos y se presentan las propuestas de mitigación que resulten más convenientes según el ecosistema de la zona procurando la menor afectación posible a la vegetación existente, apegándose a las recomendaciones establecidas en los **CRE**.
APS-RH24D-117, APS-RH24E-118	CC11	Para atender los efectos más probables del cambio global, para el año de 2050, se deberá tener el 100% de las UGA de conservación bajo algún esquema de pago por servicios ambientales o bonos de carbono que aseguren la permanencia de sus terrenos forestales	Este **CRE** se estima dirigido al quehacer de la administración pública; sin embargo, para el **Proyecto** se establecen y describen las medidas, acciones y programas que el **Promovente** realizará para asegurar la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como las medidas de compensación, mismas que se someterán a consideración y aprobación de la **SEMARNAT,** para posteriormente, dar seguimiento y cumplimiento a los términos y condicionantes que esa autoridad estime procedentes.
HIDROLOGÍA			
APS-RH24D-117,	HID1	Se deberá promover la recuperación de las poblaciones de fauna acuática nativa mediante la restauración de las condiciones de los ecosistemas acuáticos.	En el contexto del área de influencia (**AI**) y en el área del Proyecto (**AP**) se observa incidencia en numerosos escurrimientos intermitentes y cuerpos de agua intermitentes conocidos como bordos que no serán afectados, dado que las áreas de afectación se encuentran fuera de sus límites, aunado a que
APS-RH24D-158,	HID2	Para evitar la proliferación de especies invasoras en los ecosistemas acuáticos las actividades de acuacultura se realizarán preferentemente con especies nativas.	

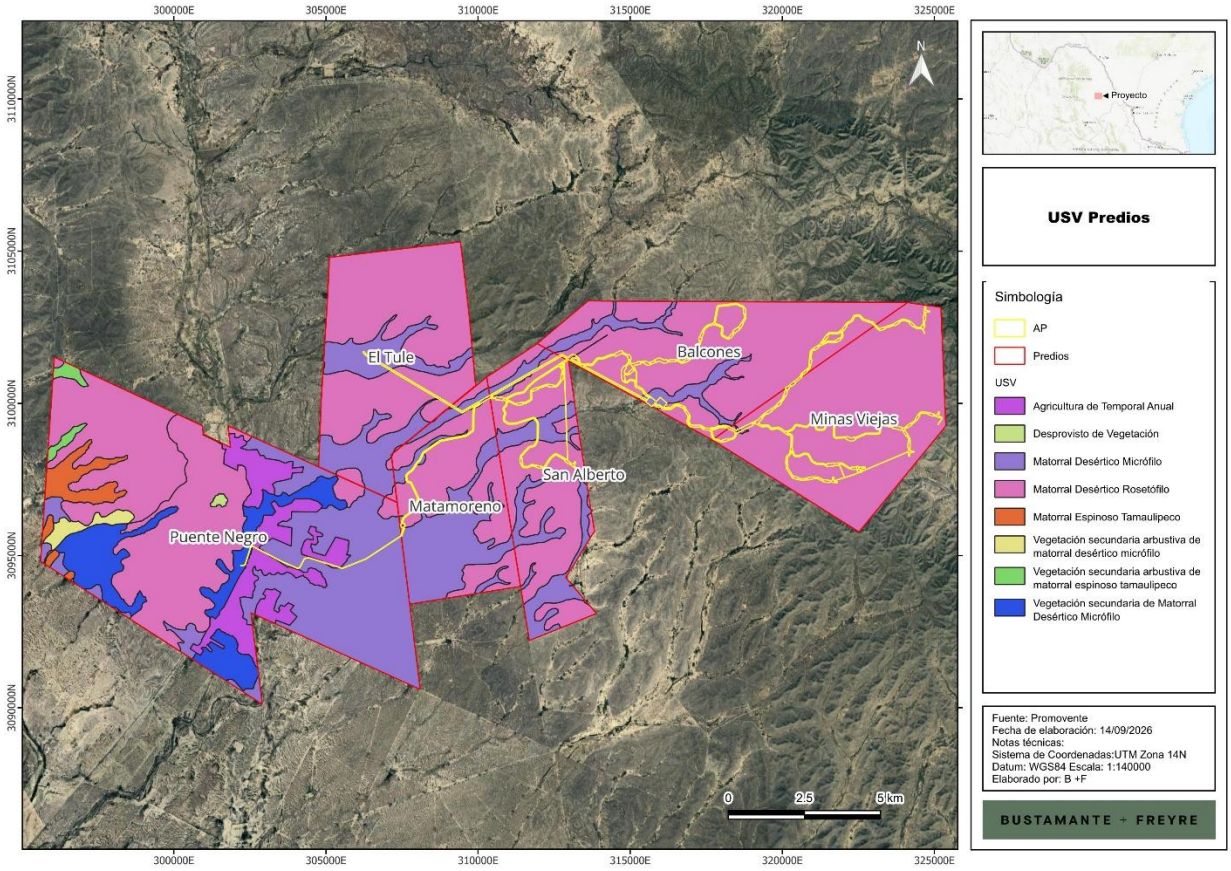
CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA			
UGA	**CLAVE**		**VINCULACIÓN**
APS-RH24D-209, **APS-RH24D-225,** **APS-RH24E-118**	HID3	El empleo de especies exóticas podrá realizarse solamente fa de las ANP y en estanquería confinada, manteniendo una distancia a los cuerpos de agua que garantice que estas especies no los invadan o construyendo las obras necesarias para evitar que las especies cultivadas escapen.	se establecerán obras de drenaje pluvial, tal como se muestra en el capítulo IV de la **MIA-R.** No obstante, se realizará un **Programa de Protección del componente hídrico**, particularmente se establecerán acciones de prevención para evitar principalmente su contaminación y su modificación, con el objetivo de garantizar su integridad a nivel regional. Asimismo, como se establece en el capítulo IV, no se identificó fauna acuática en el **AP**, **AI** o **SAR**.
	HID4	Para evitar afectar los ecosistemas acuáticos y ribereños se restringirá la modificación de cauces naturales o los flujos de escurrimientos perennes y temporales derivados de las actividades acuícolas.	
	HID5	Los responsables de las actividades acuícolas evitarán que los residuos contribuyan a la eutrofización de cuerpos de agua naturales con la colocación de medios físicos.	
	HID6	Se evitará la contaminación genética de las poblaciones nativas derivada de la introducción a los ecosistemas naturales de individuos con genes que no han sido seleccionados naturalmente.	
GENERALES			
APS-RH24D-117, **APS-RH24D-158,** **APS-RH24D-174,** **APS-RH24D-209,** **APS-RH24D-225,** **APS-RH24E-118**	GEN2	Se deberán promover la recuperación física, química y biológica de suelos afectados por algún tipo de degradación.	Para el **Proyecto**, se implementará un **Programa de Conservación del Suelo.** Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa.
	GEN3	El derecho de vía de los caminos deberá mantenerse libre de vegetación con el fin de disminuir el atropellamiento de especies animales.	El acceso al predio se realiza a través del corredor carretero federal Altamira – Ciudad Victoria – Monterrey, continuando por la Carretera Federal 53 hasta su empalme con la Carretera Federal 57 en las inmediaciones de Castaños, Coahuila; desde dicho punto, el recorrido prosigue por la Carretera Federal 57 hacia el norte, a través de Monclova, Nueva Rosita y Sabinas, para finalmente acceder al sitio mediante el camino local existente que conecta la zona de Sabinas con el emplazamiento. La red vial presente en la zona, conformada por carretera, avenidas locales, caminos y calles rurales, permite el tránsito de vehículos de carga, maquinaria y

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA			
UGA	**CLAVE**		**VINCULACIÓN**
			personal, reduciendo sustancialmente la necesidad de habilitar nuevas vialidades.
	GEN4	Para garantizar el desarrollo sustentable de la UGA, el proceso de evaluación de las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) deberá garantizar la congruencia de éstas con los programas de ordenamiento ecológico existentes.	En este capítulo II de la **MIA-R** que se somete a evaluación, se han plasmado todos y cada uno de los ordenamientos jurídicos y normativos aplicables, así como la vinculación del **Proyecto** con cada uno de ellos. Asimismo, en el capítulo IV de esta **MIA-R** se establecen y describen las medidas, acciones y programas que el **Promovente** realizará para asegurar la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como las medidas de compensación, mismas que se someterán a consideración y aprobación de la **SEMARNAT,** para posteriormente, dar seguimiento y cumplimiento a los términos y condicionantes que esa autoridad estime procedentes.
	GEN5	Para proteger el patrimonio histórico cultural, los propietarios de bienes muebles que contengan monumentos histórico o artísticos, así como los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento, que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, deberán llevar a cabo estas obras de conformidad con lo establecido en las leyes y normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones aplicables.	El **Promovente** llevará a cabo los trámites correspondientes ante el Instituto Nacional de Antropología e Historia (**INAH**) sobre la inserción del polígono del proyecto en una zona de monumentos o bienes arqueológicos o donde se presuma su existencia. Derivado de ello, el **Promovente** acatará los comentarios del **INAH** y llevará a cabo las gestiones correspondientes con dicha autoridad para la salvaguarda de los hallazgos que, en su caso, se presenten en el polígono.
	GEN6	Los usos del suelo consuntivos que actualmente se realicen en la UGA, podrá seguir realizándose, siempre y cuando, atiendan los criterios de regulación ecológica generales y los que le apliquen al sector correspondiente.	Este **CRE** no aplica al **Proyecto**, pues se trata de un parque eólico que, por su naturaleza, no implica el consumo de agua y, además, aprovecha un recurso renovable para la generación de energía eléctrica. Aunado a ello, el **Proyecto** se apega a los **CRE** aplicables a las **UGAs** en las que incide

Derivado de lo anterior, queda expuesto que a diferencia de otros ordenamientos ecológicos del país, en donde existe una regulación específica para la actividad generación de energía renovable, particularmente la generación de electricidad a través de aerogeneradores, en este ordenamiento no hay criterios específicos; es decir, que ninguna de las **UGA** en las que incide el **Proyecto** establece expresamente un uso incompatible con actividades de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.

En ese sentido, respecto de los **CRE** CUS1 y CUS2, si bien el **Proyecto** requiere la remoción de 396.5957 hectáreas de vegetación forestal (matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo), esta superficie representa el 2.32% de la superficie total arrendada (17,092.1489 hectáreas) tal como se observa en el **Figura II.5** siguiente:

Figura II.5 Relación de la superficie del Proyecto con los predios arrendados.



Al respecto, se plantea llevar a cabo un programa de restauración y reforestación en la misma cantidad, esto al margen del pago al Fondo Forestal Mexicano (**FFM**) que se realizará con motivo del trámite de **CUSTF**; con lo cual, en la especie, el **Proyecto** estaría manteniendo una variación mínima en la superficie de vegetación existente neta sobre las áreas en las que se removerá vegetación para el desplante.

Por lo que hace al **CRE** de Cambio Climático 6, establece que, para atender los efectos más probables del cambio global, para el año de 2050 la infraestructura para la generación de energía renovable no deberá ocupar ecosistemas con vegetación forestal y se instalará dentro terrenos preferentemente forestales y en las ciudades aprovechando la infraestructura ya construida. Aún y cuando para el desarrollo del **Proyecto** buscaron terrenos sin vegetación forestal, la disponibilidad cercana al punto de interconexión así como el factor de potencia del viento, dieron como resultado

la elección del terreno en el que se desarrollará el **Proyecto.** Dicha justificación se desarrolla en el apartado I.5.4 del Capítulo I de esta **MIA-R**. Aunado a lo anterior, la promovente se apegará a la normatividad vigente aplicable.

II.3 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

II.3.1. Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Coahuila de Zaragoza

En Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Coahuila de Zaragoza 2011-2017 (**PEDUOTC**) es el instrumento de planeación sectorial que en su contenido y alcances consolida el objetivo 2.9 Ciudades de calidad y ordenamiento consistente en “Desarrollar un sistema de ciudades y zonas metropolitanas de calidad, sustentables, modernas, ordenadas y equipadas, y con servicios públicos eficientes”, en el eje rector de una nueva ruta al desarrollo del Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017.

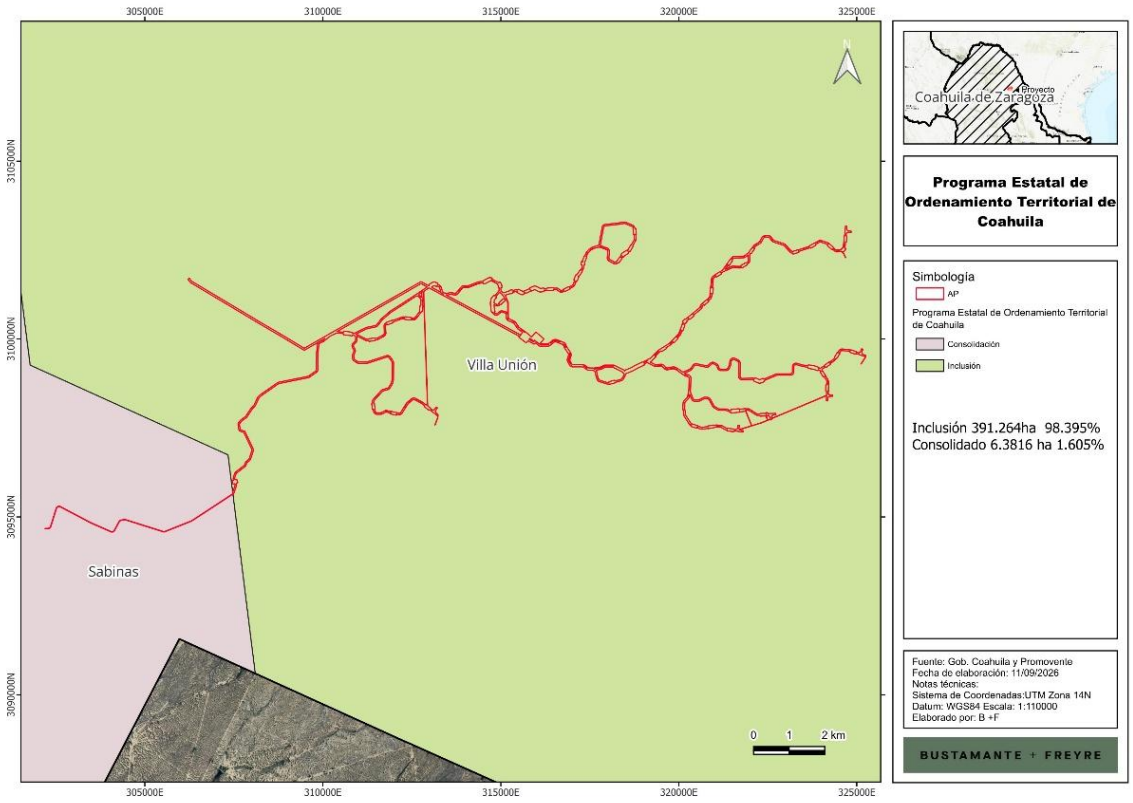
El **PEDUOTC** tiene como objetivo general, establecer las disposiciones y lineamientos para avanzar en la distribución equilibrada de la población y de las actividades económicas en la entidad, conforme al Sistema Estatal de Asentamientos Humanos, como instrumento rector en materia de ordenamiento territorial que determina las estrategias para orientar el desarrollo urbano y regional del estado a través de un proceso territorial que determina las estrategias para orientar el desarrollo urbano y regional a través de un proceso institucional, participativo e incluyente de la sociedad civil, la iniciativa privada y el gobierno.

Este programa establece tres estrategias para el Desarrollo Urbano: Ordenamiento territorial; desarrollo urbano ordenado y sustentable; y, sectoriales. Asimismo, identifica cuatro políticas orientadas a optimizar el desarrollo en relación con el aprovechamiento racional de los recursos naturales, el patrimonio ecológico y cultural, y maximizando a su vez el valor agregado regional, generando oportunidades de empleo e ingreso en las regiones. Se busca con su consecución lograr el equilibrio regional aprovechando las áreas de oportunidad en los sistemas de conectividad para la integración regional, estatal y nacional:

1. Política de consolidación.
2. Política de fortalecimiento.
3. Política de inclusión.
4. Política de integración territorial.

En ese sentido, a continuación, se presenta la incidencia del **Proyecto** en el **PEDUOTC:**

Figura II.6 Incidencia del proyecto en el PEDUOTC



De lo anterior, se deriva que el **Proyecto** se desarrollará en sitios con políticas de Consolidación (el camino de acceso) y, mayormente de Inclusión (el parque eólico). El **PEDUOTC** define estas políticas de la siguiente manera:

1. **Consolidación:** Dar solidez al ordenamiento y mejorar la estructura básica a través de promover el acceso equitativo de la infraestructura y servicios, atendiendo la gestión ambiental urbana en temas como movilidad intraurbana e interurbana, y problemas de contaminación. Se trata de municipios metropolitanos neurálgicos para la integración de las dinámicas económicas, sociales, políticas, culturales, de su región y estado.

2. **Inclusión:** Promover el bienestar de la población a través de mejores oportunidades de empleo, educación e ingresos que garanticen la inclusión al modelo de desarrollo urbano integral, sustentable y territorial. Se trata de municipios en franca desventaja económica en relación al resto del estado.

En ese sentido, el **PEDUOTC** identifica 11 líneas de acción y 49 proyectos estratégicos para el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial de Coahuila. Entre ellos destaca la línea de acción 6. Ciudades Sustentables, que incluye el Proyecto estratégico 6E “Proyecto de uso de energía alterna

y fomento de proyectos para el establecimiento de parques y granjas de generación de energía solar y eólica”. [1]

Por lo tanto, el **Proyecto** al ser un parque eólico que genera energía eléctrica a partir de la fuerza del viento, mediante aerogeneradores ubicados estratégicamente transmitirá energía renovable o limpia, resulta compatible y congruente con los objetivos de este Programa estatal.

II.3.2. Plan Director de Desarrollo Urbano Sabinas y Plan Director de Desarrollo Urbano de Villa Unión

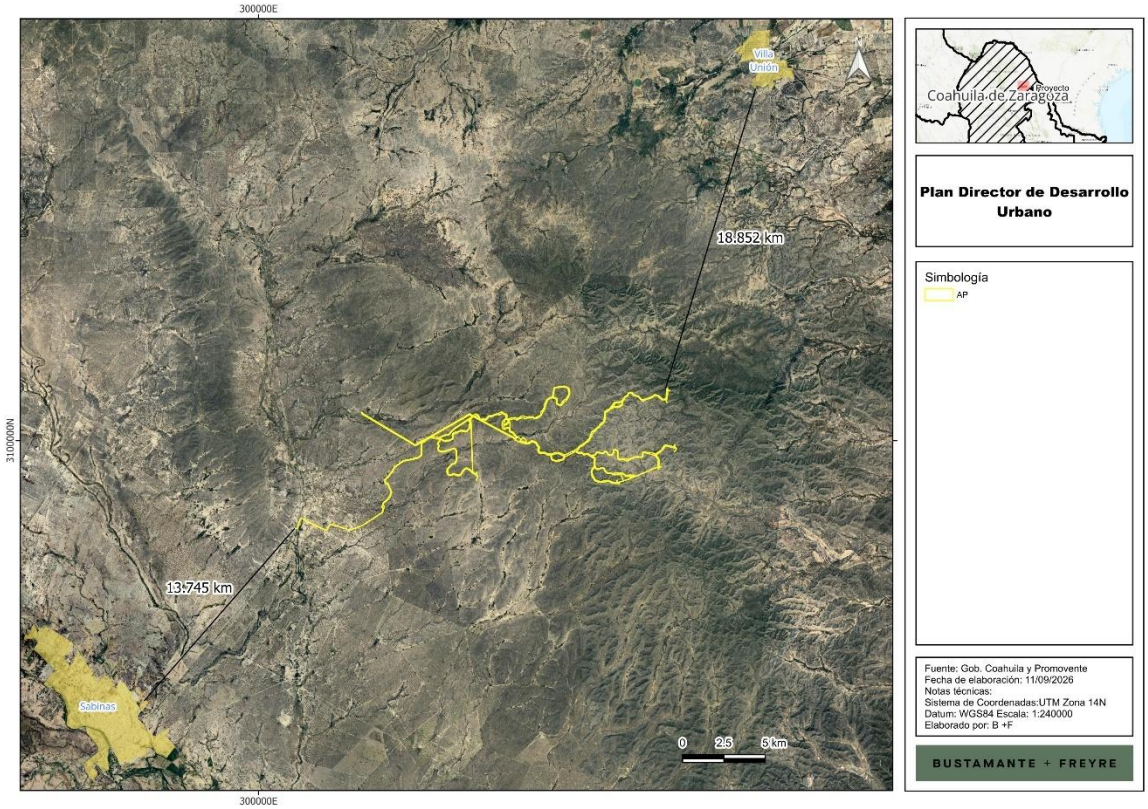
El Plan Director de Desarrollo Urbano de Sabinas (**PDDUS**), publicado en el **POE** el 25 de febrero de 2014, es un instrumento de planeación urbana que permite ordenar integralmente el crecimiento territorial del Centro de Población, en función de un esquema que enuncia políticas y estrategias a implementar, así como las especificaciones y reglamentación detallada para la llevar a cabo acciones, priorizando su atención, estableciendo la forma de operación y control que permita a la administración pública y a la sociedad contar con los elementos necesarios para llevarlos a buen fin. En ese sentido, el **PDDUS** define los usos y destinos del suelo para el ordenamiento del Centro de Población, propone estrategias de densificación para cada una de las comunidades.

Por su parte, el Plan Director de Desarrollo Urbano de Villa Unión (**PDDUVU**), publicado en el **POE** el 10 de noviembre del 2015, y tiene como objetivo ofrecer a los responsables de la administración urbana municipal y en general a todas las personas involucradas en el desarrollo urbano un instrumento de consulta para para guiar y facilitar la sistematización y racionalización de las actividades municipales en forma congruente y con un mejor aprovechamiento del suelo y de los servicios.

Derivado de lo anterior, al superponer cartográficamente el polígono del Proyecto con las áreas de aplicación de los Planes Directores de Desarrollo Urbano anteriormente descritos, se obtiene lo siguiente.

[1] **PEDUOTC**, VIII. Propuesta de proyectos estratégicos, pág. 42.

Figura II.7 Incidencia del proyecto en el los PDDU de los municipios de Sabinas y Villa Unión



Como se puede observar, el polígono del **Proyecto** se ubica fuera de las zonas reguladas o administradas por ambos **PDDU.** Bajo este orden de ideas, se considera que el **Proyecto** está fuera del ámbito de aplicación de los Planes de Desarrollo Urbano de los centros de población de Sabinas y Villa Unión.

En ese sentido el **Proyecto** es viable de realizarse por ser un detonador de crecimiento económico y urbano, ya que implica que se realizará un aprovechamiento sustentable de los recursos presentes en la región con la finalidad de construir y operar un parque eólico en el que se reducirán los **GEI** por la generación de electricidad, aunado a que todos los posibles impactos identificados serán prevenidos, mitigados y compensados con la implementación de las medidas de compensación y mitigación que han sido expuestas en este capítulo y que se describen ampliamente en el Capítulo IV de la **MIA-R.**

II.4 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN

II.4.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

De conformidad con lo dispuesto por la **LGEEPA**, las Áreas Naturales Protegidas (**ANPs),** se definen como aquellas zonas dentro del territorio nacional cuyas condiciones originales no han sido alteradas significativamente. De igual forma el artículo 46 de este mismo ordenamiento, establece que los gobiernos de los Estados y la Ciudad de México, podrán establecer parques, reservas estatales y demás categorías de manejo conforme a la legislación local en la materia. Bajo ese tenor, tales áreas fueron creadas con la intención de monitorear que los recursos naturales presentes tuvieran una protección adicional a la ya otorgada por el marco legal.

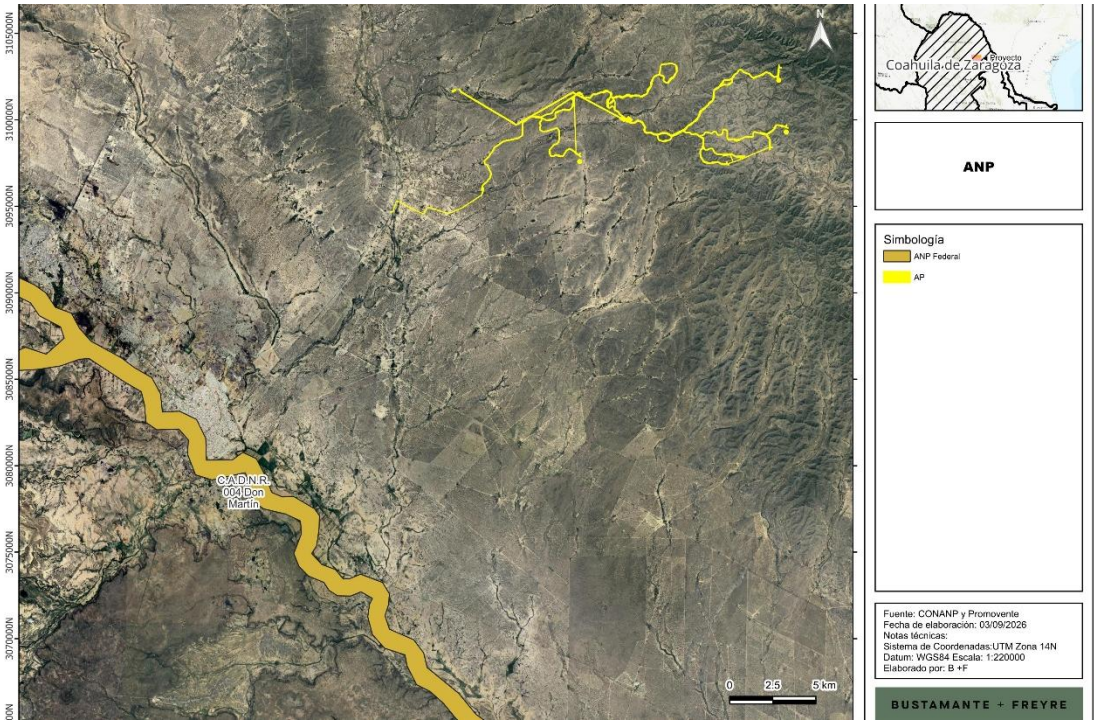
Las declaratorias para el establecimiento de **ANPs** deberán publicarse en el **DOF** y se notificarán previamente a los propietarios o poseedores de los predios afectados, en forma personal cuando se conocieren sus domicilios; en caso contrario se hará una segunda publicación, la que surtirá efectos de notificación. Las declaratorias se inscribirán en él o los registros públicos de la propiedad que correspondan. Una vez establecida un **ANP**, sólo podrá ser modificada su extensión, y en su caso, los usos del suelo permitidos o cualquiera de sus disposiciones, por la autoridad que la haya establecido, siguiendo las mismas formalidades previstas en la **LGEEPA** para la expedición de la declaratoria respectiva.

Las **ANPs** establecidas por el Ejecutivo Federal podrán comprender, de manera parcial o total, predios sujetos a cualquier régimen de propiedad. El Ejecutivo Federal, a través de las dependencias competentes, realizará los programas de regularización de la tenencia de la tierra en las **ANPs**, con el objeto de dar seguridad jurídica a los propietarios y poseedores de los predios en ellas comprendidos.

La **SEMARNAT** promoverá que las autoridades Federales, de las entidades federativas, municipales y de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, dentro del ámbito de su competencia, en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables y, en su caso, los programas de manejo, den prioridad a los programas de regularización de la tenencia de la tierra en las áreas naturales protegidas de competencia federal.

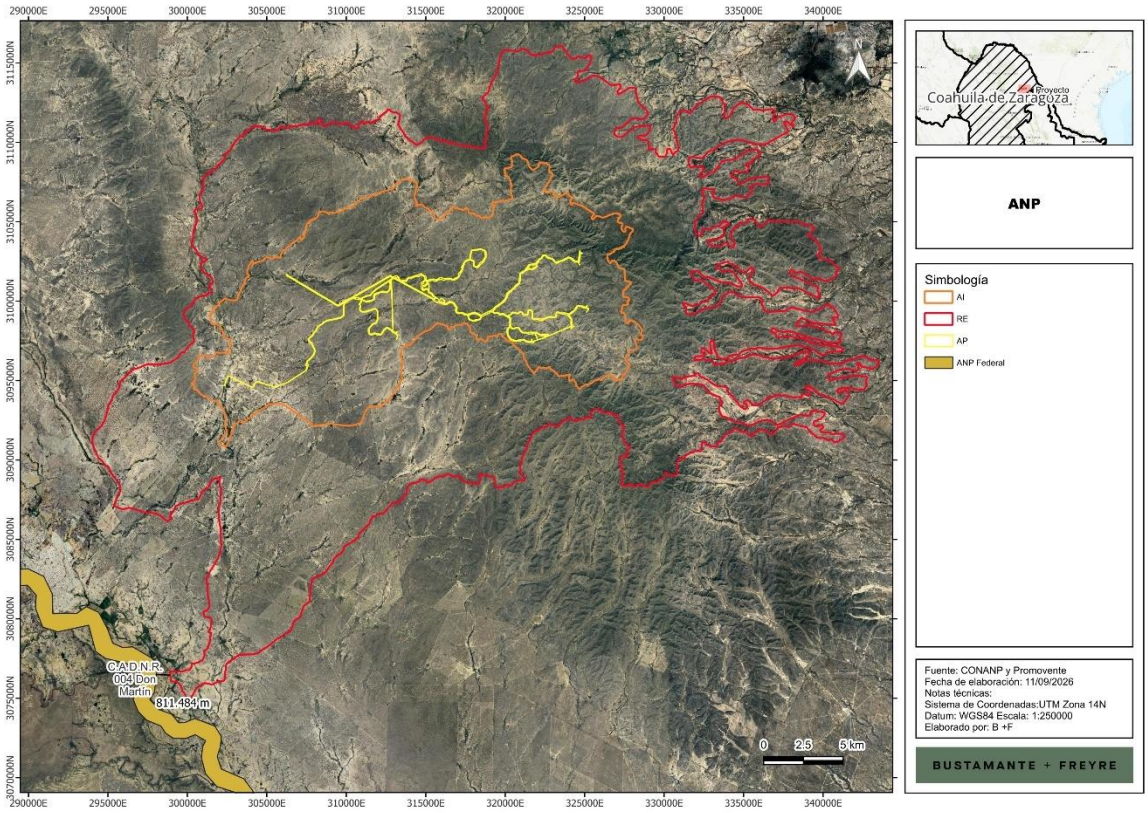
Ahora bien, dentro del área del **Proyecto** no se encuentra ninguna **ANP** de carácter federal, estatal o municipal, la más cercana es la denominada *“*Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín*”* de competencia federal, tal como se muestra en la figura siguiente:

Figura II.8. Ubicación del Proyecto con respecto a la ANP.



Adicionalmente, es importante señalar que, incluso la delimitación de la Región Ecológica (**RE**) está fuera del polígono del **ANP** como se muestra a continuación:

Figura II.9. Ubicación del AP, AI y RE con respecto a las ANP.



En este mismo sentido, y dado que la ubicación del Área del **Proyecto** no tiene incidencia con ninguna **ANP** es que se puede concluir que no existe un impedimento para llevar a cabo su desarrollo.

II.4.2. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR)

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como **Sitios Ramsar**, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (**Convención Ramsar**), tratado del que México es parte desde el 04 de noviembre de 1986.[2] Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971 (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2016).

En México, la **Convención Ramsar** fue aprobada por la Cámara de Senadores del Congreso de la Unión el 20 de diciembre de 1984 y fue publicada en el **DOF** los días 24 de enero y 18 de julio del año 1985. El instrumento de adhesión de la Convención fue firmado el 23 de julio de 1985 y

[2] **Convención RAMSAR,** Contracting Parties to the Ramsar Convention, consultable en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/annotated_contracting_parties_list_e.pdf

depositado ante la **UNESCO** el 4 de julio de 1986 (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2016).

Esta Convención tiene como uno de sus objetivos principales el impedir ahora y en el futuro las progresivas intrusiones en y pérdida de humedales, en virtud del gran valor económico, cultural, científico y recreativo que representan. Entendiendo por humedal en términos de su artículo 1:

> *“[...] las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean* éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja *no exceda de seis metros.”*

El artículo 3.2 obliga a las Partes a informarse lo antes posible cuando el carácter ecológico de un **Sitio Ramsar** haya cambiado, esté cambiando o sea probable que cambie por desarrollo tecnológico, contaminación u otra interferencia humana, y a comunicarlo sin demora a la Secretaría de la Convención. Asimismo, la designación como **Sitio Ramsar** no crea por sí sola una categoría mexicana de **ANP** ni una zonificación equivalente a un decreto nacional. Sin embargo, tampoco es una etiqueta meramente informativa, sino que obliga al estado a integrar la conservación y el mantenimiento del carácter ecológico en la gestión del sitio.

En nuestro país hay 144 humedales que cumplen los requisitos que señala la Convención, sumando un total de 8.721.911 ha.[3] En este sentido, de la revisión que se hizo del área del **Proyecto,** se pudo determinar que incide parcialmente en el **Sitio Ramsar Río Sabinas**, tal y como se puede apreciar en la figura II.11.

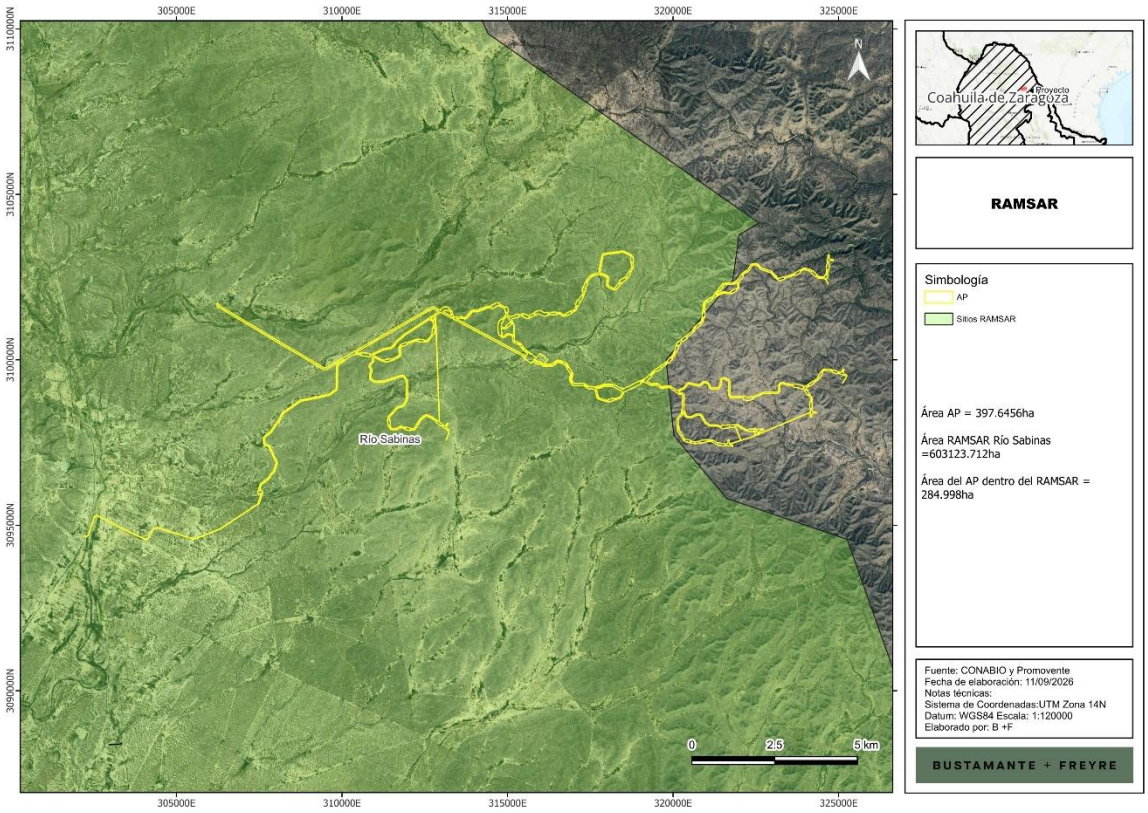
Este **Sitio Ramsar** atiende a las características que se detallan a continuación:

Tabla II. 10 Características del Sitio Ramsar Río Sabinas

Elemento	Dato compilado
Nombre oficial	Río Sabinas
Número Ramsar	1769
Fecha de designación	2 de febrero de 2008
Superficie oficial	603,123 ha
Coordenada de referencia	27°53' N, 101°09' O
Estado	Coahuila de Zaragoza
Información FIR* pública más reciente	2008

[3]Ramsar La Convención sobre los Humedales, consultable en: https://www.ramsar.org/es

Figura II.10. Ubicación del Proyecto con respecto al Sitio Ramsar Río Sabinas.



La Ficha Informativa Ramsar (**FIR**) original justificó la designación utilizando seis de nueve criterios[4], como se muestra a continuación:

Figura II.11 Criterios Ramsar aplicables al Sitio Río Sabinas

13. Criterios de Ramsar:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	X	X		X		X	X	

Los criterios 1, 2, 3, 5, 7 y 8[5] que sustentan la determinación de este Sitio Ramsar, se transcriben textualmente:

- **Criterio 1.** El Río Sabinas es uno de los pocos ríos con caudal abundante y gran extensión en Coahuila. En sus márgenes se presentan asociaciones de flora y fauna ausentes en otros

[4] Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR)

paisajes del Estado, como los bosques de sabino (Taxodium mucronatum), los cuales son comunidades ecológicas únicas en la Entidad, coincidiendo con los ecosistemas típicos ribereños de la Región neártica del Altiplano mexicano.

- **Criterio 2.** El área representa un hábitat crítico para numerosas especies de flora y fauna, sobre todo para aquellas que se encuentran amenazadas. Entre los mamíferos existen 10 especies catalogadas bajo la categoría de Sujeta a Protección Especial, Amenazada, en Peligro de Extinción y Probablemente Extinta, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2002. Entre las especies sujetas a Protección especial está el murciélago (Lasyonicteris noctivagans); entre las amenazadas están la musaraña del desierto (Notiosorex crawfordi crawfordi), el murciélago lengüilargo (Choeronycteris mexicana), el murciélago hocicudo de la nieve (Leptonycteris nivalis), la zorrita del desierto o norteña (Vulpes macrotis zinseri), y el tlalcoyote (Taxidea taxus berlandieri). Entre las especies catalogadas en peligro de extinción se encuentran el castor (Castor canadensis mexicanus), el puerco espín (Erethizon dorsatum couesi) y el oso negro (Ursus americanus eremicus).

- **Criterio 3.** Por la presencia de especies nativas, endémicas del Río Salado y/o a la cuenca del Río Bravo, que se encuentran en la zona y que indican condiciones poblacionales generalmente excelentes, como lo son varias peces como las carpas, dichas especies, adquieren relevancia porque sus poblaciones tienen una importante representatividad en el sitio, ayudando de esta manera a mantener la diversidad biológica del mismo.

- **Criterio 5.** El Río Sabinas, desde su nacimiento hasta su desembocadura en la Presa Venustiano Carranza (Don Martín), se localiza en áreas de importancia para la conservación de las aves, una de ellas es el Nacimiento del Río Sabinas –Sureste de la Sierra de Santa Rosa (AICA NE-06), que contiene poblaciones de especies consideradas como globalmente amenazadas, en peligro o vulnerables según la lista roja de la UICN, 2007, con especie como el chipe mejilla dorada Dendroica chrysoparia (en peligro de extinción) y el vireo gorra negra Vireo atricapillus (considerada vulnerable). Otra es el AICA NE - 07, que corresponde a la Presa Venustiano Carranza; es una de las áreas más importantes de arribo de aves acuáticas migratorias en su traslado por la ruta del Centro, así como un área de anidación para el pato mexicano Anas diazi.

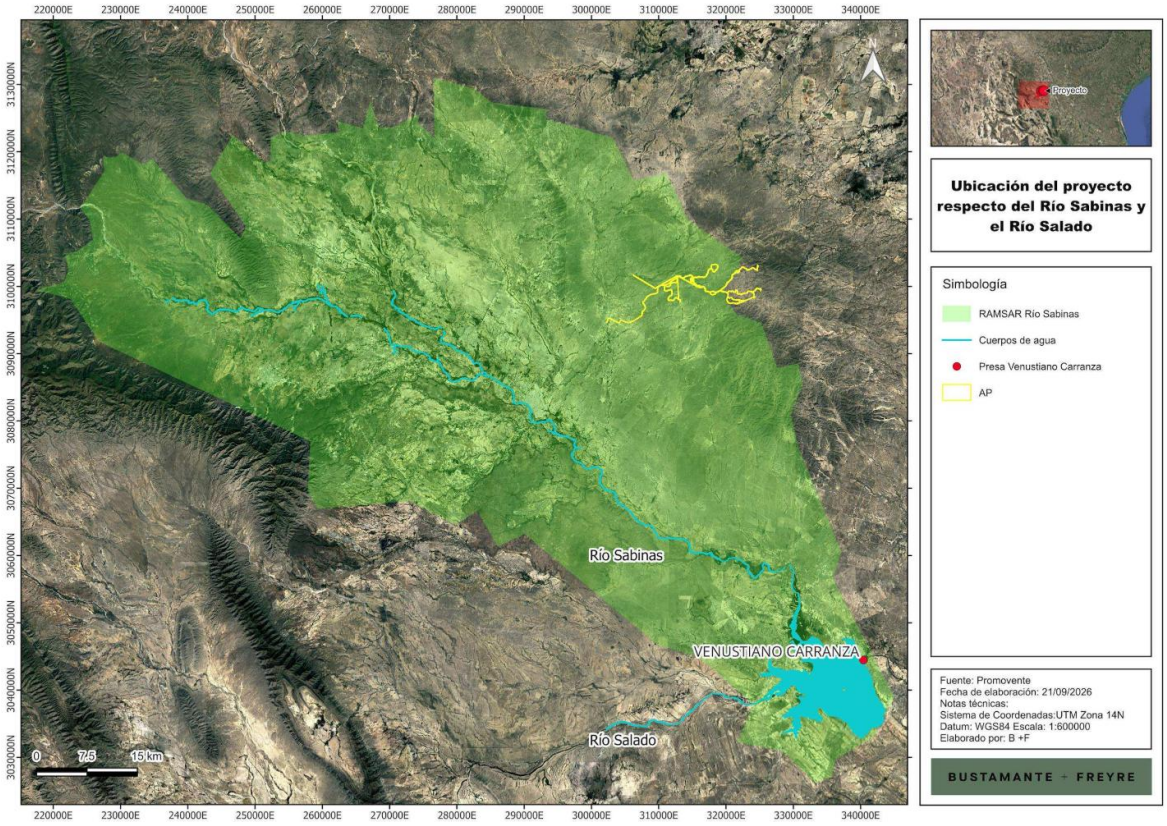
- **Criterio 7 y 8.** El área propuesta sustenta poblaciones de peces autóctonas. Existen por lo menos 10 especies endémicas a la cuenca del Río Salado, presentes también en el Río Sabinas.

La **FIR** de 2008 es una línea base documental de la designación, no una descripción automáticamente vigente del estado ecológico en 2026. Parte de sus inventarios proceden de estudios anteriores a 2008; algunas especies incluidas ya presentaban declives, extirpaciones o estatus de conservación problemáticos al momento de la inscripción. En consecuencia, la evaluación actual no debe limitarse a superficie o cobertura vegetal: debe examinar rareza y representatividad del humedal, especies amenazadas, diversidad biológica, aves acuáticas y, de manera especialmente importante, comunidades y funciones de peces.

Asimismo, es de suma relevancia considerar que la poligonal Ramsar debe entenderse a escala de subcuenca/sistema y no como una franja equivalente al cauce del río. Integra el sistema del Río Sabinas, la subcuenca asociada a la Presa Venustiano Carranza (Don Martín) y componentes de la red tributaria. Esta escala territorial es indispensable para evaluar impactos indirectos e hidrológicos.

En ese sentido, a continuación, se presenta la de manera gráfica la incidencia del **AP**, respecto del Sitio Ramsar y de los Ríos Sabinas y Salado, que son elementos fundamentales de la determinación se este sitio:

Figura II.12 Proyecto respecto del RAMSAR y los ríos Sabinas y Salado.



La figura II.12 además de clarificar la ubicación del **Proyecto** en la parte noreste del sitio Ramsar, también muestra la lejanía de **AP** respecto de los Ríos Sabinas (16.857 km), Salado (57.036 km) y la Presa Venustiano Carranza (60.874 km).

Para el caso concreto de la incidencia del **Proyecto** es este Sitio, el análisis parte del trabajo de muestreo en campo, cuyas especificaciones y resultados, se exponen de forma íntegra en el capítulo III de esta **MIA-R.** Asimismo, la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, así como las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración para el **Proyecto**, se presentan en el capítulo IV de este estudio.

En ese sentido, si bien la designación de **Sitio Ramsar** no implica una restricción en sí misma, como se mencionó anteriormente, tampoco es una etiqueta meramente informativa. Por tal motivo, a

continuación, se presenta la vinculación de los criterios tomados en consideración para la designación del Río Sabinas como **Sitio Ramsar** su designación con las características específicas del polígono del **Proyecto**:

Tabla II.11 Vinculación con los criterios de elección del Sitio Ramsar Río Sabinas.

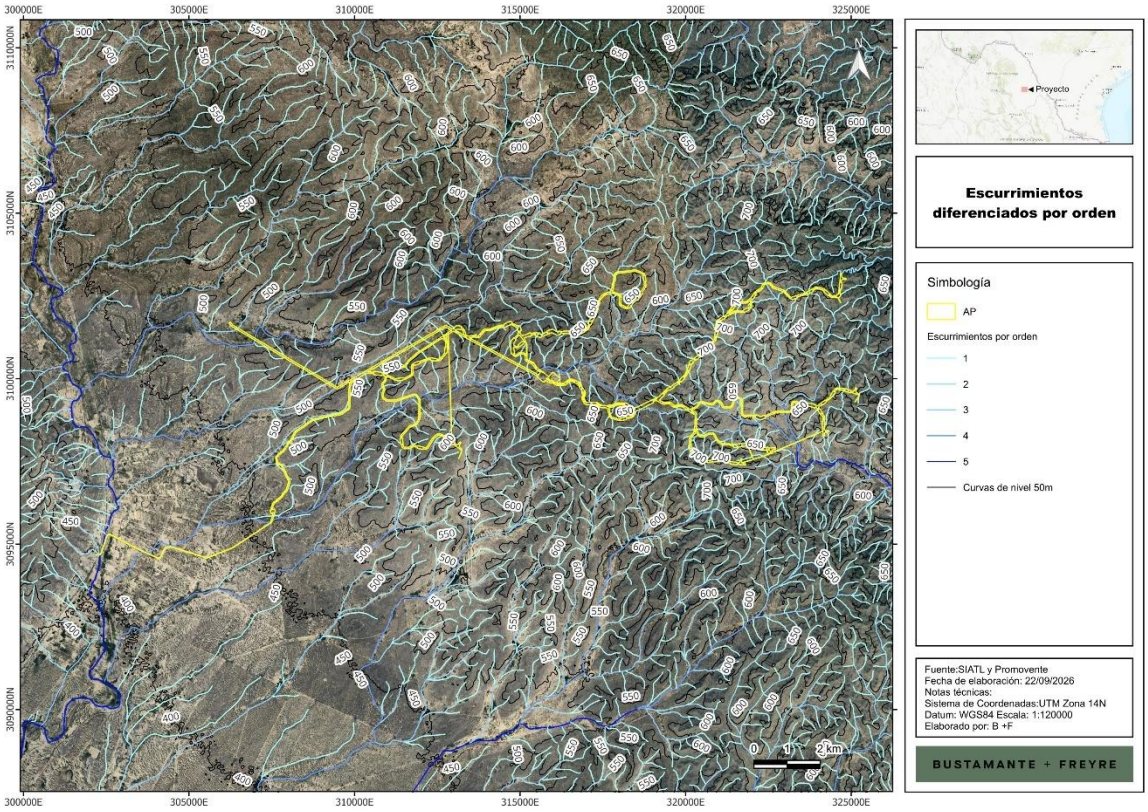
Criterio	Vinculación
Criterio 1. - El Río Sabinas es uno de los pocos ríos con caudal abundante y gran extensión en Coahuila. En sus márgenes se presentan asociaciones de flora y fauna ausentes en otros paisajes del Estado, como los bosques de sabino (Taxodium mucronatum), los cuales son comunidades ecológicas únicas en la Entidad, coincidiendo con los ecosistemas típicos ribereños de la Región neártica del Altiplano mexicano (Instituto Coahuilense de Ecología, 2002).	Si bien el área del Proyecto incide en el sitio Ramsar, de manera particular no tendrá incidencia en Río Sabinas o sus proximidades (Ver figura II.12), inclusive la Región Ecológica (RE) delimita y el Área de Influencia (AI) se encuentran fuera de los cauces de dicho Río. En lo que respecta al tipo de vegetación de bosque de sabino, derivado del trabajo de muestreo en campo realizado para el **Proyecto**, no se identificó la presencia de este tipo de vegetación en la RE, AI o área del **Proyecto**, por lo tanto, el desarrollo de este no afectaría este tipo de ecosistema protegido por la categoría Ramsar. Esta información es verificable en el capítulo III de esta **MIA-R**, específicamente en el apartado III.7. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica.
Criterio 2.- El área representa un hábitat crítico para numerosas especies de flora y fauna, sobre todo para aquellas que se encuentran amenazadas. Entre los mamíferos existen 10 especies catalogadas bajo la categoría de Sujeta a Protección Especial, Amenazada, en Peligro de Extinción y Probablemente Extinta, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2002. Entre las especies sujetas a Protección especial está el murciélago Lasyonycteris noctivagans; entre las amenazadas están la musaraña del desierto (Notiosorex crawfordi crawfordi), el murciélago lengüilargo (Choeronycteris mexicana), el murciélago hocicudo de la nieve (Leptonycteris nivalis), la zorrita del desierto o norteña (Vulpes macrotis zinseri), y el tlalcoyote (Taxidea taxus berlandieri). Entre las especies catalogadas en peligro de extinción se encuentran el castor (Castor canadensis mexicanus), el puerco espín (Erethizon dorsatum couesi) y el oso negro (Ursus americanus eremicus).	Derivado del trabajo de muestreo en campo realizado para el **Proyecto**, se identificaron **5 especies de flora que están bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010** y/o que son endémicas. Todas corresponden a cactáceas, de las cuales 4 especies están como **Pr** (sujetas a protección especial), Ariocarpus retusus, Echinocereus poselgeri, Epithelantha micromeris y Lophophora williamsii y 1 como **A** (amenazada) Coryphantha ramillosa. Ninguna especie tiene el mismo patrón de distribución entre las tres zonas (**AP**, **AI**, **RE**): algunas faltan por completo en alguna de ellas (p. ej. Coryphantha ramillosa sin registro en **AP**; Epithelantha micromeris sin registro en **RE**; Echinocereus poselgeri solo presente en **AI**). En conjunto, el **resultado** del muestreo evidencia que el componente de flora protegida del **Proyecto** está dominado por cactáceas de talla pequeña, con Lophophora williamsii como la especie de mayor relevancia por su abundancia y estatus de protección. Con respecto al endemismo, se observa que 2 especies son endémicas: Ariocarpus retusus (misma que se encuentra en riesgo) y Senegalia greggii. Ahora bien, de acuerdo con los resultados obtenidos para la fauna registrada en las diferentes áreas muestreadas en la temporada de verano de 2026, se identificaron **11 especies incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010**, correspondientes a los grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. De este total, **6 especies se encuentran en la categoría Amenazada (A)** y **5 están catalogadas como Sujetas a Protección Especial (Pr)**.

Criterio	Vinculación
	En términos de abundancia, considerando conjuntamente el **AP**, **AI** y **RE**, se contabilizaron **92 registros de individuos pertenecientes a especies bajo protección**. La mayor cantidad se presentó en la **RE, con 41 individuos**, seguida del **AI, con 34 individuos**, mientras que en el **AP se registraron 17 individuos**. Este patrón muestra que la mayor abundancia de fauna con alguna categoría de riesgo se concentra fuera del área directamente prevista para el desarrollo del **Proyecto**. Entre las especies registradas destaca el colorín sietecolores (Passerina ciris), catalogado como Sujeto a Protección Especial (**Pr**). Esta especie representa por sí sola más de la mitad de los registros correspondientes a especies bajo protección. Asimismo, la lagartija sorda mayor (Cophosaurus texanus), catalogada como Amenazada (**A**), presentó una distribución amplia en las tres áreas analizadas, con **2 individuos en el AP, 3 en el AI y 9 en la RE**. De manera similar, la tortuga del desierto (Gopherus berlandieri), también Amenazada (**A**), registró 3 individuos en cada una de las tres áreas, evidenciando su presencia tanto dentro del área directamente relacionada con el **Proyecto** como en su entorno. Otras especies presentaron abundancias considerablemente menores, como el gecko de bandas (Coleonyx brevis) registró un individuo en el **AP** y dos en la **RE**; la chicotera (Masticophis flagellum) presentó un individuo en el **AP** y dos en la **RE**; mientras que la lagartija cabezona de collar (Crotaphytus collaris) y la cascabel de diamantes (Crotalus atrox) registraron un individuo en cada una de las tres áreas evaluadas. Por su parte, la rana leopardo (Lithobates berlandieri), el ratón de cactus (Peromyscus eremicus) y la aguililla cola blanca (Geranoaetus albicaudatus) no presentaron registros dentro del **AP**, encontrándose exclusivamente en el **AI** y/o la **RE**. Sin embargo, dentro del **AP** se pudo registrar durante los trabajos de campo la presencia del tlalcoyote (Taxidea taxus) para el cual se establecerán acciones de prevención, mitigación y compensación, a través de actividades de ahuyentamiento, en su case rescate, y reubicación, así como acciones de reforestación y restauración para incrementar el hábitat de este tipo de especies dentro de la región. Respecto al endemismo, de acuerdo con la información contenida en la base de datos, **Peromyscus eremicus** corresponde a la especie identificada como endémica dentro del conjunto analizado. Esta especie, además de encontrarse catalogada como Amenazada (**A**), presentó registros únicamente fuera del **AP**, con 2 individuos en el **AI** y 1 en la **RE**. En conjunto, los resultados muestran que, aunque existen especies bajo alguna categoría de protección dentro del **AP**, tanto su riqueza como su abundancia se encuentran representadas también en las áreas circundantes.

Criterio	Vinculación
	En ese sentido, es importante reiterar que el **Proyecto** considera la implementación de un **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, con especial énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**, así como el **Programa anticolisión y electrocución de fauna voladora.**
Criterio 3.- Las especies nativas, endémicas al Río Salado y/o a la cuenca del Río Bravo, que se encuentran en la zona y que indican condiciones poblacionales generalmente excelentes son las siguientes: carpa texana (Notropis amabilis), carpa de Tamaulipas (Notropis braytoni), carpa del Bravo (Notropis jemezanus), carpa del Salado (Notropis saladonis) (Extinto), Notropis rutilus, Notropis ludibundus, Notropis buchanani, carpa diabla (Dionda diaboli), (Extrarius aestivalis) (Extirpado), guayacón amarillo o del oeste (Gambusia speciosa), espada de Múzquiz (Xiphophorus meyeri) y la perca del San Juan (Etheostoma grahami). Dichas especies, adquieren relevancia porque sus poblaciones tienen una importante representatividad en el sitio, ayudando de esta manera a mantener la diversidad biológica del mismo.	El **Proyecto** no tendrá incidencia en cuerpos de agua o escurrimientos perennes, y por lo tanto no tendrá afectación en fauna acuática, como las especies consideradas en este criterio. Lo anterior, ya que el **Proyecto** se localiza en la parte alta de la cuenca incidiendo únicamente en zona de escurrimientos intermitentes, se encuentra alejado de ríos y de escurrimientos principales y de mayor caudal. (Ver Figura II.13)
Criterio 5.- Un caso especial, se presenta en las extremidades del Río Sabinas, es decir, desde su nacimiento hasta su desembocadura en la Presa Venustiano Carranza (Don Martín), abarcando porciones de la zona propuesta, donde localizan dos áreas de importancia para la Conservación de las aves, una de ellas es el Nacimiento del Río Sabinas –Sureste de la Sierra de Santa Rosa (AICA NE-06), considerada como un sitio G-1, debido a que contiene poblaciones de especies consideradas como globalmente amenazadas, en peligro o vulnerables según la lista roja de la UICN, 2007. Las especies antes mencionadas son las siguientes: el chipe mejilla dorada (Dendroica chrysoparia) (en peligro de extinción) y el vireo gorra negra (Vireo atricapillus) (considerada vulnerable). Otra es el AICA NE - 07, que corresponde a la Presa Venustiano Carranza; es una de las áreas más importantes de arribo de aves acuáticas migratorias en su traslado por la ruta del Centro, así como un área de anidación para el pato mexicano (Anas diazi). Este sitio es catalogado como MEX-4-D, el cual presenta números que parecen exceder los estándares	Derivado del trabajo de muestreo en campo, no se obtuvieron registros de individuos de fauna, y en particular de alguna de las especies consideradas en este criterio. El área del **Proyecto** no aplica una posible afectación a las zonas mencionadas en este criterio, ya que el Proyecto se localiza en la parte alta de la cuenca muy alejado del Río y de los escurrimientos principales y de mayor caudal. No obstante, es importante reiterar que el **Proyecto** considera la implementación de un **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, con especial énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**, así como el **Programa anticolisión y electrocución de fauna voladora.**

Criterio	Vinculación
para especies migratorias en sitios cuello de botella, ubicado en la desembocadura del Río Sabinas (Benítez et. al. 1999). Algunas de estas especies son el ganso de frente blanca (Anser albifrons), grulla gris (Grus canadensis) y patos de la tribu anatini. Específicamente, los humedales de la región albergan una de las concentraciones más importantes de las especies antes mencionadas, como la grulla gris, con 15,000 individuos aproximadamente y el ganso de frente blanca, con alrededor de 10,000 (Benítez et. al. 1999). También es importante mencionar que en el Río Sabinas existen poblaciones residentes del águila real (Aquila chrysaetos).	
Criterio 7 y 8.- El área propuesta sustenta poblaciones de peces autóctonas. Existen por lo menos 10 especies endémicas a la cuenca del Río Salado, presentes también en el Río Sabinas, tales como Notropis amabilis, Notropis braytoni, Notropis jemezanus, Notropis saladonis (Extinto), Notropis rutilus, Notropis ludibundus, Notropis buchanani, Dionda diaboli, Extrarius aestivalis (Extirpado), Gambusia speciosa, Xiphophorus meyeri y Etheostoma grahami. De tal manera que parte importante de la población total de dichas especies depende de esta subcuenca, ya sea para su reproducción, alimentación, protección o crecimiento (Instituto Coahuilense de Ecología, 2002).	Si bien el área del Proyecto incide en el sitio Ramsar, de manera particular no tendrá incidencia en Río Sabinas o sus proximidades, inclusive la Región Ecológica (RE) delimita y el Área de Influencia (AI) se encuentran fuera de los cauces de dicho Río. El área del **Proyecto** no aplica una posible afectación a este tipo de especies de peces protegidos por el **Sitio Ramsar**, ya que el proyecto se localiza en la parte alta de la cuenca muy alejado del Río y de los escurrimientos intermitentes principales y de mayor caudal.

Figura II.13 Escurrimientos diferenciados.



Aunado a la vinculación presentada en la Tabla II.11, es importante señalar que dada la incidencia del **Proyecto** (**RE**, **AI** y **AP**) en el **Sito RAMSAR**, el **Promovente** realizó una modificación al diseño original de la huella del **Proyecto.** Este rediseño consistió principalmente en la modificación del tipo de aerogeneradores y la reubicación de la posición de estos para evitar en la medida de lo posible, incidencia en las microcuencas alimentadoras del Rio Sabinas, que es el objeto principal del **Sitio Ramsar**. La selección del sitio del **Proyecto** es el resultado de un proceso iterativo de análisis territorial, ambiental y técnico que buscó, desde etapas tempranas, la configuración más viable para el aprovechamiento del recurso eólico, minimizando la incidencia sobre un **sitio RAMSAR** presente en el entorno del área bajo estudio. Este proceso incorporó ajustes sucesivos al arreglo del parque hasta consolidar el emplazamiento que se somete a evaluación en la presente **MIA-R**.

En una etapa preliminar de definición del **Proyecto**, se evaluó una alternativa de arreglo que contemplaba la instalación de 71 aerogeneradores dentro del área bajo estudio. Del análisis territorial de esta configuración inicial se identificó que 65 de los aerogeneradores previstos incidían dentro de la poligonal del **sitio RAMSAR**; no obstante, la incidencia mayoritaria de posiciones de

aerogeneradores dentro del **sitio RAMSAR** fue considerada como un condicionante ambiental que motivó la búsqueda de alternativas de emplazamiento.

A partir de este diagnóstico, se desarrolló un proceso de reingeniería del arreglo del **Proyecto** con el objetivo específico de disminuir la incidencia sobre el **sitio RAMSAR**, sin comprometer la viabilidad técnica y económica del aprovechamiento del recurso eólico. Este proceso consideró, de manera integrada, la calidad y disponibilidad del recurso eólico; la topografía y geomorfología del terreno; la cercanía y compatibilidad con la infraestructura eléctrica de transmisión existente para la interconexión al Sistema Eléctrico Nacional; la accesibilidad terrestre a través de la red carretera federal; y la disponibilidad de superficie apta bajo esquemas de tenencia compatibles con el desarrollo del **Proyecto**.

Como resultado de este proceso iterativo, la configuración pretendida y sometida a evaluación en el presente instrumento contempla la instalación de 44 aerogeneradores, de los cuales 24 inciden dentro del **sitio RAMSAR**. Lo anterior representa una reducción sustancial tanto en el número total de aerogeneradores previstos originalmente (de 71 a 44, equivalente a una disminución del 38 %) como, de manera más significativa, en el número de aerogeneradores con incidencia dentro del **sitio RAMSAR** (de 65 a 24, equivalente a una disminución del 63 %). Esta reconfiguración permite mantener la viabilidad técnica y comercial del **Proyecto** en términos de capacidad instalada, aprovechamiento del recurso eólico y contribución al cumplimiento de los compromisos nacionales de generación con fuentes renovables, al tiempo que reduce de manera importante el número de aerogeneradores y la superficie de componentes asociados con incidencia dentro del sitio de importancia internacional.

Adicionalmente, la selección del sitio se sustenta en el aprovechamiento óptimo del recurso eólico caracterizado durante más de seis años de mediciones continuas, que constituye uno de los recursos eólicos de mayor calidad y estabilidad identificados en la porción norte del estado de Coahuila de Zaragoza; la proximidad a la línea de transmisión existente Río Escondido – Frontera (RE–FRO) de 400 kV, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, que permite acotar la longitud de la Línea de Transmisión propia del **Proyecto** (aproximadamente 11.2881 km) y, con ello, la afectación asociada a la infraestructura de conexión; la baja densidad poblacional del entorno inmediato, que minimiza los potenciales impactos por ruido, sombras intermitentes y proyección visual sobre asentamientos humanos; y la compatibilidad del uso de suelo predominante (matorral xerófilo y aprovechamiento agropecuario extensivo de baja intensidad) con la implantación de infraestructura de generación eólica.

En conjunto, la configuración del sitio y arreglo del **Proyecto** que se presenta corresponde a la alternativa más viable identificada, en tanto integra un balance favorable entre el aprovechamiento eficiente del recurso eólico, la disponibilidad y compatibilidad de la infraestructura de conexión al Sistema Eléctrico Nacional, la reducción sustancial de la incidencia sobre el **sitio RAMSAR** respecto de la configuración inicialmente evaluada, y la selección de un emplazamiento con condiciones socioambientales favorables para el desarrollo del **Proyecto**. Esta configuración será complementada, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales. En la siguiente Figura se presentan los arreglos considerados antes y después del ajuste del mismo.

Figura II. 11. Primer diseño del Proyecto.

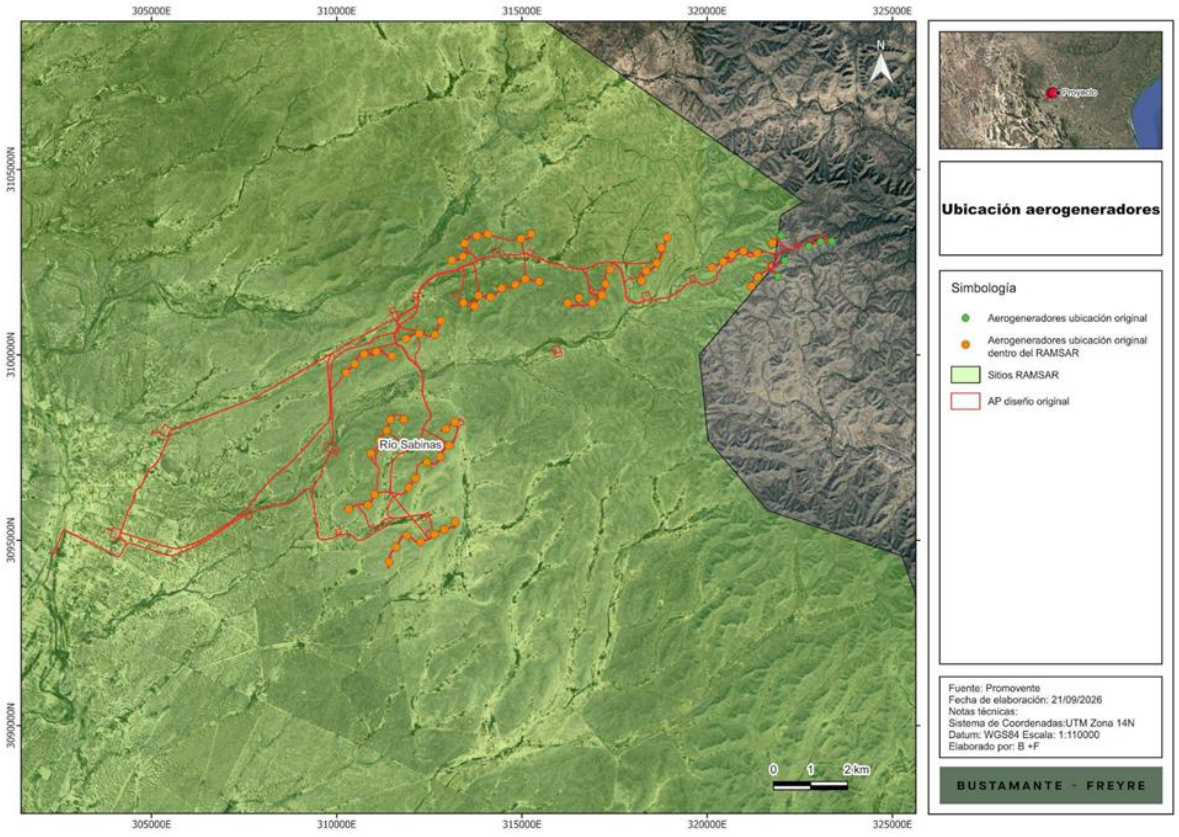
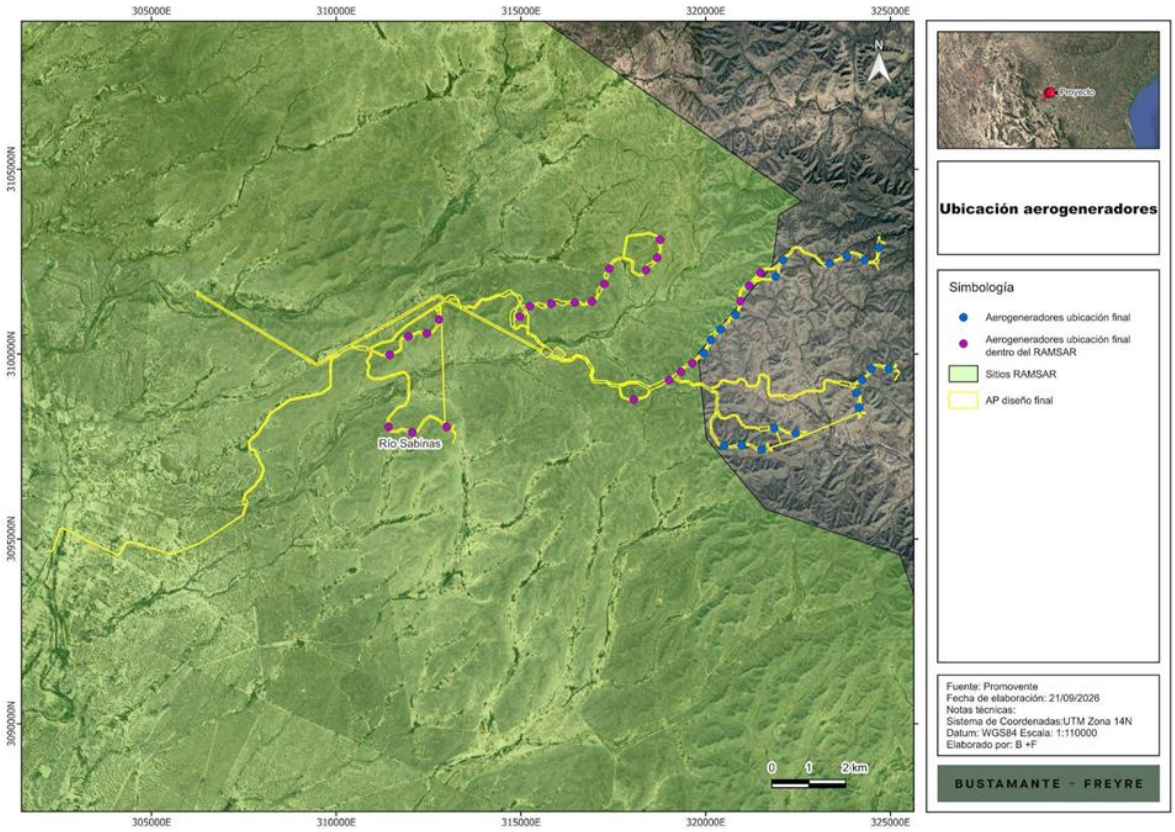
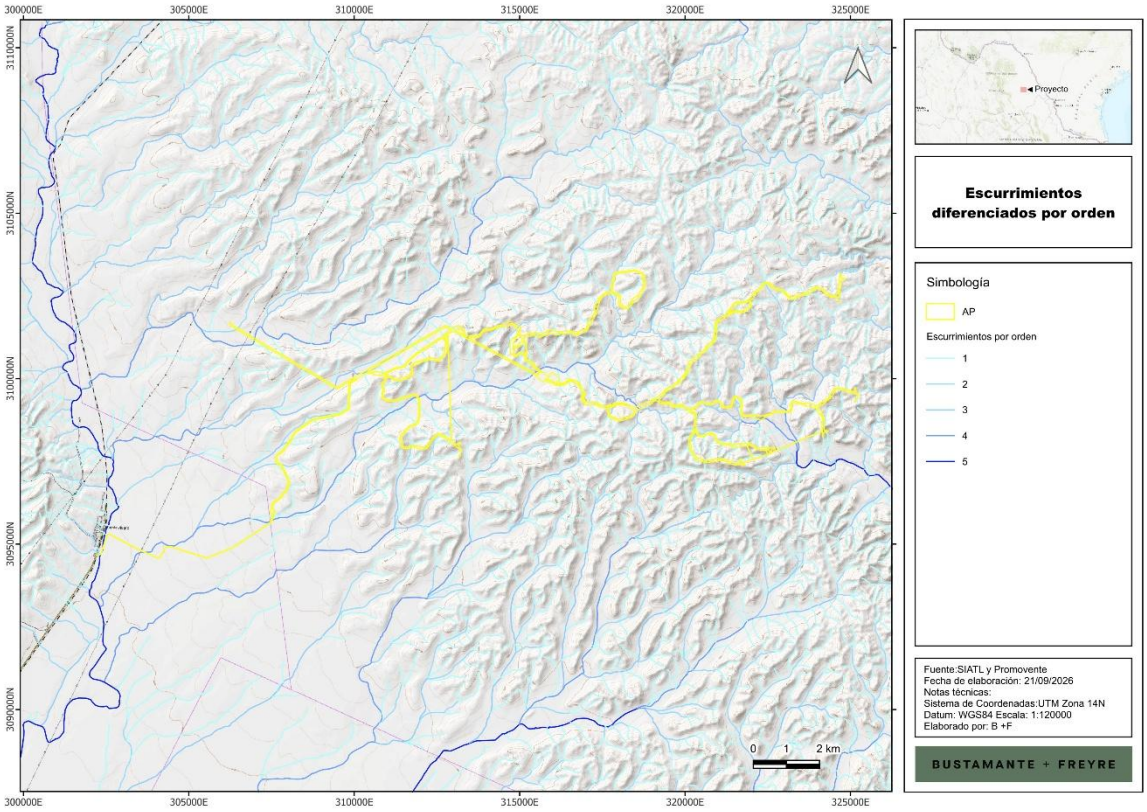


Figura II. 12. Diseño actual del Proyecto.



Derivado del rediseño del **Proyecto**, solo 24 de los 44 aerogeneradores se localizarán dentro del Sitio Ramsar, en la microcuenca que alimenta al Río Sabinas (Ver apartado IV.3.4 y Figura IV.4, del capítulo IV de la **MIA-R**). En ese sentido, la propuesta del **Proyecto** desde su diseño procura la menor incidencia en los escurrimientos intermitentes. Lo anterior se visualiza de manera detallada en la **Figura II.16** a continuación:

Figura II.16. Flujos de microcuencas respecto del Río Sabinas



En todo caso, para mantener la funcionalidad hidrológica de los escurrimientos intermitentes que inciden en el **AP**, se prevé un Programa de Conservación del Componente Hídrico, donde se prevén obras de drenaje, así como acciones de control y arrastre de sedimentos durante la construcción y operación del **Proyecto**.

Asimismo, de acuerdo con las **FIR** del **Sitio Ramsar**, en cuanto a las aves, en el Sitio “Río Sabinas” tiene registro de 248 especies entre residentes y migratorias. En general la diversidad ornitológica se considera buena para un ambiente árido, y sin duda ésta se debe en parte a la diversidad de ambientes en el área, con particular influencia de los cuerpos de agua. En el criterio 5 de **Ramsar** (sección 14), se mencionan algunas de las especies más importantes. Existen especies cuya densidad debe de vigilarse y de ser necesario controlarse ya que estas desplazan a especies raras.

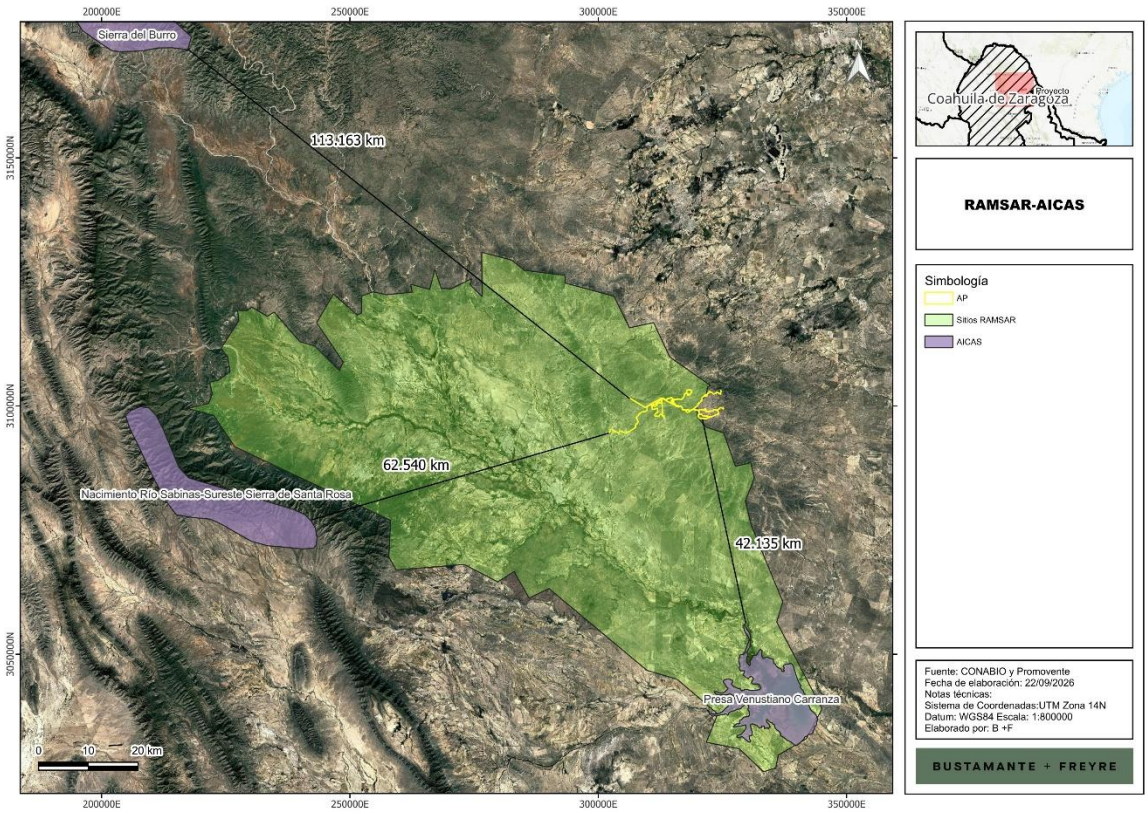
De acuerdo con lo anterior, se tiene una presencia importante de aves en zonas donde se ubican cuerpos de agua. Esto resulta relevante, ya que el área donde se desarrollará el **Proyecto** se localizaron únicamente cuerpos de agua intermitentes de tipo bordo, así como escurrimientos intermitentes. Sin embargo, se debe reiterar que se implementarán tanto el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, con especial énfasis en las especies

listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como el Programa anticolisión y electrocución de fauna voladora.

Aunado a lo anterior, es importante resaltar que, si bien el **Sitio RAMSAR** se determinó como tal dada la abundancia de aves en la zona, tal sitio no constituye en sí mismo un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (**AICA**) dentro de su polígono se encuentra el **AICA** Presa Venustiano Carranza. Asimismo, se localizaron dos **AICAS** (Sierra del Burro y Nacimiento Río Sabinas- Sureste Sierra de Santa Rosa) cercanas al área del **Sitio RAMSAR**.

No obstante, ninguna de ellas incide en el área del **Proyecto,** sino que la más cercana (Presa Venustiano Carranza) se ubica a 42.135 km, seguida de Nacimiento Río Sabinas – Sureste Sierra de Santa Rosa a 62.540 km y Sierra del Burro a 113.163 km. La representación gráfica de la posición del **Proyecto** respecto de las **AICAS** se muestra a continuación:

Figura II.17. Ubicación del Proyecto y el Sitio RAMSAR respecto de las AICAS.



En ese sentido, se puede concluir que si bien el Proyecto incide en el **Sitio Ramsar** Río Sabinas en una superficie de 284.998 has de las 603,123 ha de superficie total, esto representa el aproximadamente el 0.0471%. Esto aunado a que el proyecto se localiza en la parte alta del sitio, en una zona que no es alimentadora del Río Sabinas. Con esto no se pretende minimizar el impacto del **Proyecto**, sino clarificar que su ubicación estratégica considera y respeta los elementos que dieron

origen a la determinación del sitio respecto del río y sus zonas riparias aledañas. Además, en la presente **MIA-R** (Capítulo IV) se proponen medidas de mitigación adecuadas a la zona y al tipo de impactos que se pueden generar por el desarrollo del **Proyecto**.

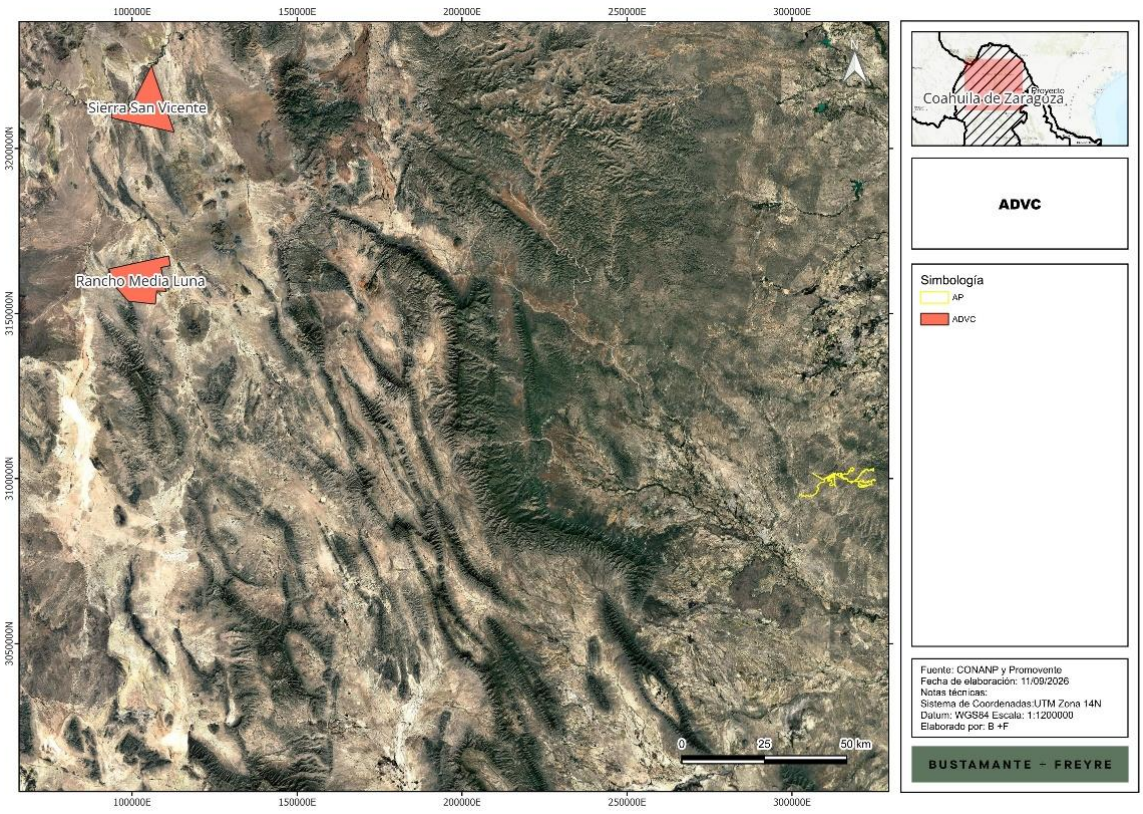
II.4.3. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

Las **ADVC** certificadas son herramientas que ayudan a los propietarios a administrar y a hacer un manejo sustentable de sus tierras, al tiempo que favorecen la conservación de los ecosistemas naturales y mantienen la biodiversidad local. La certificación puede ser utilizada para la obtención de estímulos nacionales o internacionales, como el pago por servicios ambientales.

En este contexto, las **ADVC** juegan un papel fundamental para mantener el flujo de especies, pues al encontrarse en superficies cercanas a las **ANP**, favorecen la conectividad de los ecosistemas naturales y el mantenimiento de los servicios ambientales, que permiten a las comunidades aumentar su capacidad adaptativa para enfrentar el cambio climático.

De una revisión a la base de datos oficial expedida a la fecha, se obtuvo que el área del **Proyecto** no incide con ninguna **ADVC**, como se puede apreciar a continuación.

Figura II. 18. Ubicación del Proyecto respecto de las ADVC.

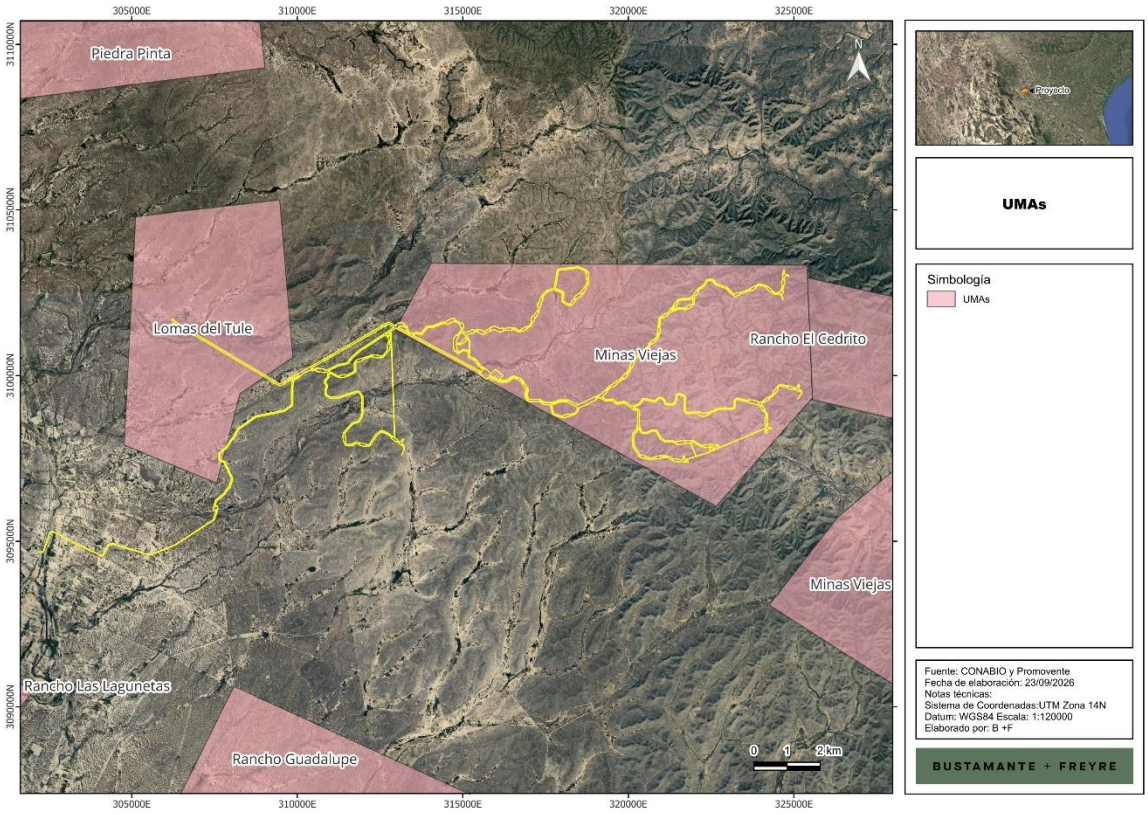


II.4.4. Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).

Las **UMA** se establecen en el artículo 39 de la **LGVS,** como aquellos lugares donde “Los propietarios o legítimos poseedores de los predios o instalaciones en los que se realicen actividades de conservación de Vida Silvestre deberán dar aviso a la Secretaría, la cual procederá a su incorporación al Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. Asimismo, cuando además se realicen actividades de aprovechamiento, deberán solicitar el registro de dichos predios o instalaciones como Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre. Las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre, serán el elemento básico para integrar el Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, **y tendrán como objetivo general la conservación de hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres. Podrán tener objetivos específicos de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y *aprovechamiento sustentable.”***

En el caso concreto, el **Proyecto** incide en las **UMA Minas Viejas** y **Lomas del Tule** y se ubica en tierras contiguas a la **UMA Rancho el Cedrito** tal y como se observa en la siguiente imagen:

Figura II. 19. Ubicación del Proyecto respecto de las ADVC.



En ese sentido, las **UMAs** en las que incide el **Proyecto**, coinciden con los predios arrendados por la **Promovente** denominados El Tule, Balcones y Minas Viejas (Ver Tabla I.1 y Figura I.1 del Capítulo I de esta **MIA-R**) aunado a que en esta **MIA-R** se propone el Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, con énfasis en las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010.**

II.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM)

Con base en la diversidad de acciones que con lleva la instrumentación de un **Proyecto** de la naturaleza y alcances como el aquí propuesto, se hace necesario su análisis a partir de la normatividad aplicable con respecto de las **NOM**. Este se presenta a continuación:

II.5.1. NOM en materia de Aire.

Se identificó como normativa aplicable al **Proyecto** en el aspecto de aire las **NOM** contenidas en la tabla siguiente:

Tabla II.12. NOM en materia de aire aplicables al Proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
NOM-041-SEMARNAT-2015, “Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes	Para estar en cumplimiento con estas NOM se implementará un programa de mantenimiento de

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.”	maquinaria y equipos del **Proyecto** y se pedirá a los transportistas contar con un programa de mantenimiento preventivo y las verificaciones vehiculares correspondientes que amparen que los vehículos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos. Asimismo, se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. El uso de los vehículos que podrían usar los combustibles contemplados en las NOM, serán tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción, como en la etapa de desmantelamiento, de manera que se pedirá a los contratistas y/o transportistas cumplir con los mantenimientos preventivos y las verificaciones vehiculares correspondientes que amparen que el uso de los vehículos se encuentra dentro de los límites máximos permitidos.
NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos 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 provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	
NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	
NOM-045-SEMARNAT-2017 “Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.”	
NOM-050-SEMARNAT-2017 “Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.”	
NOM-076-SEMARNAT-2012, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	
NOM-077-SEMARNAT-1995, “Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del	

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.”	

II.5.2. NOM en materia de Ruido.

Se identificó como normativa aplicable al **Proyecto** en el aspecto de ruido las NOM contenidas en la tabla siguiente.

Tabla II. 13. NOM en materia de ruido

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
NOM-080-SEMARNAT-1994, “Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.”	Se solicitará a los transportistas la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, con la finalidad que los vehículos utilizados, cumplan los máximos permisibles en materia de ruido. En este tenor, el **Proyecto** durante sus diversas etapas, cumplirá cabalmente con el límite de ruido establecido, asimismo, realizará los monitoreos que se requieran para verificar el cumplimiento de dichos límites.
NOM-081-SEMARNAT-1994, “Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición”.	

II.5.3. NOM en materia de Residuos.

Para este rubro, se identificaron las siguientes **NOM**:

Tabla II.14. NOM en materia de residuos

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
NOM-053-SEMARNAT-1993, “Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.”	Durante el desarrollo del **Proyecto** se cumplirá cabalmente la Norma al implementar el Programa de Manejo Integral de Residuos, que incluye que al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.
NOM-054-SEMARNAT-1993, “Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.”	

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
NOM-052-SEMARNAT-2005, "Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos**."**	Se cumplirá cabalmente con la norma, al realizar el proceso de identificación, clasificación y el listado de los residuos generados con el desarrollo del **Proyecto**.
NOM-161-SEMARNAT-2011, "Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos al plan de manejo; el listado de los mismos; el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo."	Durante las diversas etapas del **Proyecto**, se cumplirá cabalmente la Norma al identificar los residuos de manejo especial y posteriormente los canalizará con empresas autorizadas por el municipio o gobierno del estado de para garantizar un manejo ambientalmente adecuado y responsable de los mismos.

II.5.4. NOM en materia de Flora y Fauna silvestre.

Se identificó como normativa aplicable al **Proyecto** tratándose de flora y fauna silvestre las **NOM** contenidas en la tabla siguiente:

Tabla II.15. NOM en materia de flora y fauna

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
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."	La **Promovente** implementará un Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con especial énfasis en dichas especies, con la finalidad de ubicarlas en sitios que favorezcan su desarrollo y supervivencia.

II.5.5. NOM en materia de Aguas Residuales.

Tabla II.16. NOM en materia de aguas residuales

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
NOM-001-SEMARNAT-2021, "Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación".	El **Proyecto**, no prevé la descarga de aguas residuales a bienes de agua y/o el alcantarillado municipal, todos los residuos sanitarios y/o aguas residuales generadas por el **Proyecto** serán dispuestos ante terceros autorizados por las autoridades competentes para su manejo y disposición final.
NOM-002-SEMARNAT-1996, "Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal".	

II.5.6. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Tabla II. 17. NOM en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	El **Proyecto** incorporará un sistema de seguridad contra incendios diseñado conforme a las mejores prácticas internacionales (NFPA 855, UL 9540A y normativa nacional aplicable).
NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	La promovente cumplirá con dicha norma al dar una capacitación completa a todos sus trabajadores para los diversos centros de trabajo.
NOM-018-STPS-2015, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	La **promovente** y sus trabajadores darán cumplimiento a esta norma en sus operaciones en sus equipos y procesos.
NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.	
NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	
NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	La promovente y sus trabajadores darán cumplimiento a esta norma en todas las fases del **Proyecto**.

Con base en lo anteriormente expuesto, es claro que el **Proyecto** se encuentra alineado con las disposiciones aplicables.

II.6. Región y/o Comunidades Indígenas.

II.6.1. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.

La Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo el 7 junio 1989, adopta, el Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes **(Convenio 169)**. Posteriormente el 24 de enero de 1991, México ratificó y promulgó ese Convenio.

El Convenio 169, es un instrumento jurídico internacional vinculante que trata específicamente los derechos de los pueblos indígenas y tribales. El mismo, no define quiénes son los pueblos indígenas o tribales, sino que adopta un enfoque práctico proporcionando solamente criterios para describir los pueblos que pretende proteger.

Es así, que el Convenio 169 establece que el término "pueblos indígenas" utiliza un sentido genérico para referirse a un grupo social y cultural distinto que posee las siguientes características en diversos grados:

- La autodeterminación como miembros de un grupo de cultura indígena y el reconocimiento de su identidad por otros;

- Apego colectivo geográficamente a distintos hábitats o territorios ancestrales en la zona del proyecto y a los recursos naturales de estos hábitats y territorios;

- Instituciones culturales, económicas, sociales o políticas consuetudinarias que son independientes de los de la sociedad en general o la cultura; o

- Una lengua o dialecto distinto, a menudo diferente del idioma o idiomas oficiales del país o región en el que residen.

En ese sentido, existe un elemento poblacional perteneciente a un pueblo indígena, un territorio sobre el que se asienta, un determinado modo de organización o estructuración social en el que se identifican autoridades y un orden normativo de carácter consuetudinario. Asimismo, el Convenio 169 establece como obligación a los Estados firmantes garantizar la participación de los pueblos indígenas y el respeto a sus derechos, tal y como lo señala el Artículo 2° del Convenio, mismo que se transcribe para mayor referencia:

“Artículo 2

[…]

1. **Los gobiernos deberán asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad.**

2. Esta acción deberá incluir medidas:

a) Que aseguren a los miembros de dichos pueblos gozar, en pie de igualdad, de los derechos y oportunidades que la legislación nacional otorga a los demás miembros de la población;

b) Que promuevan la plena efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de esos pueblos, respetando su identidad social y cultural, sus costumbres y tradiciones, y sus instituciones;

c) Que ayuden a los miembros de los pueblos interesados a eliminar las diferencias socioeconómicas que puedan existir entre los miembros indígenas y los demás miembros de la comunidad nacional, de u*na manera compatible con sus aspiraciones y formas de vida.”*

Otro referente, es la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos **(CIDH)**, en la que se han establecido requisitos fundamentales para estimar que se trata de un sujeto de derecho a que se refiere el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo, que son los siguientes:

1. Que exista un órgano de gobierno tradicional en donde se resuelvan las decisiones de especial trascendencia para el pueblo, organizado de acuerdo a sus prácticas milenarias.

2. La estrecha relación que hay entre grupo o pueblo indígena, de forma tal que esa vinculación ha permitido la generación del bien inmaterial llamado cultura dentro del cual se desarrolla la cosmovisión que tienen dichos grupos y que les define su identidad.

En palabras de la propia **CIDH**:

> *“212.* En relación con lo anterior, la Corte ha reconocido que ***“al desconocerse el derecho ancestral de las comunidades indígenas sobre sus territorios, se podría[n] estar afectando otros derechos básicos, como el derecho a la identidad cultural y la supervivencia misma de las comunidades indígenas y sus miembros”.*** Puesto que el goce y ejercicio efectivos del *derecho a la propiedad comunal sobre “la tierra garantiza que los miembros de las comunid*ades *indígenas conserven su patrimonio”, los Estados deben respetar esa especial relación para* garantizar su supervivencia social, cultural y económica. **Asimismo, se ha reconocido la estrecha vinculación del territorio con las tradiciones, costumbres, lenguas, artes, rituales, conocimientos y otros aspectos de la identidad de los pueblos indígenas, señalando que *“en función de su entorno, su integración con la naturaleza y su historia, los miembros de* las comunidades indígenas transmiten de generación en generación este patrimonio cultural inmaterial,** que es recreado constantemente por los miembros de las comunidades y *grupos indígenas”.*

Dichos elementos refieren al uso y la práctica de métodos propios para la elección de autoridades, la búsqueda de consensos de beneficio común y un sistema propio de impartición de justicia, en resumen, la presencia de un sistema de usos y costumbres.

Por otra parte, en el ámbito nacional, la **CPEUM** define a la nación mexicana como multicultural en función de la existencia de pueblos indígenas, a quienes se les reconoce como sujetos de derechos específicos.

El gobierno mexicano además del reconocimiento de estos derechos específicos ha implementado instrumentos para garantizar la participación y el desarrollo de los pueblos indígenas, entre los cuales destaca la consulta a los pueblos indígenas.

El artículo 2º de la **CPEUM**, señala que:

> *“Un pueblo indígena es aquel que desciende de poblaciones que habitaban en el territorio actual* del país al iniciar la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, *culturales y políticas o parte de ellas”.*

Asimismo, el mismo artículo constitucional señala que la comunidad indígena se caracteriza de la siguiente forma:

> “Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquéllas que formen una unidad social, económica y cultural, asentada en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo *a sus usos y costumbres”.*

Del análisis de dichos preceptos constitucionales, se advierte que los elementos que caracterizan a los pueblos indígenas, son los siguientes:

- Forman una unidad social, económica y cultural,
- Están asentadas en un territorio específico, y

- Reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.

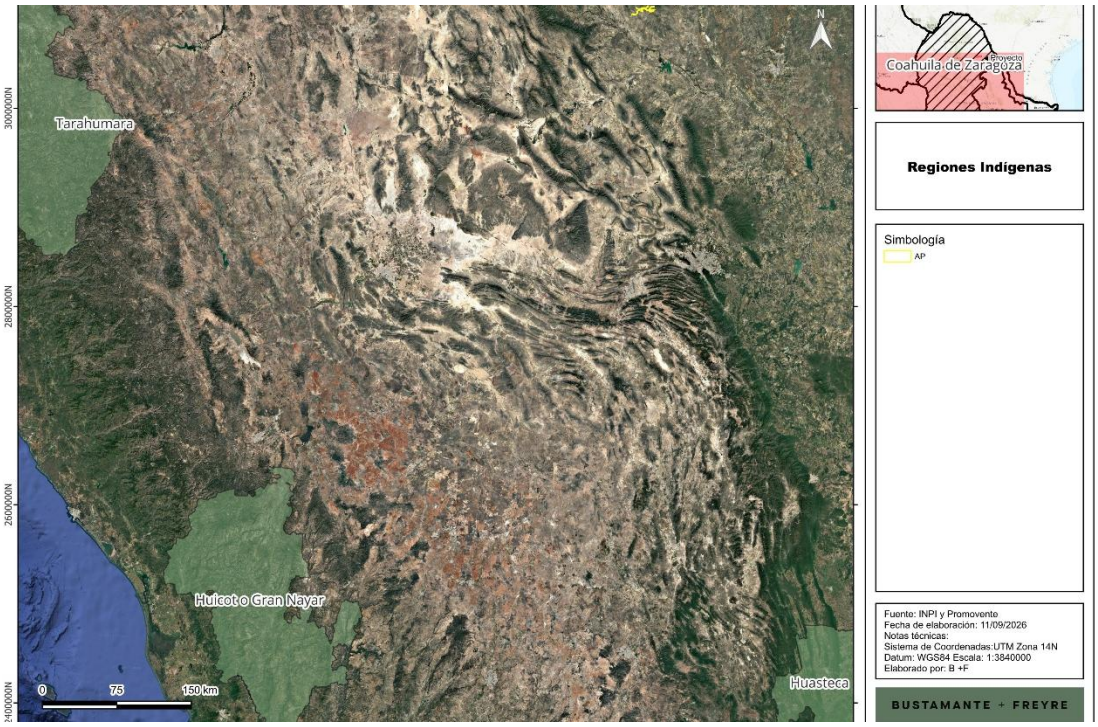
En ese orden de ideas, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática **(INEGI)** y la Comisión Nacional para el desarrollo de los Pueblos Indígenas **(CDI)**, elaboraron el Catálogo de Localidades Indígenas, mediante el cual se identifica y cuantifica la población indígena en el país considerando como factor determinante la lengua o dialecto.

Las localidades indígenas se encuentran clasificadas de acuerdo a criterios de concentración de población indígena en cada una de ellas, agrupándose de la siguiente manera:

- Localidades con población indígena mayor o igual a 40% de su población total,
- Localidades con población indígena menor a 40% y más de 150 indígenas,
- Localidades con menos de 150 indígenas de la población total.

En este sentido, del análisis del mapa de Atlas de los Pueblos Indígenas de la **CDI**, se aprecia que en la zona donde se desarrolla el **Proyecto, no** existen asentamientos humanos que, por sus características lingüísticas o culturales conformen una región indígena. Tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura II.20. Mapa de regiones indígenas de la CDI.



Asimismo, es importante señalar que, con el objeto de reafirmar el compromiso de la **Promovente** de estar en cumplimiento con el marco legal vigente, lleva a cabo ante la Secretaría de Energía (**SENER**) la actualización de la Evaluación de Impacto Social mediante la cual se realiza un análisis respecto de todas las interacciones del **Proyecto** con las comunidades cercanas a este.

II.7. Conclusiones

Del análisis desarrollado en el presente capítulo se concluye que el “**Parque Eólico La Noria”** es jurídicamente viable y congruente con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y de planeación, lo anterior, de la mano con la regulación sobre el uso del suelo en los ámbitos federal, estatal y municipal.

En el presente apartado fueron analizados aquellos instrumentos regulatorios y de la política ambiental que aseguran un desarrollo sustentable en el país, la entidad y el municipio.

Así, mediante la implementación de lineamientos ambientales, controles y restricciones que estos prevén en la realización de las actividades, se establecen las normas y criterios de observancia general y obligatoria para todos los particulares, así como para las dependencias y entidades de la Administración Pública.

En este sentido, fueron analizados y vinculados, los instrumentos que en materia ambiental son aplicables al **Proyecto**, tales como Leyes Federales, los Reglamentos de éstas, los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, las **NOM** y finalmente los Planes y Programas de Desarrollo locales. De manera particular, debe de resaltarse que en el área del **Proyecto** no se ubica en **ANP** de ninguno de los tres órdenes de gobierno y tampoco incide sobre algún **ADVC**.

Asimismo, se destaca que el **Proyecto** no incide en localidades con población indígena conforme al catálogo del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.

Por otra parte, como se ha señalado, el **Proyecto** dará cumplimiento a las **NOM** aplicables en materia de aire, ruido, residuos, flora y fauna, aguas residuales, así como seguridad e higiene en el trabajo.

La congruencia anterior se sustenta, de manera transversal, en el paquete de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración articuladas en siete programas ambientales —Mantenimiento de Maquinaria, Vehículos y Equipos; Conservación de Suelos; Manejo Integral de Residuos; Rescate y Reubicación de Flora; Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna; Restauración y Reforestación, así como acciones de revegetación natural; el monitoreo y protección de fauna voladora; Protección del componente hídrico; y Capacitación y Educación Ambiental— cuya implementación y eficacia serán verificadas mediante el Programa de Vigilancia Ambiental durante todas las etapas del **Proyecto.**

Por lo anteriormente expuesto, se concluye que el **Proyecto** no contraviene disposición jurídica alguna en materia ambiental ni de uso del suelo; que su desarrollo es compatible con la política de aprovechamiento sustentable asignada al territorio en el que se insertará; y que, con la implementación de las medidas y programas propuestos, los impactos ambientales que se generen serán prevenidos, mitigados y compensados, contribuyendo el **Proyecto**, adicionalmente, a la confiabilidad, eficiencia y estabilidad del Sistema Eléctrico Nacional y a la transición hacia tecnologías limpias. En consecuencia, se somete la presente **MIA-R** a la evaluación de esa H. Secretaría, solicitando respetuosamente que se otorgue la autorización en materia de impacto ambiental del **Proyecto** en los términos planteados.

Por último, se informa que se integra como **Anexo Uno** del presente capítulo la vinculación detallada con otros instrumentos jurídicos aplicables al **Proyecto** de acuerdo con lo indicado en la Guía para la Presentación y Entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental emitida por la **SEMARNAT** con motivo del “Acuerdo por el que se dan a conocer las medidas de simplificación administrativa aplicadas, se expiden y modifican los formatos de los trámites a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental” publicado en el Diario Oficial de la Federación el 01 de abril de 2026.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO

“PARQUE EÓLICO LA NORIA”

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Índice

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 5
III.1 Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas 5
III.1.1 Criterios para delimitación de la RE y su justificación 5
III.1.2 Superficie de la Región Ecológica 8
III.2 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación en la RE 9
III.3 Especies potenciales de flora y fauna 16
III.3.1 Especies potenciales de flora 18
III.3.2 Especies potenciales de fauna 21
III.4 Resumen y metodología de los muestreos 23
III.5 Especies identificadas en campo endémicas o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 28
III.5.1 Flora 28
III.5.2 Fauna 30
III.6 Índices de diversidad biológica 34
III.6.1 Flora 35
III.6.2 Fauna 67
III.7 Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica 72
III.8 Diagnóstico 89
III.9 Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas 90
III.10 Reporte general de incidencias del Proyecto y su AI 91
III.11 Anexos 96

Índice de figuras

Figura III.1. Región ecológica delimitada para el Proyecto. 7
Figura III.2. Área de influencia. 8
Figura III.3. Superficie panorámica de matorral desértico micrófilo en el AP y AI. 10
Figura III.4. Superficie panorámica de matorral desértico micrófilo en el AP y AI. 11
Figura III.5. Condiciones de la vegetación de matorral desértico rosetófilo en el AP. 12
Figura III.6. Condiciones de la vegetación de matorral desértico rosetófilo vista desde el AP hacia el AI y RE. 12
Figura III.7. Superficie panorámica de Matorral Espinoso Tamaulipeco en la RE. 14
Figura III.8. Ubicación de registros de flora listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 29
Figura III.9. Ubicación de registros de aves listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 32

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.10. Ubicación de registros de anfibios, mamíferos y reptiles listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 33

Figura III.11. Uso de suelo y vegetación presente en la RE, AI y AP, de acuerdo con el INEGI. 83

Figura III.12. Uso de suelo y vegetación de campo en la RE, AI y AP. 86

Figura III.13. Uso de suelo y vegetación de campo en el AI. 87

Figura III.14. Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del AP. 88

Índice de tablas

Tabla III.1. Superficies de la RE, AI y AP. 8

Tabla III.2. Listado de especies potenciales de flora (*Ambiente: T: terrestre, D: dulceacuícola, S: salobre; **Categoría de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): LC: preocupación menor). 19

Tabla III.3. Listado de especies potenciales de fauna (*Ambiente: T: terrestre, D: dulceacuícola, S: salobre;**Categoría de residencia: R: residente, MI: migratoria de invierno, MV: migratoria de verano, T: transitoria; ***Categoría de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): LC: preocupación menor). 22

Tabla III.4. Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE). 24

Tabla III.5. Lista de especies de flora bajo protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas. 29

Tabla III.6. Lista de especies de fauna bajo protección y endémicas. 31

Tabla III.7. Especies de fauna bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en los monitoreos estacionales 2018-2019. 34

Tabla III.8. Índices de diversidad de flora. 36

Tabla III.9. Índice de valor de importancia estrato arbóreo de MDR en la AP. 39

Tabla III.10. Índice de valor de importancia estrato arbustivo de MDR en el AP. 40

Tabla III.11. Índice de valor de importancia grupo de cactáceas de MDR en el AP. 41

Tabla III.12. Índice de valor de importancia estrato herbáceo de MDR. 42

Tabla III.13. Índice de valor de importancia estrato arbóreo de MDR en el AI. 43

Tabla III.14. Índice de valor de importancia estrato arbustivo de MDR en el AI. 43

Tabla III.15. Índice de valor de importancia para cactáceas de MDR en el AI. 45

Tabla III.16. Índice de valor de importancia herbáceo de MDR en el AI. 46

Tabla III.17. Índice de valor de importancia arbóreo de MDR en la RE. 47

Tabla III.18. Índice de valor de importancia arbustivo de MDR en la RE. 49

Tabla III.19. Índice de valor de importancia de cactáceas de MDR en la RE. 50

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.20. Índice de valor de importancia herbáceo de MDR en la RE. 51
Tabla III.21. Índice de valor de importancia arbóreo de MDM en el AP. 52
Tabla III.22. Índice de valor de importancia arbustivo de MDM en el AP. 53
Tabla III.23. Índice de valor de importancia de cactáceas de MDM en el AP. 54
Tabla III.24. Índice de valor de importancia herbáceo de MDM en el AP. 55
Tabla III.25. Índice de valor de importancia arbóreo de MDM en el AI. 55
Tabla III.26. Índice de valor de importancia arbustivo de MDM en el AI. 56
Tabla III.27. Índice de valor de importancia cactáceas de MDM en el AI. 58
Tabla III.28. Índice de valor de importancia herbáceo de MDM en el AI. 59
Tabla III.29. Índice de valor de importancia arbóreo de MDM en la RE. 59
Tabla III.30. Índice de valor de importancia arbustivo de MDM en la RE. 60
Tabla III.31. Índice de valor de importancia cactáceas de MDM en la RE. 61
Tabla III.32. Índice de valor de importancia herbáceo de MDM en la RE. 62
Tabla III.33. Índice de valor de importancia arbóreo de MET en la RE. 63
Tabla III.34. Índice de valor de importancia arbustivo de MET en la RE. 64
Tabla III.35. Índice de valor de importancia cactáceas de MET en la RE. 65
Tabla III.36. Índice de valor de importancia herbáceo de MET en la RE. 66
Tabla III.37. Índices de diversidad de fauna. 68
Tabla III.38. Índices de diversidad de fauna 2018-2019. 69
Tabla III.39. Índices de diversidad de fauna por periodo de monitoreo. 71
Tabla III.40. Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto. 72
Tabla III.41. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI. 81
Tabla III.42. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo. 84
Tabla III.43. Superficies con vegetación forestal en la RE, AI y AP determinado en campo. 84
Tabla III.44. Incidencia del Proyecto en usos de suelo y vegetación determinado en campo. 91
Tabla III.45. Incidencia del AP en áreas de importancia ambiental. 92
Tabla III.46. Incidencia del AI en áreas de importancia ambiental. 92
Tabla III.47. Incidencia del AP en escurrimientos y cuerpos de agua. 93

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

El presente Capítulo se desarrolla conforme a la **Guía para la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental1**, y considerando lo dispuesto por el artículo 13, fracción IV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**REIA**); el cual establece lo siguiente:

> *"Artículo 13.*- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:
>
> *(…)*
>
> IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del *desarrollo y deterioro de la región;"*

Por lo tanto, se establece que, el presente capítulo es equivalente al solicitado en la fracción IV del **REIA**, así mismo, es necesario establecer que, la unidad de análisis denominada "**Región Ecológica (RE)**" a la cual se hace referencia en el presente documento es equivalente al **sistema ambiental regional** señalado por el **REIA**.

III.1 Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas

III.1.1 Criterios para delimitación de la RE y su justificación

La delimitación de la **RE** se generó mediante la combinación de diferentes criterios, tomando las microcuencas como unidad ambiental base. Lo anterior, debido a que, las microcuencas son unidades hidrográficas de dimensiones menores a las de una subcuenca, delimitadas por las partes más altas (parteaguas líneas divisorias de aguas) cuyas aguas superficiales drenan hacia una vertiente principal. Por su naturaleza, las microcuencas comprenden un ámbito geográfico, hidrográfico, económico, social y ambiental, en el que ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente). De esta manera, una acción ligada al uso y manejo de la tierra que se realice en la microcuenca normalmente presenta un impacto medible a corto o mediano plazo, ya sea positivo o negativo, sobre la recuperación o deterioro del suelo, el balance de

1 Guía derivada del ACUERDO por el que se dan a conocer las medidas de simplificación administrativa aplicadas, se expiden y modifican los formatos de los trámites a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 01 de abril de 2026.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

biomasa y la cobertura vegetal, la cantidad y calidad del agua, la fauna, entre otras variables importantes para la sostenibilidad (FAO, s/a).

Sin embargo, dada la extensión de estas microcuencas se incorporaron otros rasgos físicos para acotar la delimitación de la **RE**, siendo estos los principales componentes con los cuales interactúa la huella del Proyecto, específicamente, escurrimientos y uso de suelo y vegetación.

De esta manera, para la delimitación de la **RE** se consideró la siguiente información vectorial tomada de fuentes oficiales:

- Microcuencas del Programa Nacional de Microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido de 2007 (FIRCO).
- Red hidrográfica escala 1:50,000 del Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrográficas.
- Cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI.
- Imagen satelital de Google Earth con fecha de marzo de 2025.

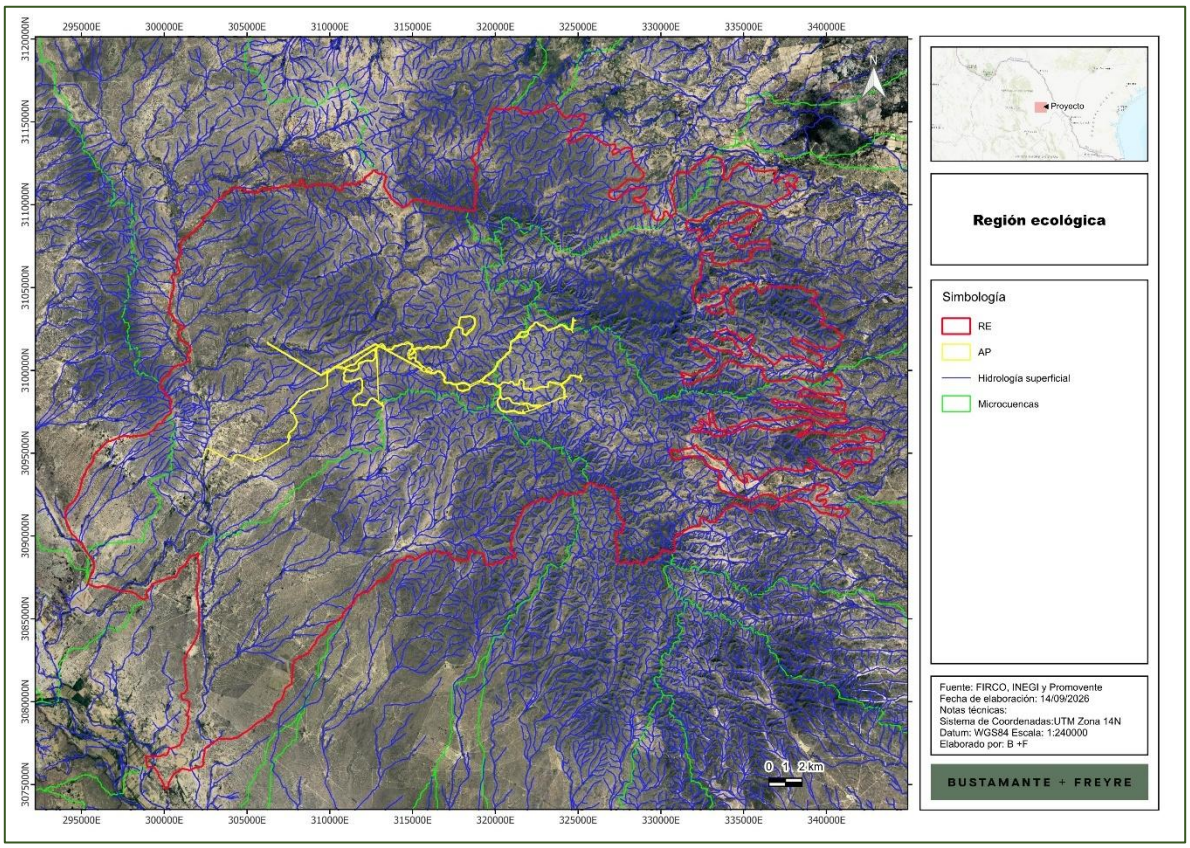
De acuerdo con la información anterior, la **RE** quedó delimitada mediante los siguientes criterios:

- Al norte: el límite de la **RE** coincide con el límite de las microcuencas La Luz y Puente Negro.
- Al este: comprende el límite del tipo de vegetación de matorral desértico rosetófilo, delimitado conforme a la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, el cual es uno de los tipos de vegetación dominantes en el área del Proyecto y su AI.
- Al sur: el límite de la **RE** coincide con el límite de las microcuencas 24-098-02-011, 24-095-02-003 y Puente Negro.
- Al oeste: se continuó el límite por 2 escurrimientos pertenecientes a las microcuencas 24-095-02-001 y Puente Negro.

En la siguiente figura se muestra la **RE** delimitada para el Proyecto, mientras que, en el **Anexo III.1,** se presenta el plano georreferenciado en UTM, Datum WGS84, en formato PDF y archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

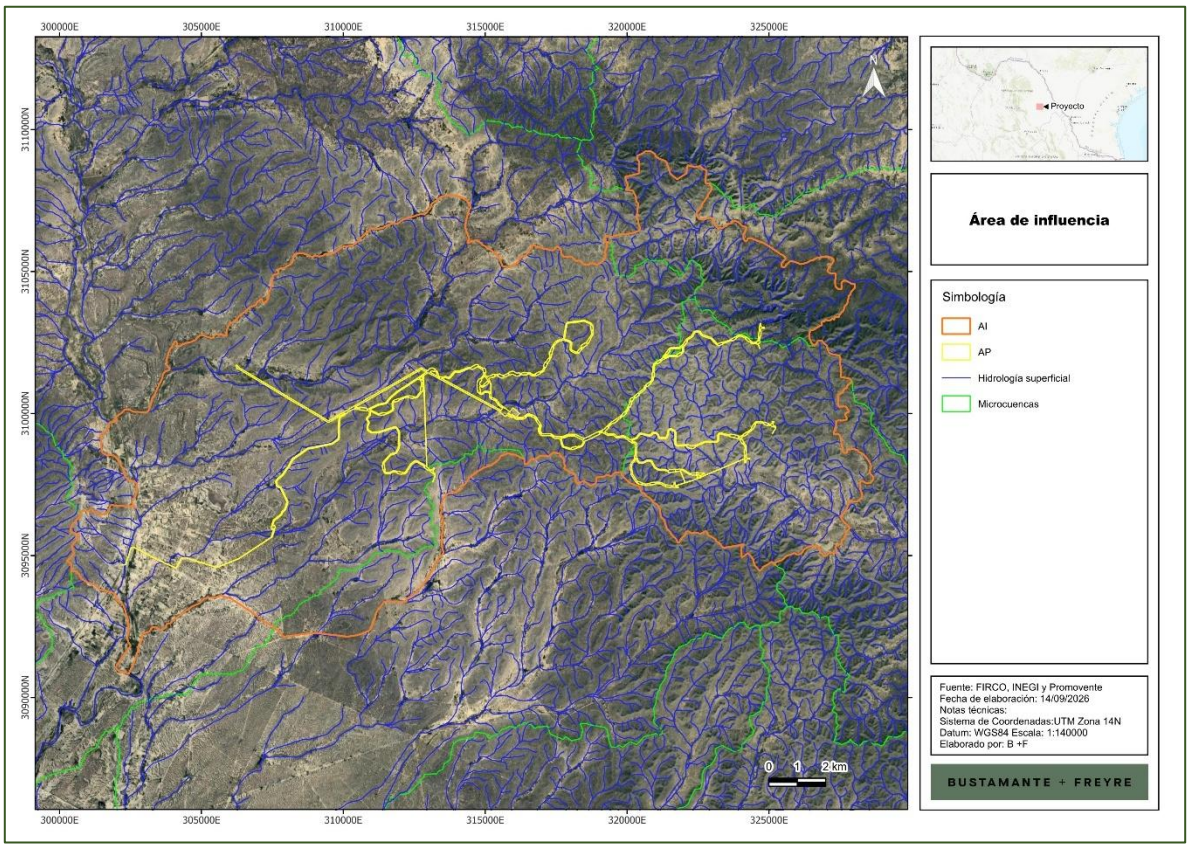
Figura III.1. Región **E**cológica delimitada para el Proyecto.



Así mismo, en la siguiente figura se muestra el área de influencia, en tanto que su justificación de delimitación se presenta en el Capítulo IV.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.2. Área de influencia.



III.1.2 Superficie de la Región Ecológica

La **RE** delimitada presenta una superficie de 94,399.4877 ha, como se muestra en la siguiente tabla en donde se resumen las superficies de las áreas caracterizadas en este capítulo.

Tabla III.1. Superficies de la RE, AI y AP.

Tipo	Superficies (ha)
RE	94,399.4877
AI	27,271.6647
AP	397.6458

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.2 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación en la RE

En seguida se presentan las características de cada uso de suelo y vegetación identificado en la RE, AI y AP, con base en la revisión de la Guía para la interpretación de la Cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, así mismo, se incluyen notas de las observaciones realizadas durante los trabajos de campo para aquellos USV que fue posible verificar.

1. Agricultura de temporal anual

Son áreas de producción de cultivos, obtenidos para su utilización por el ser humano ya sea como alimentos, forrajes, ornamental o industrial.

De acuerdo con el suministro de agua a los cultivos, estos son de tres tipos:

- Temporal: cuando el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

- Anuales: son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

Este uso de suelo fue corroborado en campo y se encuentra presente dentro de la RE, AI y AP.

2. Desprovisto de vegetación

Superficie donde la vegetación natural o inducida ha sido eliminada por diferentes actividades humanas.

La presencia de este uso de suelo fue corroborado en campo y se clasificó dentro de la RE únicamente, corresponde a una zona de extracción de materiales pétreos.

3. Matorral desértico micrófilo

La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México, y en áreas en que la precipitación es inferior a 100 mm anuales, la vegetación llega a cubrir solo el 3 % de la superficie, mientras que en sitios con climas menos desfavorables la cobertura puede alcanzar 20 %; la altura varía de 0.5 a 1.5 m.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Larrea y Ambrosia constituyen del 90 a 100 % de la vegetación en áreas de escaso relieve, pero a lo largo de las vías de drenaje o en lugares con declive pronunciado aparecen arbustos con especies de Prosopis, Cercidium, Olneya, Condalia, Lycium, Opuntia, Fouquieria, Hymenoclea, Acacia, Chilopsis, etcétera.

En ningún sitio de su área de distribución parece llover menos de 150 mm en promedio anual y en algunas zonas más calurosas el límite superior de la precipitación se aproxima a los 500 mm.

Larrea a menudo es la única dominante, otras veces, junto con Flourensia, forma 80 a 100% de la vegetación; los matorrales de Flourensia son menos frecuentes.

En el área donde se pretende implementar el Proyecto, encontramos un tipo de vegetación correspondiente al matorral desértico micrófilo, este tipo de vegetación se caracteriza por estar dominado por vegetación adaptada a las condiciones de baja precipitación. Este tipo de vegetación se encuentra presente sobre las planicies y valles profundos en el área del Proyecto, así como en laderas de baja altitud, está dominado principalmente por arbustos como son la Gobernadora (Larrea tridentata), la Mariola (Parthenium incanum), Charrasquillo (Calliandra conferta), Guayacán (Guaiacum angustifolium) y árboles como el Mezquite (Neltuma glandulosa).

En seguida se muestran ejemplos de las condiciones que prevalecen para este tipo de vegetación en la **RE**, **AI** y **AP**, cuya presencia se verificó en campo.

Figura III.3. Superficie panorámica de matorral desértico micrófilo en el AP y AI, con vegetación dispersa, suelo desnudo y presencia de Opuntia



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.4. Superficie panorámica de matorral desértico micrófilo de porte bajo en el AP y AI con cobertura continua sobre sustrato pedregoso



4. Matorral desértico rosetófilo

Matorral dominado por especies con hojas en roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado.

Se le encuentra generalmente sobre suelos tipo xerosoles de laderas de cerros de origen sedimentario, en las partes altas de los abanicos aluviales o sobre conglomerados en casi todas las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste del país.

Aquí se desarrollan algunas de las especies de mayor importancia económica de esas regiones áridas como: Agave lechuguilla (lechuguilla), Agave spp., Hechtia spp. (guapilla), Dasylirion spp. (sotol), Euphorbia antisyphilitica (candelilla), Parthenium argentatum (guayule), Yucca carnerosana (palma samandoca), es notable la presencia de cactáceas acompañantes.

En los suelos sedimentarios de laderas y piedemontes donde se pretende implementar el Proyecto, encontramos un tipo de vegetación correspondiente al matorral desértico rosetófilo, este tipo de vegetación se caracteriza por plantas adaptadas a la escasez de lluvia y climas secos, donde predominan arbustos espinosos y plantas cuyas hojas crecen en forma de roseta, destacan arbustos presentes como son la Lechuguilla (Agave lechuguilla), Sotol (Dasylirion texanum), Amole (Yucca rostrata), Chaparro Amargo (Castela texana) y árboles como el Mezquite (Neltuma glandulosa).

En seguida se muestran ejemplos de las condiciones que prevalecen para este tipo de vegetación en la **RE**, **AI** y **AP**, cuya presencia fue verificada en campo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.5. Condiciones de la vegetación de matorral desértico rosetófilo en el AP.



Figura III.6. Condiciones de la vegetación de matorral desértico rosetófilo vista desde el AP hacia el AI y RE.



5. Matorral espinoso tamaulipeco

Comunidad arbustiva o subarbórea formada por la dominancia de especies espinosas, caducifolias una gran parte del año o áfilas (sin hojas). Su distribución se localiza en la

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

porción norte de la Llanura Costera del Golfo Norte y el extremo sur de la Gran Llanura de Norteamérica, en donde se presentan algunas sierras de laderas tendidas y en su mayoría llanura con lomeríos, en altitudes empezando desde el noreste del estado de Tamaulipas que van de los 100 a 200 m, siguiendo esta franja hacia el noreste del estado de Nuevo León se continúa en este mismo parámetro y en el noreste del estado de Coahuila de Zaragoza se llega a desarrollar en altitudes que van de los 200 a los 600 m.

Este tipo de vegetación se establece en climas BS1 (h') hx' y BS0 (h') hx' que corresponden a los del tipo semisecos cálidos y muy cálidos con lluvias en verano y escasas a lo largo del año y en donde la temperatura máxima es de 40 °C y la mínima de -2 °C. La precipitación media anual fluctúa entre 500 y 700 milímetros.

En su gran mayoría este tipo de vegetación se desarrolla en suelos del tipo aluvial, una pequeña porción en el estado de Coahuila en roca sedimentaria de tipo caliza y en algunas asociaciones de caliza–lutita, en algunas porciones al noreste de los estados de Tamaulipas y Nuevo León se presenta en roca sedimentaria del tipo lutita–arenisca.

Este matorral está constituido por especies arbustivas de 1.5 a 2 m de altura, las principales especies son: Acacia spp. (Gavia, Huizache), Cercidium spp. (Palo verde), Leucophyllum spp. (Cenizo), Prosopis spp. (Mezquite), Castela tortuosa (Amargoso), Condalia spp. (Abrojos), etcétera.

En sitios con acumulación de humedad, puede formarse un matorral alto con individuos hasta de 4 o 6 m de altura, con hojas o foliolos pequeños y con la presencia de espinas laterales.

En la RE, encontramos una comunidad vegetal arbustiva caracterizada por la dominancia de elementos espinosos caducifolios una gran parte del año, o áfilos algunos de ellos. Las principales especies son: Vachellia spp. (gavia, huizache), Cercidium spp. (palo verde), Leucophyllum spp. (cenizo), Neltuma spp. (mezquite), Castela spp. (amargoso), Condalia spp. (abrojo), Celtis pallida (granjeno). Se desarrolla en zonas de transición entre el matorral desértico micrófilo, el matorral submontano y el mezquital del noreste de la República.

En seguida se muestran ejemplos de las condiciones que prevalecen para este tipo de vegetación en la **RE**, cuya presencia fue verificada en campo únicamente en esta área.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.7. Superficie panorámica de Matorral Espinoso Tamaulipeco en la RE.



6. Matorral submontano

Se presenta a altitudes de 1 500 a 1 700 m, desarrollándose principalmente en las laderas bajas de ambas vertientes de la Sierra Madre Oriental, es una comunidad arbustiva a veces muy densa, formada por especies inermes o a veces espinosas, caducifolias por un breve periodo del año, se desarrolla principalmente en climas seco estepario, desértico y templado. Su temperatura media anual varía de 12 a 26 °C alcanzando hasta 40 °C en verano, la precipitación media anual oscila entre los 300 a 900 mm anuales de precipitación.

Este tipo de vegetación se encuentra en laderas, cañadas y partes altas, sean planas o con pendiente, de las mesetas y lomeríos, el terreno es de superficie pedregoso y textura fina y es común encontrar plantas creciendo sobre rocas. Son suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo, y en Suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto semejante a la roca.

Crece sobre suelos someros que a veces presentan una capa superficial de hojarasca y comúnmente presentan afloramientos de roca madre. Siendo así en tipo de suelos Leptosoles y Regosoles.

Sus principales componentes pueden ser los siguientes: Helieta parvifolia (barreta), Neopringlea integrifolia (corva de gallina), Cordia boissieri (anacahuita), Havardia pallens (tenaza), Acacia rigidula (gavia), Gochnatia hypoleuca (ocotillo, olivo) Karwinskia spp. (limoncillo), Capparis incana (vara blanca), Rhus virens (lantrisco), Flourensia laurifolia, Mimosa leucaenoides, Mortonia greggi (afinador), Zanthoxylum fagara, etcétera.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La fisonomía de esta comunidad la proporciona el estrato arbustivo superior, cuya altura varía entre 2.5 a 5.0 m y alcanza una cobertura hasta del 70 %. Lo caracteriza Helietta parvifolia (Barreta), rutácea inerme que le da a la vegetación una estructura relativamente uniforme, pues normalmente es la única dominante, aunque en ocasiones Acacia berlandieri (Huajillo) es igual de importante.

Las plantas prevalecientes del estrato arbustivo medio (0.5 a 2 m de alto) son Leucophyllum frutescens y Acacia amentacea. Su cobertura varía de 50 a 80 %. El estrato inferior, menor a 0.5 m de altura, es diverso tanto en especies como en cobertura; es notable en los claros de la vegetación, donde Agave lechuguilla, Euphorbia antisyphilitica (Candelilla) y las gramíneas amacolladas de los géneros Bouteloua, Tridens y Aristida son los elementos más importantes.

Si bien este tipo de vegetación se identifica por el INEGI en su Serie VII en una mínima proporción al norte de la RE, no fue identificada en los trabajos de campo.

7. Pastizal cultivado

Vegetación dominada por herbáceas, principalmente gramíneas (pastos, zacates o graminoides). Se le encuentra en cualquier clima, casi todos los pastizales de nuestro país se emplean para la producción ganadera, casi siempre con una intensidad excesiva.

Si bien este tipo de vegetación se identifica por el INEGI en su Serie VII en una mínima proporción al sur de la RE, no fue identificada en los trabajos de campo.

8. Pastizal natural

Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etcétera. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques. Como la mayoría de los pastizales del mundo, esta franja ocupa una porción de transición entre los bosques por un lado y los matorrales xerófilos por el otro.

Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70cm, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más húmeda.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera el 80% y frecuentemente es menor de 50%. Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, solo juegan un papel secundario por el disturbio, y a veces forman uno a dos estratos. Las trepadoras son escasas y las epífitas de tipo xerófilo solo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados. Son frecuentemente dominantes o codominantes en las asociaciones las especies del género Bouteloua y la más común de todas es Bouteloua gracilis, que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos. En laderas pendientes, con suelo somero y pedregoso, a menudo son más abundantes Bouteloua curtipendula y Bouteloua hirsuta. Son menos frecuentes en general, Bouteloua barbata var. rothrockii, Bouteloua radicosa, Bouteloua repens, Bouteloua eriopoda y Bouteloua chondrosioides, pero en algunas zonas pueden también funcionar como dominantes o codominantes: Bouteloua eriopoda y Bouteloua scorpioides; aparentemente resultan favorecidas por un pastoreo intenso, desplazando en ciertas áreas a Bouteloua gracilis.

Si bien este tipo de vegetación se identifica por el INEGI en su Serie VII en una mínima proporción al poniente de la RE, no fue identificada en los trabajos de campo.

III.3 Especies potenciales de flora y fauna

Para llevar a cabo el registro de especies que pudieron no haber aparecido en las unidades de muestreo, o aquellas presentes en áreas no muestreadas en la **RE** debido a su extensión, así como restricción de acceso en algunas zonas, se realizó la revisión bibliográfica de la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (**SNIB**), el **SNIB** alberga información de las especies con registros georreferenciados, esta se encuentra actualizada hasta agosto de 2024 y está integrada por los resultados de 1,177 proyectos que dieron origen a 994 bases de datos.

El procedimiento llevado a cabo para la descarga y depuración de bases de datos fue el siguiente:

1. Se realizó la descarga de los registros con coordenadas utilizando como campos de búsqueda la entidad y los municipios en donde se ubica la **RE**.
2. De los registros descargados se aplicaron los siguientes filtros:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

a. Registros de 2010 a la fecha, esto con el objetivo de contar con datos más recientes, evitando reportar especies que posiblemente ya no se encuentren en la zona registrada.

b. Registros que contaran con nombre científico.

c. Registros cuya clasificación taxonómica estuviera validada.

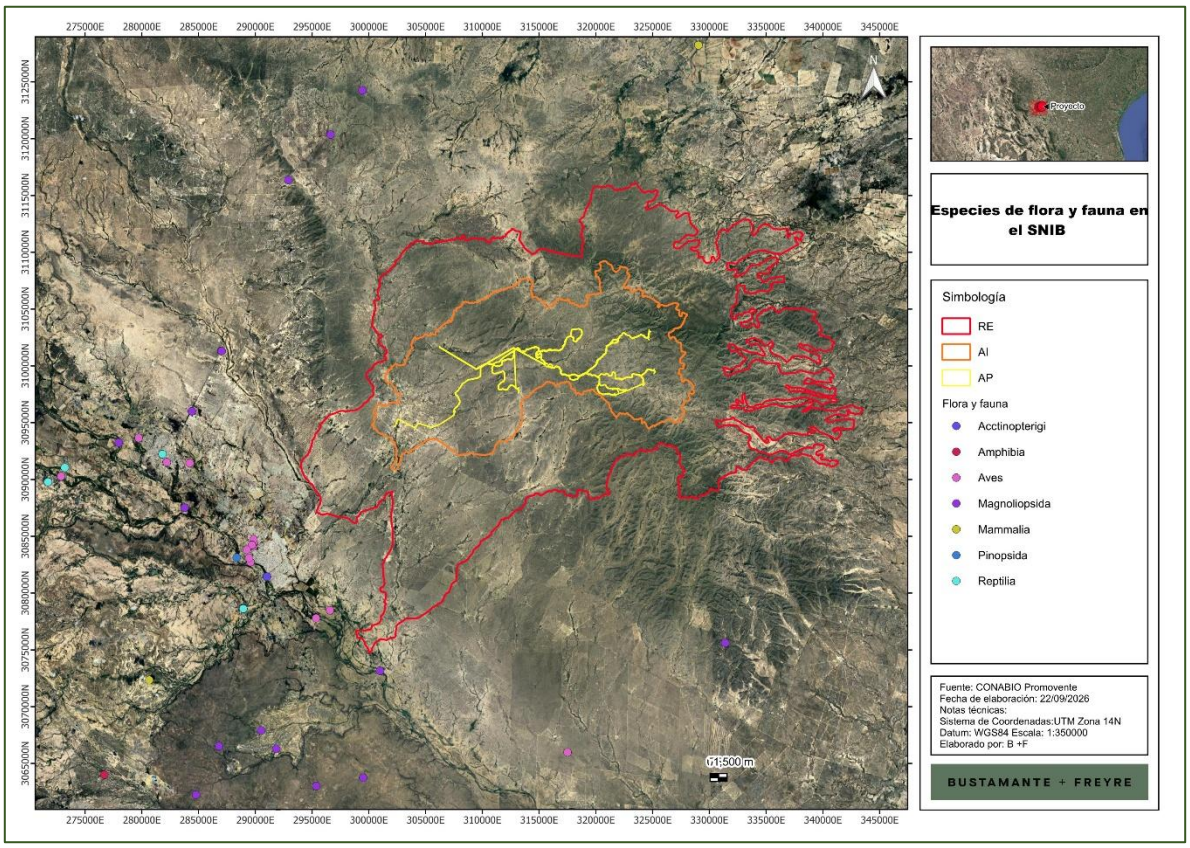
d. Registros que contaran con coordenadas válidas.

3. Mediante sistemas de información geográfica (QGIS) se cargaron los registros y se verificó la validez de las coordenadas, así como su incidencia en la entidad o municipio según correspondiera, eliminando aquellos registros que no cumplieran con esta condición.

4. Tanto de flora como de fauna se seleccionaron registros próximos a la RE, en ecosistemas similares a los que presenta la RE, AI y AP, lo anterior dado que dentro de estas zonas no se localizaron incidencias, lo cual sugiere una zona poco explorada, observándose que la mayoría de los registros se encuentran en torno al Río Sabinas, como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 8. Distribución de registros de flora y fauna del SNIB con respecto a la RE, AI y AP.



III.3.1 Especies potenciales de flora

Se localizó el registro de 35 especies de flora próximas a la RE (en ecosistemas similares a los que presenta la RE), lo anterior dado que dentro de esta zona no se localizaron registros. De dichos registros, 2 especies se encuentran en el Apéndice II del CITES; ninguna se encuentra listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; 2 y sólo una es endémica.

En la siguiente tabla se presenta el listado completo de las especies de flora localizadas bibliográficamente; así mismo, en el **Anexo III.2 Listados potenciales** se presenta la lista en formato Word y Excel.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.2. Listado de especies potenciales de flora (*Ambiente: T: terrestre, D: dulceacuícola, S: salobre; **Categoría de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): LC: preocupación menor).

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente*	Forma de crecimiento	Nombre común	CITES	IUCN**	NOM-059	Distribución
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	Hesperaloe funifera funifera	T	Hierba perenne	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	Yucca elata	T	Árbol; Rosetófila	Láatiro (Mayo)	-	LC	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Chloracantha spinosa	D; T	Arbusto; Hierba perenne; SufrÃºtice	Buena mujer	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Conoclinium dissectum	T	-	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Gutierrezia texana	T	Hierba; Subarbusto	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Helenium amphibolum	T	Hierba anual	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Melampodium cinereum hirtellum	T	Hierba anual	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Pluchea odorata	D; S; T	Hierba; Hierba anual; Hierba perenne	Santa maría	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Ratibida columnifera	T	-	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Symphyotrichum subulatum	D; T	Hierba perenne	Escobilla	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Tetragonotheca texana	T	-	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Boraginales	Heliotropiaceae	Heliotropium curassavicum	D; T	Hierba perenne; Suculenta	Alacrancillo de playa	-	LC	-	-
Magnoliopsida	Brassicales	Cleomaceae	Polanisia uniglandulosa	T	Arbusto	Hierba del coyote	-	-	-	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	Echinocereus enneacanthus	T	Suculenta	Alicoche	Apéndice II	LC	-	-
Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	Heteranthera dubia	D; T	Hierba perenne	Pasilla	-	-	-	-
Magnoliopsida	Cornales	Loasaceae	Eucnide lobata	T	Arborescente	-	-	-	-	Endémica
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Calliandra eriophylla	T	Arbusto	Brasilillo	-	-	-	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Dalea pogonathera	T	Hierba perenne; Subarbusto	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Sesbania herbacea	D; S; T	Arbusto; Hierba	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	Ruellia malacosperma	T	-	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	Aloysia gratissima	T	Árbol; Arbusto	Agrito	-	-	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	Glandularia delticola	T	Arborescente	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	Lantana macropoda	T	-	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Ditaxis humilis	T	Hierba perenne	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Euphorbia nutans	T	Hierba anual	-	Apéndice II	LC	-	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	Abutilon fruticosum	T	Arborescente; Arbusto	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	Hibiscus martianus	T	Arborescente; Arbusto	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	Sida abutilifolia	T	Hierba anual; Hierba perenne	Haway-xiu (Maya)	-	-	-	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	Ludwigia octovalvis	D; S	Arbusto; Hierba	Calavera	-	LC	-	-
Magnoliopsida	Poales	Cyperaceae	Cyperus odoratus	D; T	Hierba anual; Hierba perenne	Añil	-	LC	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente*	Forma de crecimiento	Nombre común	CITES	IUCN**	NOM-059	Distribución
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	Arundo donax	T	Hierba perenne	Acatl (Náhuatl)	-	LC	-	Exótica-Invasora
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	Hilaria mutica	T	Hierba perenne	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	Zea mays	T	Hierba anual	Maíz amarillo	-	LC	-	-
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	Helietta parvifolia	T	Árbol; Arbusto	Barreta	-	LC	-	-
Pinopsida	Cupressales	Cupressaceae	Taxodium mucronatum	T	Árbol	Ahoehuetl (Náhuatl)	-	LC	-	-

III.3.2 Especies potenciales de fauna

Se localizó el registro de 98 especies de fauna, de las cuales, una es de la clase amphibia, 79 son aves, 6 son mamíferos y 12 son reptiles. De estas especies 8 se encuentran en el Apéndice II del CITES y una en el Apéndice III; 15 se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (una en peligro de extinción, 11 como sujetas a protección especial y 3 como amenazadas); 2 son semiendémicas y una es cuasiendemica.

En el **Anexo III.2 Listados potenciales** se presenta, la lista completa, mientras que, en la siguiente tabla se indican las especies que presentan alguna categoría de riesgo por la NOM-059 y/o que son endémicas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.3. Listado de especies potenciales de fauna (*Ambiente: T: terrestre, D: dulceacuícola, S: salobre;**Categoría de residencia: R: residente, MI: migratoria de invierno, MV: migratoria de verano, T: transitoria; ***Categoría de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): LC: preocupación menor).

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente	Categoría residencia	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059	Distribución
Amphibia	Anura	Ranidae	Lithobates berlandieri	D; T	-	Otác (Seri), rana leopardo	-	LC	**Pr**	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Astur cooperii[2]	T	R; MI	Gavilán de Cooper	Apéndice II	LC	**Pr**	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Geranoaetus albicaudatus	T	R	Aguililla cola blanca	Apéndice II	LC	**Pr**	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Parabuteo unicinctus	T	R	Aguililla rojinegra	Apéndice II	LC	**Pr**	-
Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	Mycteria americana	D	R; MI	Cigüeña americana	-	LC	**Pr**	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Passerina ciris	T	MI; MV	Colorín sietecolores	-	LC	**Pr**	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta rufescens	D	R; MI	Garceta rojiza	-	NT	**P**	-
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	Tachybaptus dominicus	D	R	Zambullidor menor	-	LC	**Pr**	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	Masticophis flagellum	T	-	Amarilla, chicotera	-	LC	**A**	-
Reptilia	Squamata	Eublepharidae	Coleonyx brevis	T	-	Cuija texana, Gecko de bandas	-	LC	**Pr**	-
Reptilia	Squamata	Natricidae	Thamnophis marcianus	T	-	Culebra de agua	-	LC	**A**	-
Reptilia	Squamata	Natricidae	Thamnophis sirtalis	T	-	Culebra de agua	-	LC	**Pr**	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Holbrookia subcaudalis	T	-	Lagartija sorda cola punteada	-	NT	**A**	-
Reptilia	Squamata	Scincidae	Scincella lateralis	T	-	Encinela norteña	-	-	**Pr**	-
Reptilia	Squamata	Viperidae	Crotalus atrox	T	-	Cascabel de diamantes	-	LC	**Pr**	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus bullockii	T	MI; MV	Bolsero calandria	-	LC	-	Semiendémica
Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremonops rufivirgatus	T	R	Rascador oliváceo	-	LC	-	Cuasiendémica
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus vociferans	T	R; MI	Tirano chibiú	-	LC	-	Semiendémica

[2] Sinonimia: Acciptier cooperii Fuente: https://enciclovida.mx/especies/295128-astur-cooperii

III.4 Resumen y metodología de los muestreos

En la siguiente tabla se resume la metodología utilizada para la caracterización de flora y fauna en las tres áreas del Proyecto, RE, AI y AP.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.4. Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE).

Componente	Tipo de vegetación / clase faunística	Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
Flora	MDR	Dirigido	Parcela circular anidada (equivalente al sitio de 500 m² del INFyS-CONAFOR): Estratos arbóreo y arbustivo: radio de 12.62 m = 500 m². Estrato herbáceo: subparcela concéntrica de radio 1 m = 3.14 m². Las cactáceas se registraron dentro de las parcelas arbustivo/herbáceo y se reportan aparte como grupo taxonómico (familia Cactaceae).	RE 20 / AI 20 / AP 20 — Total 60	Diurno	Lluvias	17 de julio al 12 de agosto de 2026	Perenne	Terrestre
	MDM	Dirigido		RE 10 / AI 10 / AP 10 — Total 30	Diurno	Lluvias	17 de julio al 12 de agosto de 2026	Perenne	Terrestre
	MET	Dirigido		RE 4 / AI 0 / AP 0 — Total 4 Este tipo de vegetación no se localizó en el AP y AI.	Diurno	Lluvias	17 de julio al 12 de agosto de 2026	Perenne	Terrestre
Fauna	Anfibios, mamíferos terrestres y reptiles	Sistemático y dirigido	Transectos	RE 15 / AI 15 / AP 15 — Total 45	Diurno	Lluvias	17 de julio al 12 de agosto de 2026	Perenne y estacional	Terrestre
	Mamíferos	Sistemático y dirigido	Cámaras trampa	RE 5 / AI 5 / AP 5 — Total 15	Diurno y nocturno	Lluvias	17 de julio al 12 de agosto de 2026	Perenne y estacional	Terrestre
	Aves	Sistemático y dirigido	Puntos de observación	RE 30 / AI 30 / AP 30 — Total 90	Diurno	Lluvias	17 de julio al 12 de agosto de 2026	Perenne y estacional	Terrestre

Componente	Tipo de vegetación / clase faunística	Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
	Aves	Sistemático y dirigido	Puntos de conteo (10 min) y puntos de observación (40 min); redes de niebla (3 redes de 6 m de longitud)	71 puntos de observación + 3 redes de niebla	Diurno: puntos de conteo 7:00–12:00 h; puntos de observación 7:00–16:00 h; redes de niebla abiertas 15 min después del amanecer, operadas un mínimo de 4 h	Otoño	Octubre de 2018; esfuerzo de muestreo de 432 individuos de 33 especies (222 detecciones auditivas y 210 observaciones directas) en los 71 puntos	Perenne y estacional (migratoria)	Terrestre
	Aves	Sistemático y dirigido	Puntos de conteo (10 min) y puntos de observación (40 min); redes de niebla (3 redes de 6 m de longitud)	88 puntos de observación + 3 redes de niebla	Diurno: puntos de conteo 7:00–12:00 h; puntos de observación 7:00–16:00 h; redes de niebla abiertas 15 min después del amanecer, operadas un mínimo de 4 h	Invierno	Enero de 2019	Perenne y estacional (invernante)	Terrestre
	Aves	Sistemático y dirigido	Puntos de conteo (10 min) y puntos de observación (40 min); redes de niebla (3 redes de 6 m de longitud)	88 puntos de observación + 3 redes de niebla	Diurno: puntos de conteo 7:00–12:00 h; puntos de observación 7:00–16:00 h; redes de niebla abiertas 15 min después del amanecer,	Primavera	Abril de 2019	Perenne y estacional	Terrestre

Componente	Tipo de vegetación / clase faunística	Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
					operadas un mínimo de 4 h				
	Mamíferos voladores (quirópteros)	Sistemático y dirigido	Detección acústica	RE 15 / AI 15 / AP 15 — Total 45	Nocturno	Lluvias	17 de julio al 12 de agosto de 2026	Perenne y estacional	Terrestre
	Mamíferos voladores (quirópteros)	Sistemático y dirigido	Detección ultrasónica y térmica puntual (15 min por punto); redes de niebla (3 redes de 6 m de longitud)	71 puntos de observación + 3 redes de niebla	Nocturno: redes de niebla abiertas del crepúsculo al amanecer (18:00–6:00 h) con revisiones cada 30–35 min; grabación ultrasónica/térmica de 15 min por punto	Otoño	Octubre de 2018	Perenne y estacional	Terrestre
	Mamíferos voladores (quirópteros)	Sistemático y dirigido	Detección ultrasónica y térmica puntual (15 min por punto); redes de niebla; estación fija en torre meteorológica (detección ultra-acústica pasiva)	20 puntos de detección puntual + 3 redes de niebla + 1 estación fija (torre meteorológica, 60–80 m de altura)	Nocturno: puntos de detección puntual y redes de niebla (18:00–6:00 h); estación fija activa de 19:00 a 7:00 h de forma continua	Invierno	Enero de 2019; estación fija con monitoreo pasivo continuo durante 15 días	Perenne y estacional	Terrestre

Componente	Tipo de vegetación / clase faunística	Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
	Mamíferos voladores (quirópteros)	Sistemático y dirigido	Detección ultrasónica y térmica puntual (15 min por punto); redes de niebla; estación fija en torre meteorológica (detección ultra-acústica pasiva)	20 puntos de detección puntual + 3 redes de niebla + 1 estación fija (torre meteorológica, 60–80 m de altura)	Nocturno: puntos de detección puntual y redes de niebla (18:00–6:00 h); estación fija activa de 19:00 a 7:00 h de forma continua	Primavera	Abril de 2019 (tercera vuelta); estación fija con monitoreo pasivo continuo durante 15 días	Perenne y estacional	Terrestre

Anexos

En el **Anexo III.3 Flora /** Archivo de Word **Metodología Caracterización Florística**; y **Anexo III.4 Estudios de fauna /** carpeta **Diversidad fauna general 2026 /** Archivo de Word **01 Metodología Caracterización Fauna La Noria**), se incluye la metodología detallada de muestreo y se presenta el análisis que demuestra la representatividad de la muestra mediante curvas de acumulación de especies.

III.5 Especies identificadas en campo endémicas o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En seguida se presentan las listas de especies de flora y fauna endémicas y que se encuentran en alguna categoría de riesgo, las cuales fueron registrada mediante los muestreos realizados, mientras que los listados completos se encuentran en los siguientes anexos:

Anexos

Anexo III.3 Flora

- 01 Listado especies flora

Anexo III.4 Estudios de fauna

- 01 Diversidad fauna general 2026
    - 02 Listado especies fauna
- 02 Diversidad fauna voladora 2018-2019
    - 04 Resumen Comparativo y Riesgo Colisión 2018-2019

III.5.1 Flora

La tabla reúne las 5 especies de flora registradas en campo que están bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o que son endémicas. Todas corresponden a cactáceas:

Categoría de riesgo: 4 especies están como Pr (sujetas a protección especial), Ariocarpus retusus, Echinocereus poselgeri, Epithelantha micromeris y Lophophora williamsii y 1 como A (amenazada) Coryphantha ramillosa.

Ninguna especie tiene el mismo patrón de distribución entre las tres zonas (AP, AI, RE): algunas faltan por completo en alguna de ellas (p. ej. Coryphantha ramillosa sin registro en AP; Epithelantha micromeris sin registro en RE; Echinocereus poselgeri solo presente en AI).

En conjunto, la tabla evidencia que el componente de flora protegida del Proyecto está dominado por cactáceas de talla pequeña, con Lophophora williamsii como la especie de mayor relevancia por su abundancia y estatus de protección.

Con respecto a especies endémicas, se observa que 2 especies son endémicas: Ariocarpus retusus (misma que se encuentra en riesgo) y Senegalia greggii.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

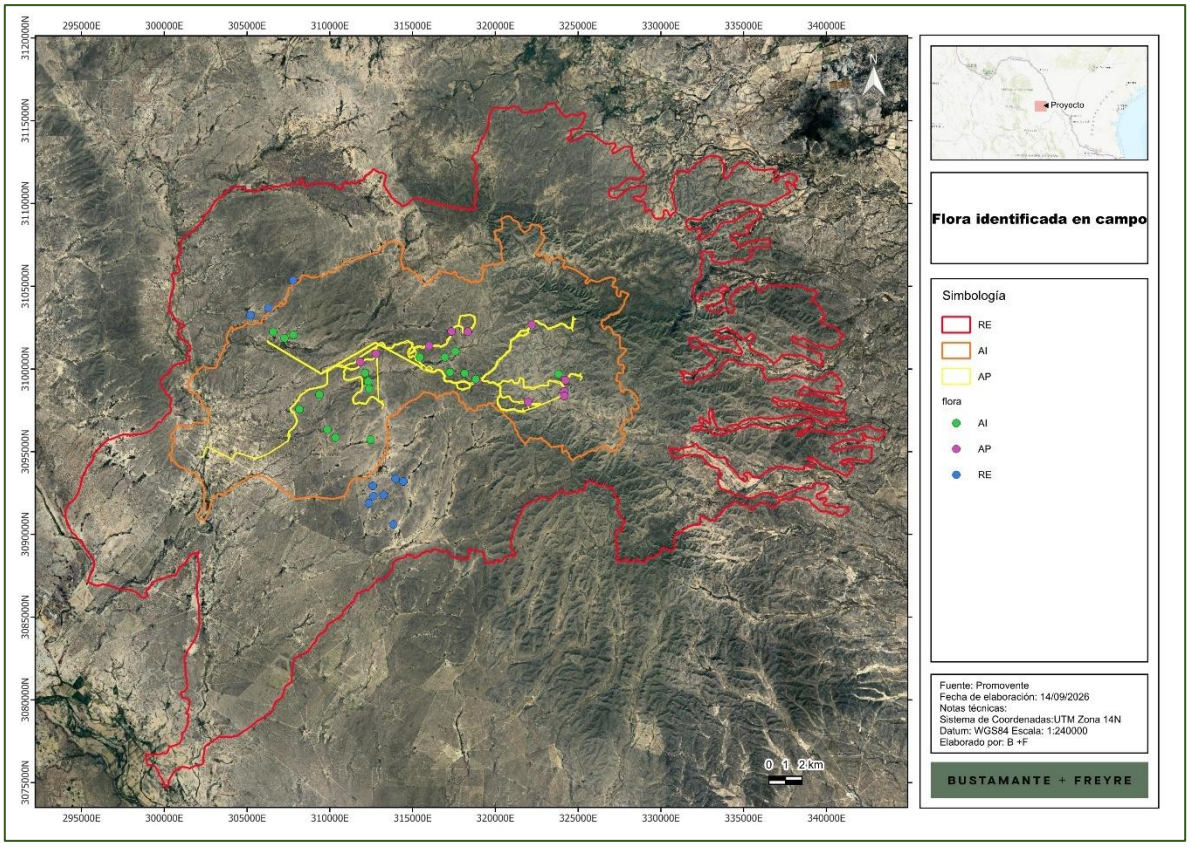
Tabla III.5. Lista de especies de flora bajo protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas.

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo NOM-059	Endémica (Sí/No)	Tipo de vegetación	AP*	AI*	RE*
Ariocarpus retusus	Chautle	Pr	Sí	MDR	6	8	6
Coryphantha ramillosa	Biznaga Partida	A	No	MDR	-	15	21
Echinocereus poselgeri	Cola de rata	Pr	No	MDM	-	5	-
Epithelantha micromeris	Biznaga Blanca	Pr	No	MDR	52	14	-
				MDM	-	1	-
Lophophora williamsii	Peyote	Pr	No	MDR	64	54	33
Senegalia gregii	Tesota	-	Sí	MDM	4	3	2
				MET			5

* Número de individuos por hectárea (Ind./ha), desglosado por tipo de vegetación (Matorral Desértico Rosetófilo, MDR; Matorral Desértico Microfilo, MDM) y por zona (AP, AI, RE).

En seguida se presenta el mapa de distribución de estas especies en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, conforme a los sitios en donde fueron registradas durante los muestreos.

Figura III.9. Ubicación de registros de flora listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Anexos

En el **Anexo III.3 Flora** / Carpeta **05 Flora NOM059**, se encuentran los archivos shapefile, kml, coordenadas en formato csv de los sitios con registro de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como los mapas en formato jpg y pdf.

III.5.2 Fauna

Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en los muestreos realizados en 2026

De acuerdo con los resultados obtenidos para la fauna registrada en las diferentes áreas muestreadas en la temporada de verano de 2026, se identificaron **11 especies incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010**, correspondientes a los grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. De este total, **6 especies se encuentran en la categoría Amenazada (A)** y **5 están catalogadas como Sujetas a Protección Especial (Pr)**.

En términos de abundancia, considerando conjuntamente el Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE), se contabilizaron **92 registros de individuos pertenecientes a especies bajo protección**. La mayor cantidad se presentó en la **RE, con 41 individuos**, seguida del **AI, con 34 individuos**, mientras que en el **AP se registraron 17 individuos**. Este patrón muestra que la mayor abundancia de fauna con alguna categoría de riesgo se concentra fuera del área directamente prevista para el desarrollo del Proyecto.

Entre las especies registradas destaca el colorín sietecolores (Passerina ciris), catalogado como Sujeto a Protección Especial (Pr), al presentar la mayor abundancia de la tabla, con **8 individuos en el AP, 23 en el AI y 18 en la RE**, acumulando 49 individuos. Esta especie representa por sí sola más de la mitad de los registros correspondientes a especies bajo protección.

Asimismo, la lagartija sorda mayor (Cophosaurus texanus), catalogada como Amenazada (A), presentó una distribución amplia en las tres áreas analizadas, con **2 individuos en el AP, 3 en el AI y 9 en la RE**. De manera similar, la tortuga del desierto (Gopherus berlandieri), también Amenazada (A), registró 3 individuos en cada una de las tres áreas, evidenciando su presencia tanto dentro del área directamente relacionada con el Proyecto como en su entorno.

Otras especies presentaron abundancias considerablemente menores. El gecko de bandas (Coleonyx brevis) registró un individuo en el AP y dos en la RE; la chicotera (Masticophis

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

flagellum) presentó un individuo en el AP y dos en la RE; mientras que la lagartija cabezona de collar (Crotaphytus collaris) y la cascabel de diamantes (Crotalus atrox) registraron un individuo en cada una de las tres áreas evaluadas. Por su parte, la rana leopardo (Lithobates berlandieri), el tlalcoyote (Taxidea taxus), el ratón de cactus (Peromyscus eremicus) y la aguililla cola blanca (Geranoaetus albicaudatus) no presentaron registros dentro del AP, encontrándose exclusivamente en el AI y/o la RE.

Respecto al endemismo, de acuerdo con la información contenida en la base de datos, **Peromyscus eremicus** corresponde a la especie identificada como endémica dentro del conjunto analizado. Esta especie, además de encontrarse catalogada como Amenazada (A), presentó registros únicamente fuera del AP, con **2 individuos en el AI y 1 en la RE**.

En conjunto, los resultados muestran que, aunque existen especies bajo alguna categoría de protección dentro del **AP**, tanto su riqueza como su abundancia se encuentran representadas también en las áreas circundantes.

Tabla III.6. Lista de especies de fauna bajo protección y endémicas.

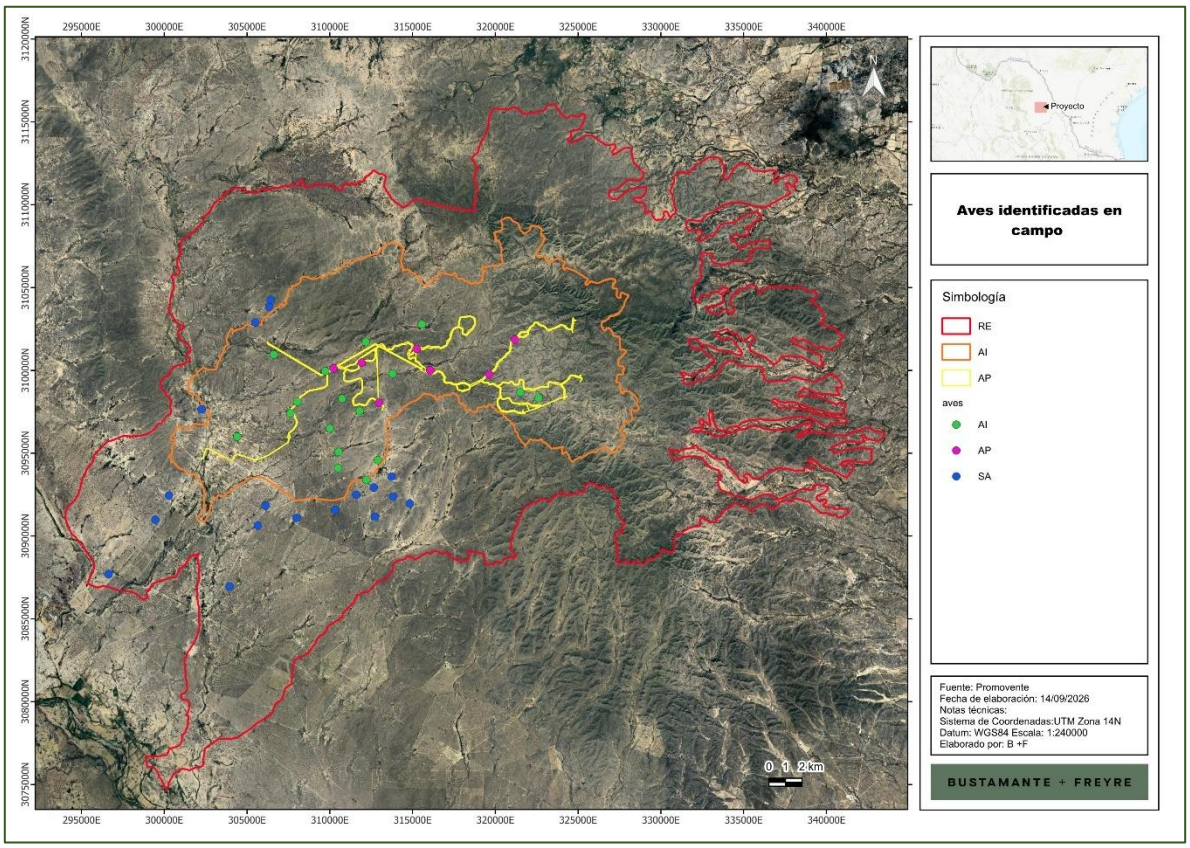
Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica (Sí/No)	Presencia (número de individuos)		
				AP	AI	RE
Lithobates berlandieri	Rana leopardo	Pr	No	0	**1**	**1**
Taxidea taxus	Tlalcoyote	A	No	0	0	**1**
Peromyscus eremicus	Ratón de cactus	A	**Sí**	0	**2**	**1**
Masticophis flagellum	Chicotera	A	No	**1**	0	**2**
Crotaphytus collaris	Lagartija cabezona de collar	A	No	**1**	**1**	**1**
Coleonyx brevis	Gecko de bandas	Pr	No	**1**	0	**2**
Cophosaurus texanus	Lagartija sorda mayor	A	No	**2**	**3**	**9**
Crotalus atrox	Cascabel de diamantes	Pr	No	**1**	**1**	**1**
Gopherus berlandieri	Tortuga del desierto	A	No	**3**	**3**	**3**
Geranoaetus albicaudatus	Aguililla cola blanca	Pr	No	0	0	**2**
Passerina ciris	Colorín sietecolores	Pr	No	**8**	**23**	**18**

*Número de individuos registrados en la muestra.

En seguida se presenta el mapa de distribución de estas especies en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, conforme a los sitios en donde fueron registradas durante los muestreos.

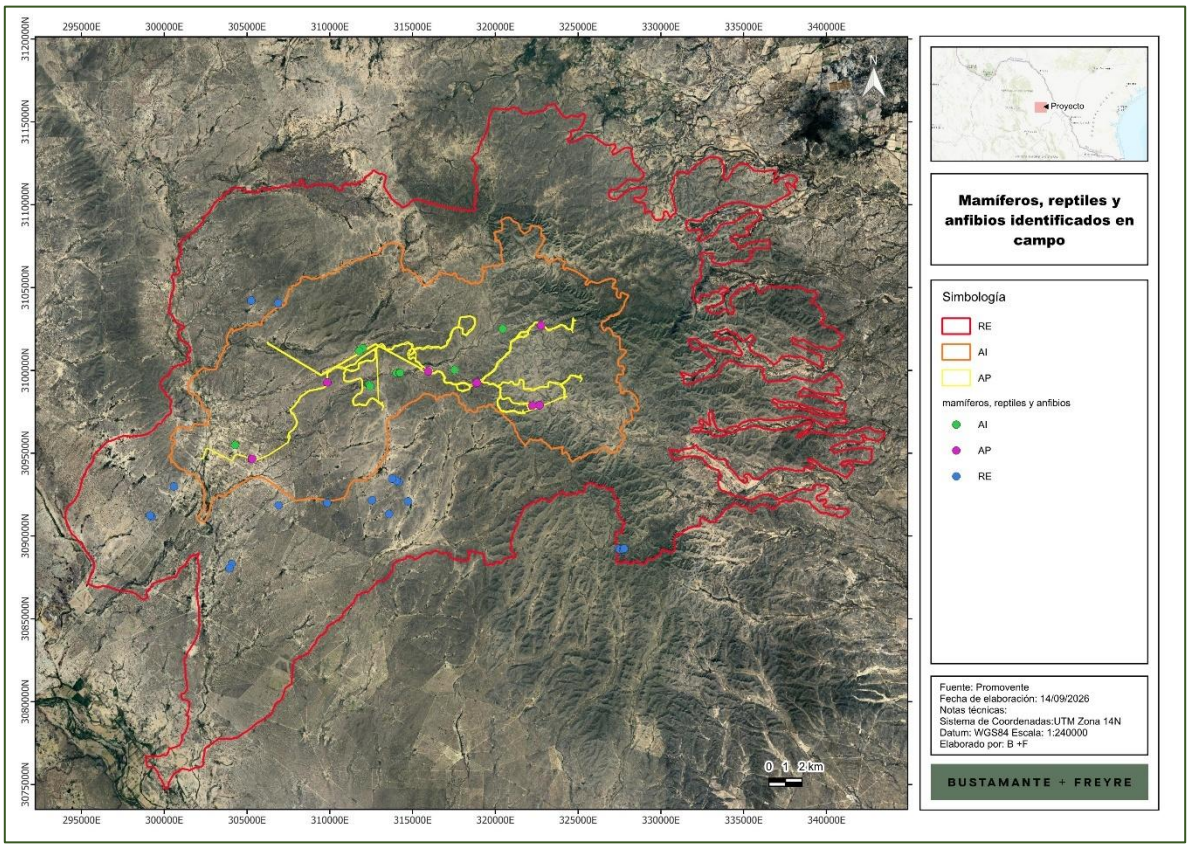
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.10. Ubicación de registros de aves listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.11. Ubicación de registros de anfibios, mamíferos y reptiles listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Anexos

En el **Anexo III.4 Estudio de fauna** / Carpeta 01 **diversidad fauna general 2026** / **06 Fauna NOM campo**, se encuentran los archivos shapefile, kml, coordenadas en formato csv de los sitios con registro de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como los mapas en formato jpg y pdf.

Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en los monitoreos 2018-2019

De las 71 especies registradas durante los muestreos de 3 temporadas realizadas en 2018 y 2019 se obtuvo que, 2 especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ambas en la categoría de Protección especial (Pr): el gavilán de Cooper Astur cooperii, registrado en las tres temporadas (otoño, invierno y primavera), y la aguililla rojinegra Parabuteo unicinctus, registrada únicamente en invierno. Ninguna especie de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

quiróptero de las siete identificadas en estos monitoreos se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla III.7. Especies de fauna bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en los monitoreos estacionales 2018-2019.

Nombre científico	Nombre común	Categoría NOM-059	Temporada(s)	Detalle de registros
Astur cooperii	Gavilán de cooper	Pr	Otoño / Invierno / Primavera	1 ind. en otoño (2018), 2 en invierno y 1 en primavera (2019)
Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	Pr	Invierno	1 individuo registrado en invierno (2019)

Nota: los conteos de individuos por temporada corresponden a los reportes originales de otoño 2018, invierno 2019 y primavera 2019 (Universidad Autónoma de Nuevo León – Facultad de Ciencias Biológicas). El registro recurrente de Astur cooperii en las tres temporadas es consistente con su condición de especie de amplia distribución y presencia frecuente en la región, señalada también en el resumen estacional anterior.

III.6 Índices de diversidad biológica

En seguida se presentan los resultados de los cálculos de diversidad de flora y fauna; las bases de datos y las memorias de cálculo en formato Excel, así como la descripción de los índices empleados, se encuentran los siguientes anexos.

Anexos

Anexo III.3 Flora

- 02 Base datos muestreo La Noria
- 03 Cálculos diversidad_curvas La Noria
- Metodología Caracterización Florística

Anexo III.4 Estudios de fauna

- 01 Diversidad fauna general 2026
  - 01 Metodología Caracterización Fauna LaNoria
  - 03 BD Fauna PE LaNoria
  - 04 Memoria calculo diversidad Fauna LaNoria
- 02 Diversidad fauna voladora 2018-2019
  - 01 Reporte Avifauna Otoño 2018
  - 02 Reporte Avifauna Invierno 2019
  - 03 Reporte Avifauna Primavera 2019

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.6.1 Flora

Con el fin de caracterizar la diversidad biológica del componente florístico del Proyecto, se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y de equitatividad de Pielou (J') para cada uno de los estratos de vegetación identificados (arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceas), diferenciando entre los tres tipos de vegetación presentes en el área de estudio: Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), y comparando sus valores entre el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE), con sus respectivos intervalos de confianza al 95%. El índice de Shannon permite evaluar la riqueza y abundancia relativa de especies dentro de cada estrato, mientras que el de Pielou expresa qué tan uniformemente se distribuyen los individuos entre las especies registradas, siendo su valor máximo (1) indicativo de una distribución completamente equitativa. Los resultados obtenidos para cada tipo de vegetación se presentan y discuten a continuación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.8. Índices de diversidad de flora.

Componente	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
					AP	AI	RE	
Flora	MDR	Arbóreo	Shannon	Diversidad	0.63 (0.55-0.71)	1.33 (1.25-1.39)	1.20 (1.09-1.31)	Por estrato, el componente arbustivo es consistentemente el más diverso (H' entre 2.22 y 2.39), congruente con la fisonomía típica del Matorral Desértico Rosetófilo, donde los arbustos y rosetófilas dominan la estructura de la comunidad. El estrato arbóreo, en contraste, muestra la diversidad más baja de las cuatro y, sobre todo, una caída marcada dentro del AP (H'=0.63) frente a AI (1.33) y RE (1.20), lo que sugiere una menor riqueza y/o mayor dominancia de pocas especies arbóreas específicamente dentro de la huella del Proyecto, más que un patrón regional. Los estratos herbáceo y cactáceas se mantienen en rangos intermedios (H' 1.55–2.09 y 1.56–2.03, respectivamente) y con comportamiento más homogéneo entre zonas. En cuanto a la equitatividad (J'), los valores más altos corresponden al estrato herbáceo (0.82–0.87), indicando una distribución relativamente uniforme de individuos entre especies, mientras que el estrato arbustivo y el índice general muestran los valores más bajos (0.59–0.66), reflejando cierto grado de dominancia por pocas especies pese a su alta riqueza. En conjunto, los resultados no evidencian una pérdida generalizada de diversidad en el AP respecto a las zonas de referencia (AI/RE); la única reducción clara y estadísticamente sustentada se concentra en el componente arbóreo, un elemento naturalmente escaso en este tipo de vegetación.
		Arbustivo			2.22 (2.19-2.24)	2.39 (2.36-2.41)	2.27 (2.25-2.29)	
		Herbáceo			1.55 (1.38-1.65)	2.09 (1.95-2.20)	2.00 (1.88-2.09)	
		Cactáceas			1.63 (1.55-1.70)	2.03 (1.92-2.13)	1.56 (1.47-1.66)	
		Arbóreo	Pielou	Equitatividad	0.46 (0.40-0.51)	0.82 (0.78-0.86)	0.75 (0.68-0.82)	
		Arbustivo			0.63 (0.63-0.64)	0.66 (0.65-0.66)	0.62 (0.62-0.63)	
		Herbáceo			0.87 (0.77-0.92)	0.82 (0.76-0.86)	0.83 (0.79-0.87)	
		Cactáceas			0.71 (0.67-0.74)	0.79 (0.75-0.83)	0.65 (0.61-0.69)	
	MDM	Arbóreo	Shannon	Diversidad	1.20 (1.06-1.31)	0.88 (0.77-1.00)	1.23 (1.13-1.31)	La diversidad general de la comunidad es alta en las tres zonas, con un patrón similar al de MDR: AI presenta el valor más alto (H'=3.02), seguido de AP (2.76) y RE (2.65), sin traslape de intervalos entre AI y las otras dos zonas, lo que confirma una mayor diversidad estadísticamente sustentada en el Área de Influencia.
		Arbustivo			2.44 (2.41-2.48)	2.66 (2.62-2.70)	2.20 (2.15-2.25)	
		Herbáceo			0.60 (0.23-0.92)	1.38 (1.19-1.56)	1.83 (1.66-2.02)	

Componente	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
					AP	AI	RE	
		Cactáceas			0.96 (0.87-1.05)	1.70 (1.59-1.82)	1.26 (1.07-1.45)	El estrato arbustivo vuelve a ser el más diverso y estable entre zonas (H' 2.20–2.66), consistente con la fisonomía dominada por matorral micrófilo. El estrato herbáceo muestra el contraste más marcado de todo MDM: una diversidad muy baja en AP (H'=0.60, con un intervalo amplio de 0.23–0.92 que refleja alta incertidumbre, probablemente por bajo número de individuos capturados) frente a valores notablemente mayores en AI (1.38) y, sobre todo, RE (1.83). Este patrón es la señal más relevante del tipo MDM y podría indicar una condición de menor cobertura o riqueza herbácea dentro de la huella del Proyecto respecto a las zonas de referencia. El estrato cactáceas sigue una tendencia similar, con su valor más bajo en AP (0.96) y máximo en AI (1.70). En equitatividad, los valores del estrato arbóreo y cactáceas en AP y RE son los más bajos del conjunto (J' 0.53–0.76), sugiriendo cierta dominancia de pocas especies en esos componentes, mientras que el herbáceo en RE presenta la mayor uniformidad (J'=0.80). En síntesis, MDM muestra una diversidad general alta y comparable a MDR, pero con una reducción más marcada y consistente en los estratos herbáceo y cactáceas dentro del AP, lo que amerita atención particular en la caracterización de impactos sobre estos componentes.
		Arbóreo	Pielou	Equitatividad	0.75 (0.66-0.81)	0.64 (0.55-0.72)	0.76 (0.70-0.81)	
		Arbustivo			0.73 (0.72-0.74)	0.77 (0.76-0.78)	0.65 (0.64-0.67)	
		Herbáceo			0.55 (0.34-0.84)	0.77 (0.66-0.87)	0.80 (0.72-0.88)	
		Cactáceas			0.53 (0.49-0.59)	0.66 (0.62-0.71)	0.53 (0.45-0.60)	
	MET	Arbóreo	Shannon	Diversidad	--	--	0.67 (0.43-0.85)	A diferencia de MDR y MDM, el tipo de vegetación MET únicamente tiene representación en la Región Ecológica (RE); no se registraron sitios de este tipo dentro del Área del Proyecto ni del Área de Influencia, por lo que no existen valores de comparación entre zonas para este tipo de vegetación. Dentro de RE, la diversidad general es la más alta de los tres tipos de vegetación evaluados en el Proyecto (H'=2.95, IC 2.87–3.00), con una equitatividad también elevada (J'=0.77), lo que indica una comunidad rica en especies y con una distribución relativamente uniforme de individuos entre ellas. Por estrato, el arbustivo vuelve a ser el más
		Arbustivo			--	--	2.67 (2.60-2.72)	
		Herbáceo			--	--	1.69 (1.38-1.75)	
		Cactáceas			--	--	1.59 (1.28-1.79)	
		Arbóreo	Pielou	Equitatividad	--	--	0.61 (0.39-0.77)	

Componente	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
					AP	AI	RE	
		Arbustivo			--	--	0.79 (0.77-0.81)	diverso (H'=2.67) y con la mayor equitatividad de todo el tipo de vegetación (J'=0.79); el herbáceo presenta la equitatividad más alta del conjunto (J'=0.94), señal de una comunidad herbácea muy homogénea en abundancia entre especies, aunque con un intervalo de confianza relativamente amplio (1.38–1.75) que sugiere sensibilidad al tamaño de muestra. El estrato arbóreo es, como en los otros dos tipos de vegetación, el de menor diversidad (H'=0.67) y menor equitatividad (J'=0.61), confirmando que el componente arbóreo es consistentemente el más pobre y menos uniforme en los tres tipos de vegetación del Proyecto. En conjunto, MET exhibe los valores más altos de diversidad y equitatividad general de los tres tipos de vegetación caracterizados, lo que resalta su relevancia ecológica dentro de la RE pese a su presencia marginal en el área de estudio.
		Herbáceo			--	--	0.94 (0.79-0.97)	
		Cactáceas			--	--	0.76 (0.63-0.86)	

III.6.1.1 Índice de valor de importancia

III.6.1.1.1 Vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo

Área del Proyecto

Estrato Arbóreo

El estrato arbóreo estuvo integrado por 4 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Yucca rostrata, con un IVI de 57.30 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 77.66 %, una dominancia relativa de 49.08 % y una frecuencia relativa de 45.16 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la abundancia relativa, con 77.66 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Yucca treculiana, con un IVI de 31.52 %, asociado con 19.54 % de abundancia relativa, 42.75 % de dominancia relativa y 32.26 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Diospyros texana, con un IVI de 5.60 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 94.42 % del valor total del estrato. Este nivel de concentración evidencia una estructura fuertemente jerarquizada, en la que pocas especies definen la fisonomía y el funcionamiento estructural de la comunidad. En Yucca rostrata, la abundancia relativa supera a la dominancia relativa en 28.58 puntos porcentuales, lo que sugiere una elevada densidad de individuos cuyo aporte dimensional promedio es proporcionalmente menor.

Tabla III.9. Índice de valor de importancia estrato arbóreo de MDR en la AP.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Diospyros texana	5	1.27	2.68	2.62	4	12.9	5.60
Neltuma glandulosa	6	1.52	5.66	5.55	3	9.7	5.58
Yucca treculiana	77	19.54	43.61	42.75	10	32.3	31.52
Yucca rostrata	306	77.66	50.07	49.08	14	45.2	57.30
Suma	394	100	102	100	31	100	100

Estrato Arbustivo

El estrato arbustivo estuvo integrado por 33 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Agave lechuguilla, con un IVI de 25.42 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 35.35 %, una dominancia relativa de 33.43 % y una frecuencia relativa de 7.49 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la abundancia relativa, con 35.35 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Euphorbia antisyphilitica, con un IVI de 10.43 %, asociado con 16.27 % de abundancia

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

relativa, 9.04 % de dominancia relativa y 5.99 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Senegalia berlandieri, con un IVI de 9.66 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 45.52 % del valor total del estrato. La distribución del IVI muestra una dominancia moderada, con varias especies secundarias que participan de manera relevante en la estructura del estrato. En Agave lechuguilla, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 1.92 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Tabla III.10. Índice de valor de importancia estrato arbustivo de MDR en el AP.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Agave lechuguilla	3,995	35.35	278.61	33.43	20	7.49	25.42
Aloysia gratissima	2	0.02	0.09	0.01	2	0.75	0.26
Bauhinia lunarioides	60	0.53	8.31	1.00	7	2.62	1.38
Bernardia myricifolia	45	0.40	3.37	0.40	9	3.37	1.39
Calliandra conferta	216	1.91	8.89	1.07	7	2.62	1.87
Castela erecta	26	0.23	11.90	1.43	6	2.25	1.30
Chamaecrista greggii	1,398	12.37	77.43	9.29	16	5.99	9.22
Citharexylum brachyanthum	18	0.16	7.85	0.94	5	1.87	0.99
Condaliopsis obtusifolia	3	0.03	0.55	0.07	2	0.75	0.28
Croton incanus	287	2.54	21.72	2.61	20	7.49	4.21
Dalea formosa	10	0.09	0.45	0.05	1	0.37	0.17
Dasylirion texanum	137	1.21	53.86	6.46	9	3.37	3.68
Ephedra antisyphilitica	3	0.03	0.11	0.01	2	0.75	0.26
Euphorbia antisyphilitica	1,839	16.27	75.31	9.04	16	5.99	10.43
Eysenhardtia texana	57	0.50	16.72	2.01	8	3.00	1.84
Flourensia cernua	227	2.01	11.34	1.36	9	3.37	2.25
Forestiera angustifolia	17	0.15	6.95	0.83	6	2.25	1.08
Fraxinus greggii	12	0.11	3.81	0.46	1	0.37	0.31
Guaiacum angustifolium	131	1.16	16.12	1.93	14	5.24	2.78
Hechtia texensis	149	1.32	10.42	1.25	4	1.50	1.36
Jatropha dioica	391	3.46	15.85	1.90	18	6.74	4.03
Karwinskia humboldtiana	6	0.05	0.43	0.05	3	1.12	0.41
Koeberlinia spinosa	3	0.03	1.41	0.17	2	0.75	0.32
Krameria ramosissima	496	4.39	19.97	2.40	13	4.87	3.88
Larrea tridentata	16	0.14	8.34	1.00	2	0.75	0.63
Leucophyllum frutescens	332	2.94	23.30	2.80	14	5.24	3.66
Lippia origanoides	154	1.36	8.08	0.97	6	2.25	1.53
Mimosa texana	3	0.03	1.17	0.14	2	0.75	0.31
Nahuatlea hypoleuca	20	0.18	7.27	0.87	6	2.25	1.10
Parthenium incanum	29	0.26	1.26	0.15	1	0.37	0.26
Senegalia berlandieri	1,008	8.92	104.88	12.58	20	7.49	9.66
Sidneya tenuifolia	184	1.63	7.54	0.90	11	4.12	2.22
Vachellia constricta	27	0.24	20.19	2.42	5	1.87	1.51

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Suma	11,301	100	833.49	100	267	100	100

Grupo de cactáceas

El estrato cactáceas estuvo integrado por 10 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Opuntia engelmannii, con un IVI de 32.13 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 13.31 %, una dominancia relativa de 58.44 % y una frecuencia relativa de 24.64 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 58.44 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Neolloydia conoidea, con un IVI de 22.67 %, asociado con 47.25 % de abundancia relativa, 1.93 % de dominancia relativa y 18.84 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Cylindropuntia leptocaulis, con un IVI de 21.54 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 76.34 % del valor total del estrato. La concentración observada indica una dominancia marcada de un grupo reducido de especies, aunque permanece una contribución apreciable de especies secundarias. En Opuntia engelmannii, la dominancia relativa supera a la abundancia relativa en 45.13 puntos porcentuales, patrón compatible con individuos de mayor dimensión o cobertura promedio respecto del conjunto del estrato.

Tabla III.11. Índice de valor de importancia grupo de cactáceas de MDR en el AP.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Ancistrocactus scheeri	2	0.33	0.01	0.02	1	1.45	0.60
Ariocarpus retusus	6	1.00	0.01	0.04	2	2.90	1.31
Coryphantha echinus	17	2.83	0.05	0.15	3	4.35	2.44
Cylindropuntia leptocaulis	76	12.65	12.00	33.13	13	18.84	21.54
Echinocereus enneacanthus	17	2.83	0.72	2.00	8	11.59	5.47
Epithelantha micromeris	52	8.65	0.15	0.43	1	1.45	3.51
Lophophora williamsii	64	10.65	0.20	0.55	10	14.49	8.56
Neolloydia conoidea	284	47.25	0.70	1.93	13	18.84	22.67
Opuntia engelmannii	80	13.31	21.16	58.44	17	24.64	32.13
Opuntia rufida	3	0.50	1.20	3.32	1	1.45	1.75
Suma	601	100	36.21	100	69	100	100

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo estuvo integrado por 6 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Bouteloua gracilis, con un IVI de 30.57 %. Esta posición se explica por una

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

abundancia relativa de 33.34 %, una dominancia relativa de 33.36 % y una frecuencia relativa de 25.00 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 33.36 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Aristida ternipes, con un IVI de 27.28 %, asociado con 21.74 % de abundancia relativa, 22.61 % de dominancia relativa y 37.50 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Trixis californica, con un IVI de 23.62 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 81.47 % del valor total del estrato. La concentración observada indica una dominancia marcada de un grupo reducido de especies, aunque permanece una contribución apreciable de especies secundarias. En Bouteloua gracilis, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 0.02 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Tabla III.12. Índice de valor de importancia estrato herbáceo de MDR.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Allionia incarnata	318	2.90	4.71	2.20	1	6.25	3.78
Aristida purpurea	955	8.70	23.89	11.14	1	6.25	8.70
Aristida ternipes	2,387	21.74	48.48	22.61	6	37.50	27.28
Bouteloua gracilis	3,661	33.34	71.53	33.36	4	25.00	30.57
Thymophylla pentachaeta	796	7.25	10.01	4.67	1	6.25	6.06
Trixis californica	2,865	26.09	55.79	26.02	3	18.75	23.62
Suma	10,982	100	214.40	100	16	100	100

Considerando conjuntamente los cuatro estratos del área AP, el valor individual más alto correspondió a Yucca rostrata en el estrato arbóreo, con un IVI de 57.30 %. La comparación entre estratos muestra que la importancia ecológica se concentra de manera distinta según la forma de vida, por lo que la caracterización de la vegetación debe considerar simultáneamente la composición florística y la estructura vertical de la comunidad.

Área de influencia

Estrato Arbóreo

El estrato arbóreo estuvo integrado por 5 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Yucca rostrata, con un IVI de 38.28 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 50.60 %, una dominancia relativa de 36.59 % y una frecuencia relativa de 27.66 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la abundancia relativa, con 50.60 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Diospyros texana, con un IVI de 26.32 %, asociado con 20.29 % de abundancia relativa, 28.89 % de dominancia relativa y 29.79 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Neltuma glandulosa, con un IVI de 18.66 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 83.27 % del valor total del estrato. La concentración observada indica una dominancia marcada de un grupo reducido de especies, aunque permanece una contribución apreciable de especies secundarias. En Yucca rostrata, la abundancia relativa supera a la dominancia relativa en 14.01 puntos porcentuales, lo que sugiere una elevada densidad de individuos cuyo aporte dimensional promedio es proporcionalmente menor.

Tabla III.13. Índice de valor de importancia estrato arbóreo de MDR en el AI.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Diospyros texana	85	20.29	66.11	28.89	14	29.8	26.32
Neltuma glandulosa	61	14.56	50.97	22.27	9	19.1	18.66
Parkinsonia texana	23	5.49	11.29	4.93	5	10.6	7.02
Yucca treculiana	38	9.07	16.72	7.31	6	12.8	9.71
Yucca rostrata	212	50.60	83.73	36.59	13	27.7	38.28
Suma	419	100	229	100	47	100	100

Estrato Arbustivo

El estrato arbustivo estuvo integrado por 38 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Agave lechuguilla, con un IVI de 18.93 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 34.94 %, una dominancia relativa de 15.86 % y una frecuencia relativa de 5.99 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la abundancia relativa, con 34.94 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Senegalia berlandieri, con un IVI de 8.86 %, asociado con 6.29 % de abundancia relativa, 14.90 % de dominancia relativa y 5.39 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Calliandra conferta, con un IVI de 7.95 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 35.74 % del valor total del estrato. La distribución del IVI es relativamente repartida, lo que refleja una estructura menos concentrada y una participación más equilibrada de diversas especies. En Agave lechuguilla, la abundancia relativa supera a la dominancia relativa en 19.07 puntos porcentuales, lo que sugiere una elevada densidad de individuos cuyo aporte dimensional promedio es proporcionalmente menor.

Tabla III.14. Índice de valor de importancia estrato arbustivo de MDR en el AI.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Agave lechuguilla	2,950	34.94	204.97	15.86	20	5.99	18.93
Atriplex canescens	27	0.32	1.03	0.08	1	0.30	0.23
Bauhinia lunarioides	43	0.51	25.26	1.96	9	2.69	1.72
Bernardia myricifolia	71	0.84	47.33	3.66	10	2.99	2.50
Calliandra conferta	1,203	14.25	54.34	4.21	18	5.39	7.95
Castela erecta	59	0.70	39.46	3.05	9	2.69	2.15
Celtis pallida	15	0.18	0.58	0.04	1	0.30	0.17
Chamaecrista greggii	888	10.52	102.14	7.90	17	5.09	7.84
Citharexylum brachyanthum	29	0.34	16.86	1.30	10	2.99	1.55
Condalia spathulata	22	0.26	0.88	0.07	1	0.30	0.21
Condaliopsis obtusifolia	2	0.02	1.33	0.10	2	0.60	0.24
Croton incanus	40	0.47	4.37	0.34	10	2.99	1.27
Dalea formosa	5	0.06	0.67	0.05	4	1.20	0.44
Dasylirion texanum	146	1.73	88.43	6.84	13	3.89	4.15
Ephedra antisyphilitica	1	0.01	0.20	0.02	1	0.30	0.11
Euphorbia antisyphilitica	195	2.31	18.66	1.44	7	2.10	1.95
Eysenhardtia texana	66	0.78	46.49	3.60	9	2.69	2.36
Flourensia cernua	32	0.38	4.13	0.32	4	1.20	0.63
Forestiera angustifolia	80	0.95	49.76	3.85	16	4.79	3.20
Fraxinus greggii	1	0.01	0.50	0.04	1	0.30	0.12
Guaiacum angustifolium	184	2.18	34.97	2.71	19	5.69	3.52
Hesperaloe funifera	7	0.08	1.97	0.15	5	1.50	0.58
Jatropha dioica	321	3.80	27.52	2.13	19	5.69	3.87
Karwinskia humboldtiana	61	0.72	23.91	1.85	9	2.69	1.76
Koeberlinia spinosa	5	0.06	2.94	0.23	5	1.50	0.59
Krameria bicolor	3	0.04	0.08	0.01	2	0.60	0.21
Krameria ramosissima	476	5.64	16.71	1.29	17	5.09	4.01
Leucophyllum frutescens	144	1.71	29.77	2.30	12	3.59	2.53
Lippia origanoides	242	2.87	30.71	2.38	13	3.89	3.04
Lycium berlandieri	7	0.08	4.53	0.35	3	0.90	0.44
Mimosa texana	21	0.25	2.85	0.22	5	1.50	0.66
Nahuatlea hypoleuca	48	0.57	29.06	2.25	8	2.40	1.74
Parthenium incanum	15	0.18	0.59	0.05	1	0.30	0.17
Salvia ballotiflora	35	0.41	8.27	0.64	6	1.80	0.95
Senegalia berlandieri	531	6.29	192.58	14.90	18	5.39	8.86
Sideroxylon celastrinum	23	0.27	0.93	0.07	1	0.30	0.21
Sidneya tenuifolia	71	0.84	9.11	0.71	9	2.69	1.41
Vachellia constricta	375	4.44	168.20	13.02	19	5.69	7.72
Suma	8,444	100	1,292.11	100	334	100	100

Grupo de cactáceas

El estrato cactáceas estuvo integrado por 13 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Opuntia engelmannii, con un IVI de 42.81 %. Esta posición se explica por

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

una abundancia relativa de 30.59 %, una dominancia relativa de 74.88 % y una frecuencia relativa de 22.97 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 74.88 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Cylindropuntia leptocaulis, con un IVI de 12.04 %, asociado con 9.02 % de abundancia relativa, 18.99 % de dominancia relativa y 8.11 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Lophophora williamsii, con un IVI de 11.26 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 66.11 % del valor total del estrato. La concentración observada indica una dominancia marcada de un grupo reducido de especies, aunque permanece una contribución apreciable de especies secundarias. En Opuntia engelmannii, la dominancia relativa supera a la abundancia relativa en 44.29 puntos porcentuales, patrón compatible con individuos de mayor dimensión o cobertura promedio respecto del conjunto del estrato.

Tabla III.15. Índice de valor de importancia para cactáceas de MDR en el AI.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Ancistrocactus scheeri	2	0.78	0.01	0.02	1	1.35	0.72
Ariocarpus retusus	8	3.14	0.02	0.07	4	5.41	2.87
Coryphantha echinus	1	0.39	0.00	0.01	1	1.35	0.58
Coryphantha ramillosa	15	5.88	0.05	0.15	4	5.41	3.81
Cylindropuntia leptocaulis	23	9.02	6.16	18.99	6	8.11	12.04
Echinocereus enneacanthus	11	4.31	0.52	1.60	7	9.46	5.12
Echinocereus pectinatus	3	1.18	0.01	0.02	1	1.35	0.85
Epithelantha micromeris	14	5.49	0.03	0.11	4	5.41	3.67
Escobaria duncanii	4	1.57	0.01	0.02	2	2.70	1.43
Lophophora williamsii	54	21.18	0.14	0.44	9	12.16	11.26
Neolloydia conoidea	34	13.33	0.21	0.64	13	17.57	10.51
Opuntia engelmannii	78	30.59	24.30	74.88	17	22.97	42.81
Opuntia rufida	8	3.14	0.98	3.04	5	6.76	4.31
Suma	255	100	32.45	100	74	100	100

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo estuvo integrado por 13 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Thymophylla pentachaeta, con un IVI de 23.95 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 25.43 %, una dominancia relativa de 29.16 % y una frecuencia relativa de 17.24 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 29.16 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Bouteloua gracilis, con un IVI de 22.38 %, asociado con 26.01 % de abundancia relativa, 23.90 % de dominancia relativa y 17.24 % de frecuencia relativa. La tercera posición

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

correspondió a Aristida ternipes, con un IVI de 10.60 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 56.93 % del valor total del estrato. La distribución del IVI muestra una dominancia moderada, con varias especies secundarias que participan de manera relevante en la estructura del estrato. En Thymophylla pentachaeta, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 3.73 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Considerando conjuntamente los cuatro estratos del área AI, el valor individual más alto correspondió a Opuntia engelmannii en el estrato cactáceas, con un IVI de 42.81 %. La comparación entre estratos muestra que la importancia ecológica se concentra de manera distinta según la forma de vida, por lo que la caracterización de la vegetación debe considerar simultáneamente la composición florística y la estructura vertical de la comunidad.

Tabla III.16. Índice de valor de importancia herbáceo de MDR en el AI.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Arenaria lycopodioides	1,114	4.05	25.95	4.11	4	6.90	5.02
Aristida purpurea	637	2.31	10.68	1.69	2	3.45	2.48
Aristida ternipes	3,024	10.98	66.11	10.48	6	10.34	10.60
Bouteloua barbata	796	2.89	17.34	2.75	4	6.90	4.18
Bouteloua gracilis	7,162	26.01	150.81	23.90	10	17.24	22.38
Bouteloua trifida	2,706	9.83	52.68	8.35	4	6.90	8.36
Mandevilla macrosiphon	1,273	4.62	35.29	5.59	3	5.17	5.13
Meximalva filipes	1,751	6.36	53.10	8.42	5	8.62	7.80
Nama hispida	318	1.15	3.65	0.58	2	3.45	1.73
Ruellia nudiflora	159	0.58	1.51	0.24	1	1.72	0.85
Thymophylla micropoides	796	2.89	20.24	3.21	3	5.17	3.76
Thymophylla pentachaeta	7,003	25.43	184.01	29.16	10	17.24	23.95
Trixis californica	796	2.89	9.60	1.52	4	6.90	3.77
Suma	27,535	100	630.96	100	58	100	100

Región ecológica

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo estuvo integrado por 5 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Yucca rostrata, con un IVI de 34.39 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 33.33 %, una dominancia relativa de 38.59 % y una frecuencia relativa de 31.25 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 38.59 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Parkinsonia texana, con un IVI de 31.44 %, asociado con 44.74 % de abundancia relativa, 30.82 % de dominancia relativa y 18.75 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Yucca treculiana, con un IVI de 22.81 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 88.63 % del valor total del estrato. Este nivel de concentración evidencia una estructura fuertemente jerarquizada, en la que pocas especies definen la fisonomía y el funcionamiento estructural de la comunidad. En Yucca rostrata, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 5.25 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Tabla III.17. Índice de valor de importancia arbóreo de MDR en la RE.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Diospyros texana	5	4.39	5.35	9.74	2	12.5	8.88
Neltuma glandulosa	1	0.88	0.20	0.36	1	6.3	2.49
Parkinsonia texana	51	44.74	16.94	30.82	3	18.8	31.44
Yucca treculiana	19	16.67	11.27	20.50	5	31.3	22.81
Yucca rostrata	38	33.33	21.21	38.59	5	31.3	34.39
Suma	114	100	55	100	16	100	100

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo estuvo integrado por 39 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Agave lechuguilla, con un IVI de 18.03 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 28.23 %, una dominancia relativa de 19.26 % y una frecuencia relativa de 6.60 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la abundancia relativa, con 28.23 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Euphorbia antisyphilitica, con un IVI de 10.30 %, asociado con 17.69 % de abundancia relativa, 7.27 % de dominancia relativa y 5.94 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Chamaecrista greggii, con un IVI de 9.21 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 37.54 % del valor total del estrato. La distribución del IVI es relativamente repartida, lo que refleja una estructura menos concentrada y una participación más equilibrada de diversas especies. En Agave lechuguilla, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 8.97 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.18. Índice de valor de importancia arbustivo de MDR en la RE.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Agave lechuguilla	4,155	28.23	291.88	19.26	20	6.60	18.03
Bauhinia lunarioides	12	0.08	1.58	0.10	2	0.66	0.28
Bernardia myricifolia	23	0.16	7.56	0.50	2	0.66	0.44
Calliandra conferta	1,490	10.12	63.01	4.16	19	6.27	6.85
Castela erecta	15	0.10	3.64	0.24	3	0.99	0.44
Chamaecrista greggii	1,190	8.09	206.12	13.60	18	5.94	9.21
Citharexylum brachyanthum	27	0.18	13.61	0.90	11	3.63	1.57
Colubrina texensis	2	0.01	1.00	0.07	1	0.33	0.14
Condaliopsis obtusifolia	3	0.02	2.40	0.16	3	0.99	0.39
Croton incanus	176	1.20	45.37	2.99	18	5.94	3.38
Dalea formosa	4	0.03	0.16	0.01	1	0.33	0.12
Dasylirion texanum	70	0.48	40.82	2.69	11	3.63	2.27
Dermatophyllum secundiflorum	1	0.01	0.50	0.03	1	0.33	0.12
Euphorbia antisyphilitica	2,603	17.69	110.14	7.27	18	5.94	10.30
Eysenhardtia texana	11	0.07	5.01	0.33	3	0.99	0.47
Flourensia cernua	165	1.12	8.64	0.57	10	3.30	1.66
Forestiera angustifolia	29	0.20	14.18	0.94	11	3.63	1.59
Fraxinus greggii	3	0.02	2.96	0.20	2	0.66	0.29
Guaiacum angustifolium	220	1.49	41.49	2.74	18	5.94	3.39
Hechtia texensis	1,789	12.16	123.77	8.17	12	3.96	8.09
Hesperaloe funifera	7	0.05	0.27	0.02	2	0.66	0.24
Jatropha dioica	640	4.35	36.77	2.43	18	5.94	4.24
Jefea brevifolia	2	0.01	0.78	0.05	1	0.33	0.13
Karwinskia humboldtiana	30	0.20	5.51	0.36	5	1.65	0.74
Koeberlinia spinosa	8	0.05	1.18	0.08	2	0.66	0.26
Krameria bicolor	10	0.07	1.87	0.12	1	0.33	0.17
Krameria ramosissima	66	0.45	2.60	0.17	3	0.99	0.54
Larrea tridentata	11	0.07	5.03	0.33	2	0.66	0.36
Leucophyllum frutescens	313	2.13	67.86	4.48	18	5.94	4.18
Lippia origanoides	438	2.98	63.10	4.16	15	4.95	4.03
Mimosa texana	6	0.04	0.36	0.02	3	0.99	0.35
Nahuatlea hypoleuca	67	0.46	46.52	3.07	8	2.64	2.06
Rhus virens	1	0.01	1.13	0.07	1	0.33	0.14
Salvia ballotiflora	54	0.37	2.23	0.15	3	0.99	0.50
Senegalia berlandieri	849	5.77	197.25	13.02	19	6.27	8.35
Sideroxylon celastrinum	2	0.01	1.73	0.11	2	0.66	0.26
Sidneya tenuifolia	46	0.31	2.90	0.19	6	1.98	0.83
Vachellia constricta	178	1.21	94.00	6.20	9	2.97	3.46
Zanthoxylum fagara	2	0.01	0.16	0.01	1	0.33	0.12
Suma	14,718	100	1,515.10	100	303	100	100

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Grupo de cactáceas

El estrato cactáceas estuvo integrado por 11 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Opuntia engelmannii, con un IVI de 34.46 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 19.19 %, una dominancia relativa de 58.04 % y una frecuencia relativa de 26.15 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 58.04 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Neolloydia conoidea, con un IVI de 22.88 %, asociado con 51.11 % de abundancia relativa, 2.15 % de dominancia relativa y 15.38 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Cylindropuntia leptocaulis, con un IVI de 16.49 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 73.83 % del valor total del estrato. La concentración observada indica una dominancia marcada de un grupo reducido de especies, aunque permanece una contribución apreciable de especies secundarias. En Opuntia engelmannii, la dominancia relativa supera a la abundancia relativa en 38.85 puntos porcentuales, patrón compatible con individuos de mayor dimensión o cobertura promedio respecto del conjunto del estrato.

Tabla III.19. Índice de valor de importancia de cactáceas de MDR en la RE.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Ancistrocactus scheeri	1	0.20	0.00	0.00	1	1.54	0.58
Ariocarpus retusus	6	1.21	0.02	0.06	4	6.15	2.47
Coryphantha ramillosa	21	4.24	0.06	0.19	4	6.15	3.53
Cylindropuntia leptocaulis	39	7.88	7.33	24.67	11	16.92	16.49
Echinocereus enneacanthus	6	1.21	0.21	0.69	2	3.08	1.66
Echinocereus pectinatus	1	0.20	0.00	0.00	1	1.54	0.58
Escobaria duncanii	15	3.03	0.02	0.07	3	4.62	2.57
Lophophora williamsii	33	6.67	0.11	0.37	6	9.23	5.42
Neolloydia conoidea	253	51.11	0.64	2.15	10	15.38	22.88
Opuntia engelmannii	95	19.19	17.24	58.04	17	26.15	34.46
Opuntia rufida	25	5.05	4.09	13.76	6	9.23	9.35
Suma	495	100	29.71	100	65	100	100

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo estuvo integrado por 11 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Bouteloua gracilis, con un IVI de 26.28 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 25.88 %, una dominancia relativa de 23.33 % y una frecuencia relativa de 29.63 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la frecuencia relativa, con 29.63 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Mandevilla macrosiphon, con un IVI de 16.19 %, asociado con 19.58 % de abundancia relativa, 21.59 % de dominancia relativa y 7.41 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Arenaria lycopodioides, con un IVI de 12.00 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 54.47 % del valor total del estrato. La distribución del IVI muestra una dominancia moderada, con varias especies secundarias que participan de manera relevante en la estructura del estrato. En Bouteloua gracilis, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 2.55 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Considerando conjuntamente los cuatro estratos del área RE, el valor individual más alto correspondió a Opuntia engelmannii en el estrato cactáceas, con un IVI de 34.46 %. La comparación entre estratos muestra que la importancia ecológica se concentra de manera distinta según la forma de vida, por lo que la caracterización de la vegetación debe considerar simultáneamente la composición florística y la estructura vertical de la comunidad.

Tabla III.20. Índice de valor de importancia herbáceo de MDR en la RE.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Arenaria lycopodioides	3,024	13.29	70.69	15.30	2	7.41	12.00
Aristida purpurea	2,228	9.79	46.74	10.12	4	14.81	11.57
Aristida ternipes	2,706	11.89	54.09	11.71	2	7.41	10.34
Bouteloua gracilis	5,889	25.88	107.78	23.33	8	29.63	26.28
Bouteloua trifida	477	2.10	9.93	2.15	1	3.70	2.65
Mandevilla macrosiphon	4,456	19.58	99.75	21.59	2	7.41	16.19
Meximalva filipes	159	0.70	5.00	1.08	1	3.70	1.83
Ruellia nudiflora	159	0.70	0.61	0.13	1	3.70	1.51
Thymophylla micropoides	955	4.20	11.63	2.52	2	7.41	4.71
Thymophylla pentachaeta	2,387	10.49	52.83	11.44	3	11.11	11.01
Tiquilia canescens	318	1.40	2.91	0.63	1	3.70	1.91
Suma	22,758	100	461.94	100	27	100	100

III.6.1.1.2 Vegetación de Matorral Desértico Micrófilo

Área del Proyecto

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo estuvo integrado por 5 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Neltuma glandulosa, con un IVI de 57.55 %. Esta posición se explica por

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

una abundancia relativa de 53.73 %, una dominancia relativa de 73.91 % y una frecuencia relativa de 45.00 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 73.91 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Parkinsonia texana, con un IVI de 16.34 %, asociado con 23.13 % de abundancia relativa, 10.89 % de dominancia relativa y 15.00 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Yucca treculiana, con un IVI de 15.80 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 89.69 % del valor total del estrato. Este nivel de concentración evidencia una estructura fuertemente jerarquizada, en la que pocas especies definen la fisonomía y el funcionamiento estructural de la comunidad. En Neltuma glandulosa, la dominancia relativa supera a la abundancia relativa en 20.18 puntos porcentuales, patrón compatible con individuos de mayor dimensión o cobertura promedio respecto del conjunto del estrato.

Tabla III.21. Índice de valor de importancia arbóreo de MDM en el AP.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Neltuma glandulosa	72	53.73	84.18	73.91	9	45.0	57.55
Parkinsonia texana	31	23.13	12.41	10.89	3	15.0	16.34
Yucca treculiana	20	14.93	14.21	12.48	4	20.0	15.80
Yucca rostrata	2	1.49	0.63	0.55	1	5.0	2.35
Yucca torreyi	9	6.72	2.47	2.17	3	15.0	7.96
Suma	134	100	114	100	20	100	100

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo estuvo integrado por 28 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Flourensia cernua, con un IVI de 15.36 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 19.84 %, una dominancia relativa de 17.77 % y una frecuencia relativa de 8.47 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la abundancia relativa, con 19.84 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Larrea tridentata, con un IVI de 13.32 %, asociado con 14.34 % de abundancia relativa, 18.84 % de dominancia relativa y 6.78 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Agave lechuguilla, con un IVI de 9.80 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 38.48 % del valor total del estrato. La distribución del IVI es relativamente repartida, lo que refleja una estructura menos concentrada y una participación más equilibrada de diversas especies. En Flourensia cernua, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 2.07 puntos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Tabla III.22. Índice de valor de importancia arbustivo de MDM en el AP.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Agave lechuguilla	523	19.18	36.49	6.84	4	3.39	9.80
Aloysia gratissima	1	0.04	0.50	0.09	1	0.85	0.33
Calliandra conferta	28	1.03	1.10	0.21	1	0.85	0.69
Castela erecta	3	0.11	1.41	0.26	1	0.85	0.41
Celtis pallida	11	0.40	5.34	1.00	3	2.54	1.32
Condaliopsis obtusifolia	2	0.07	1.59	0.30	2	1.69	0.69
Croton incanus	1	0.04	0.50	0.09	1	0.85	0.33
Ephedra antisyphilitica	1	0.04	0.50	0.09	1	0.85	0.33
Eysenhardtia texana	45	1.65	34.64	6.49	4	3.39	3.84
Flourensia cernua	541	19.84	94.78	17.77	10	8.47	15.36
Forestiera angustifolia	1	0.04	0.95	0.18	1	0.85	0.35
Guaiacum angustifolium	77	2.82	16.84	3.16	8	6.78	4.25
Jatropha dioica	262	9.61	23.07	4.32	8	6.78	6.90
Karwinskia humboldtiana	42	1.54	12.54	2.35	8	6.78	3.56
Koeberlinia spinosa	50	1.83	6.93	1.30	4	3.39	2.17
Krameria bicolor	11	0.40	0.47	0.09	2	1.69	0.73
Krameria ramosissima	112	4.11	5.24	0.98	4	3.39	2.83
Larrea tridentata	391	14.34	100.50	18.84	8	6.78	13.32
Leucophyllum frutescens	13	0.48	0.99	0.19	4	3.39	1.35
Lippia origanoides	179	6.56	23.84	4.47	6	5.08	5.37
Lycium berlandieri	16	0.59	8.88	1.67	5	4.24	2.16
Mimosa texana	3	0.11	1.92	0.36	2	1.69	0.72
Parthenium incanum	13	0.48	3.09	0.58	1	0.85	0.63
Schaefferia cuneifolia	56	2.05	11.20	2.10	6	5.08	3.08
Senegalia berlandieri	86	3.15	41.23	7.73	4	3.39	4.76
Senegalia greggii	4	0.15	4.37	0.82	2	1.69	0.89
Sideroxylon celastrinum	87	3.19	42.48	7.96	9	7.63	6.26
Vachellia constricta	168	6.16	52.06	9.76	8	6.78	7.57
Suma	2,727	100	533.46	100	118	100	100

Grupo de las cactáceas

El estrato cactáceas estuvo integrado por 6 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Cylindropuntia leptocaulis, con un IVI de 59.93 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 65.33 %, una dominancia relativa de 81.13 % y una frecuencia relativa de 33.33 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 81.13 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Opuntia engelmannii, con un IVI de 23.21 %, asociado con 21.05 % de abundancia relativa, 18.59 % de dominancia relativa y 30.00 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Grusonia schottii, con un IVI de 10.54 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 93.69 % del valor total del estrato. Este nivel de concentración evidencia una estructura fuertemente jerarquizada, en la que pocas especies definen la fisonomía y el funcionamiento estructural de la comunidad. En Cylindropuntia leptocaulis, la dominancia relativa supera a la abundancia relativa en 15.80 puntos porcentuales, patrón compatible con individuos de mayor dimensión o cobertura promedio respecto del conjunto del estrato.

Tabla III.23. Índice de valor de importancia de cactáceas de MDM en el AP.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Cylindropuntia leptocaulis	211	65.33	54.72	81.13	10	33.33	59.93
Echinocereus enneacanthus	2	0.62	0.04	0.06	2	6.67	2.45
Echinocereus pectinatus	4	1.24	0.01	0.02	2	6.67	2.64
Grusonia schottii	37	11.46	0.12	0.18	6	20.00	10.54
Homalocephala texensis	1	0.31	0.01	0.02	1	3.33	1.22
Opuntia engelmannii	68	21.05	12.54	18.59	9	30.00	23.21
Suma	323	100	67.45	100	30	100	100

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo estuvo integrado por 3 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Aristida purpurea, con un IVI de 73.51 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 81.26 %, una dominancia relativa de 72.59 % y una frecuencia relativa de 66.67 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la abundancia relativa, con 81.26 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Thymophylla pentachaeta, con un IVI de 14.70 %, asociado con 12.49 % de abundancia relativa, 14.96 % de dominancia relativa y 16.67 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Aristida ternipes, con un IVI de 11.79 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 100.00 % del valor total del estrato. Este nivel de concentración evidencia una estructura fuertemente jerarquizada, en la que pocas especies definen la fisonomía y el funcionamiento estructural de la comunidad. En Aristida purpurea, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 8.68 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Considerando conjuntamente los cuatro estratos del área AP, el valor individual más alto correspondió a Aristida purpurea en el estrato herbáceo, con un IVI de 73.51 %. La comparación entre estratos muestra que la importancia ecológica se concentra de manera distinta según la forma de vida, por lo que la caracterización de la vegetación debe considerar simultáneamente la composición florística y la estructura vertical de la comunidad.

Tabla III.24. Índice de valor de importancia herbáceo de MDM en el AP.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Aristida purpurea	2,069	81.26	23.60	72.59	4	66.67	73.51
Aristida ternipes	159	6.25	4.05	12.46	1	16.67	11.79
Thymophylla pentachaeta	318	12.49	4.86	14.96	1	16.67	14.70
Suma	2,546	100	32.51	100	6	100	100

Área de Influencia

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo estuvo integrado por 4 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Neltuma glandulosa, con un IVI de 60.10 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 65.67 %, una dominancia relativa de 75.49 % y una frecuencia relativa de 39.13 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 75.49 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Parkinsonia texana, con un IVI de 22.59 %, asociado con 23.88 % de abundancia relativa, 13.45 % de dominancia relativa y 30.43 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Yucca treculiana, con un IVI de 15.32 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 98.00 % del valor total del estrato. Este nivel de concentración evidencia una estructura fuertemente jerarquizada, en la que pocas especies definen la fisonomía y el funcionamiento estructural de la comunidad. En Neltuma glandulosa, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 9.82 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Tabla III.25. Índice de valor de importancia arbóreo de MDM en el AI.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Diospyros texana	1	0.75	0.95	0.90	1	4.3	2.00

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Neltuma glandulosa	88	65.67	79.87	75.49	9	39.1	60.10
Parkinsonia texana	32	23.88	14.23	13.45	7	30.4	22.59
Yucca treculiana	13	9.70	10.75	10.16	6	26.1	15.32
Suma	134	100	106	100	23	100	100

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo estuvo integrado por 32 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Larrea tridentata, con un IVI de 14.38 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 14.13 %, una dominancia relativa de 23.43 % y una frecuencia relativa de 5.59 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 23.43 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Flourensia cernua, con un IVI de 10.83 %, asociado con 13.38 % de abundancia relativa, 14.13 % de dominancia relativa y 4.97 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Agave lechuguilla, con un IVI de 10.71 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 35.92 % del valor total del estrato. La distribución del IVI es relativamente repartida, lo que refleja una estructura menos concentrada y una participación más equilibrada de diversas especies. En Larrea tridentata, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 9.30 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Tabla III.26. Índice de valor de importancia arbustivo de MDM en el AI.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Agave lechuguilla	592	21.12	41.80	6.04	8	4.97	10.71
Atriplex canescens	39	1.39	1.64	0.24	2	1.24	0.96
Bernardia myricifolia	10	0.36	3.43	0.50	5	3.11	1.32
Calliandra conferta	37	1.32	1.58	0.23	4	2.48	1.34
Castela erecta	2	0.07	0.89	0.13	1	0.62	0.27
Celtis pallida	34	1.21	7.01	1.01	4	2.48	1.57
Chamaecrista greggii	20	0.71	2.09	0.30	3	1.86	0.96
Citharexylum brachyanthum	74	2.64	45.22	6.54	5	3.11	4.09
Colubrina texensis	1	0.04	0.04	0.01	1	0.62	0.22
Condalia spathulata	5	0.18	1.29	0.19	4	2.48	0.95
Condaliopsis obtusifolia	9	0.32	3.60	0.52	5	3.11	1.32
Croton incanus	3	0.11	0.53	0.08	2	1.24	0.48
Ephedra antisyphilitica	1	0.04	0.03	0.00	1	0.62	0.22

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Eysenhardtia texana	69	2.46	38.62	5.58	6	3.73	3.92
Flourensia cernua	375	13.38	97.77	14.13	8	4.97	10.83
Forestiera angustifolia	25	0.89	16.16	2.34	7	4.35	2.53
Guaiacum angustifolium	144	5.14	27.18	3.93	10	6.21	5.09
Jatropha dioica	155	5.53	9.37	1.35	7	4.35	3.74
Karwinskia humboldtiana	34	1.21	19.92	2.88	8	4.97	3.02
Koeberlinia spinosa	9	0.32	4.50	0.65	4	2.48	1.15
Krameria ramosissima	162	5.78	5.59	0.81	4	2.48	3.02
Larrea tridentata	396	14.13	162.08	23.43	9	5.59	14.38
Leucophyllum frutescens	57	2.03	11.37	1.64	7	4.35	2.68
Lippia origanoides	100	3.57	24.40	3.53	7	4.35	3.81
Lycium berlandieri	70	2.50	21.97	3.18	9	5.59	3.75
Mimosa texana	5	0.18	1.08	0.16	1	0.62	0.32
Nahuatlea hypoleuca	2	0.07	1.26	0.18	2	1.24	0.50
Parthenium incanum	17	0.61	2.65	0.38	4	2.48	1.16
Schaefferia cuneifolia	57	2.03	11.38	1.65	7	4.35	2.68
Senegalia berlandieri	169	6.03	71.19	10.29	8	4.97	7.10
Senegalia greggii	3	0.11	3.60	0.52	1	0.62	0.42
Vachellia constricta	127	4.53	52.53	7.59	7	4.35	5.49
Suma	2,803	100	691.76	100	161	100	100

Estrato cactáceas

El estrato cactáceas estuvo integrado por 13 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Cylindropuntia leptocaulis, con un IVI de 41.75 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 42.66 %, una dominancia relativa de 60.85 % y una frecuencia relativa de 21.74 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 60.85 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Opuntia engelmannii, con un IVI de 26.29 %, asociado con 23.43 % de abundancia relativa, 35.88 % de dominancia relativa y 19.57 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Neolloydia conoidea, con un IVI de 6.37 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 74.41 % del valor total del estrato. La concentración observada indica una dominancia marcada de un grupo reducido de especies, aunque permanece una contribución apreciable de especies secundarias. En Cylindropuntia leptocaulis, la dominancia relativa supera a la abundancia relativa en 18.19 puntos porcentuales, patrón compatible con individuos de mayor dimensión o cobertura promedio respecto del conjunto del estrato.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.27. Índice de valor de importancia cactáceas de MDM en el AI.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Ancistrocactus scheeri	17	5.94	0.04	0.11	6	13.04	6.36
Cylindropuntia leptocaulis	122	42.66	23.49	60.85	10	21.74	41.75
Echinocereus enneacanthus	5	1.75	0.21	0.54	2	4.35	2.21
Echinocereus pectinatus	8	2.80	0.02	0.05	1	2.17	1.67
Echinocereus poselgeri	5	1.75	0.72	1.86	4	8.70	4.10
Epithelantha micromeris	1	0.35	0.00	0.01	1	2.17	0.84
Escobaria duncanii	2	0.70	0.00	0.01	1	2.17	0.96
Grusonia schottii	25	8.74	0.06	0.17	4	8.70	5.87
Hamatocactus hamatacanthus	2	0.70	0.02	0.06	2	4.35	1.70
Mammillaria heyderi	1	0.35	0.00	0.01	1	2.17	0.84
Neolloydia conoidea	29	10.14	0.10	0.26	4	8.70	6.37
Opuntia engelmannii	67	23.43	13.85	35.88	9	19.57	26.29
Opuntia atrispina	2	0.70	0.08	0.20	1	2.17	1.02
Suma	286	100	38.60	100	46	100	100

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo estuvo integrado por 6 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Bouteloua gracilis, con un IVI de 37.56 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 44.69 %, una dominancia relativa de 39.42 % y una frecuencia relativa de 28.57 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la abundancia relativa, con 44.69 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Tiquilia canescens, con un IVI de 27.75 %, asociado con 29.79 % de abundancia relativa, 17.74 % de dominancia relativa y 35.71 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Meximalva filipes, con un IVI de 12.36 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 77.67 % del valor total del estrato. La concentración observada indica una dominancia marcada de un grupo reducido de especies, aunque permanece una contribución apreciable de especies secundarias. En Bouteloua gracilis, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 5.26 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Considerando conjuntamente los cuatro estratos del área AI, el valor individual más alto correspondió a Neltuma glandulosa en el estrato arbóreo, con un IVI de 60.10 %. La comparación entre estratos muestra que la importancia ecológica se concentra de manera distinta según la forma de vida, por lo que la caracterización de la vegetación debe

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

considerar simultáneamente la composición florística y la estructura vertical de la comunidad.

Tabla III.28. Índice de valor de importancia herbáceo de MDM en el AI.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Allionia incarnata	159	2.13	0.31	0.18	1	7.14	3.15
Aristida purpurea	318	4.25	7.63	4.49	2	14.29	7.68
Bouteloua gracilis	3,342	44.69	66.99	39.42	4	28.57	37.56
Bouteloua trifida	955	12.77	24.81	14.60	1	7.14	11.51
Meximalva filipes	477	6.38	40.03	23.56	1	7.14	12.36
Tiquilia canescens	2,228	29.79	30.15	17.74	5	35.71	27.75
Suma	7,479	100	169.91	100	14	100	100

Región ecológica

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo estuvo integrado por 5 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Neltuma glandulosa, con un IVI de 30.86 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 27.51 %, una dominancia relativa de 40.05 % y una frecuencia relativa de 25.00 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 40.05 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Yucca rostrata, con un IVI de 27.00 %, asociado con 49.21 % de abundancia relativa, 26.78 % de dominancia relativa y 5.00 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Yucca treculiana, con un IVI de 24.68 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 82.53 % del valor total del estrato. La concentración observada indica una dominancia marcada de un grupo reducido de especies, aunque permanece una contribución apreciable de especies secundarias. En Neltuma glandulosa, la dominancia relativa supera a la abundancia relativa en 12.54 puntos porcentuales, patrón compatible con individuos de mayor dimensión o cobertura promedio respecto del conjunto del estrato.

Tabla III.29. Índice de valor de importancia arbóreo de MDM en la RE.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Diospyros texana	1	0.53	1.33	1.31	1	5.0	2.28
Neltuma glandulosa	52	27.51	40.61	40.05	5	25.0	30.86
Parkinsonia texana	20	10.58	15.20	14.99	4	20.0	15.19
Yucca treculiana	23	12.17	17.10	16.86	9	45.0	24.68
Yucca rostrata	93	49.21	27.16	26.78	1	5.0	27.00

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Suma	189	100	101	100	20	100	100

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo estuvo integrado por 29 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Flourensia cernua, con un IVI de 26.88 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 38.64 %, una dominancia relativa de 32.73 % y una frecuencia relativa de 9.26 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la abundancia relativa, con 38.64 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Larrea tridentata, con un IVI de 8.56 %, asociado con 6.43 % de abundancia relativa, 12.78 % de dominancia relativa y 6.48 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Lippia origanoides, con un IVI de 8.49 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 43.93 % del valor total del estrato. La distribución del IVI es relativamente repartida, lo que refleja una estructura menos concentrada y una participación más equilibrada de diversas especies. En Flourensia cernua, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 5.91 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Tabla III.30. Índice de valor de importancia arbustivo de MDM en la RE.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Agave lechuguilla	307	13.24	21.13	5.96	3	2.78	7.33
Atriplex canescens	4	0.17	0.51	0.14	1	0.93	0.41
Bauhinia lunarioides	1	0.04	0.50	0.14	1	0.93	0.37
Bernardia myricifolia	2	0.09	0.22	0.06	1	0.93	0.36
Calliandra conferta	19	0.82	0.77	0.22	1	0.93	0.65
Celtis pallida	10	0.43	5.64	1.59	3	2.78	1.60
Citharexylum brachyanthum	54	2.33	23.85	6.73	5	4.63	4.56
Condalia spathulata	31	1.34	2.48	0.70	1	0.93	0.99
Condaliopsis obtusifolia	15	0.65	8.37	2.36	3	2.78	1.93
Euphorbia antisyphilitica	5	0.22	0.25	0.07	1	0.93	0.40
Eysenhardtia texana	6	0.26	1.92	0.54	2	1.85	0.88
Flourensia cernua	896	38.64	115.99	32.73	10	9.26	26.88
Forestiera angustifolia	5	0.22	0.20	0.06	3	2.78	1.02
Guaiacum angustifolium	85	3.67	20.89	5.89	10	9.26	6.27
Jatropha dioica	143	6.17	7.24	2.04	7	6.48	4.90
Karwinskia humboldtiana	32	1.38	6.27	1.77	8	7.41	3.52

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Krameria bicolor	14	0.60	1.91	0.54	2	1.85	1.00
Krameria ramosissima	36	1.55	1.25	0.35	1	0.93	0.94
Larrea tridentata	149	6.43	45.31	12.78	7	6.48	8.56
Leucophyllum frutescens	83	3.58	9.51	2.68	6	5.56	3.94
Lippia origanoides	205	8.84	29.37	8.29	9	8.33	8.49
Lycium berlandieri	8	0.34	0.36	0.10	2	1.85	0.77
Mimosa texana	8	0.34	4.29	1.21	2	1.85	1.14
Schaefferia cuneifolia	20	0.86	3.49	0.98	5	4.63	2.16
Senegalia berlandieri	3	0.13	0.85	0.24	2	1.85	0.74
Senegalia greggii	2	0.09	2.46	0.69	1	0.93	0.57
Sideroxylon celastrinum	5	0.22	1.87	0.53	4	3.70	1.48
Sidneya tenuifolia	3	0.13	2.28	0.64	1	0.93	0.57
Vachellia constricta	168	7.24	35.19	9.93	6	5.56	7.58
Suma	2,319	100	354.40	100	108	100	100

Estrato cactáceas

El estrato cactáceas estuvo integrado por 11 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Cylindropuntia leptocaulis, con un IVI de 58.71 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 65.85 %, una dominancia relativa de 78.12 % y una frecuencia relativa de 32.14 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 78.12 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Opuntia engelmannii, con un IVI de 19.22 %, asociado con 15.24 % de abundancia relativa, 21.00 % de dominancia relativa y 21.43 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Homalocephala texensis, con un IVI de 4.23 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 82.16 % del valor total del estrato. La concentración observada indica una dominancia marcada de un grupo reducido de especies, aunque permanece una contribución apreciable de especies secundarias. En Cylindropuntia leptocaulis, la dominancia relativa supera a la abundancia relativa en 12.27 puntos porcentuales, patrón compatible con individuos de mayor dimensión o cobertura promedio respecto del conjunto del estrato.

Tabla III.31. Índice de valor de importancia cactáceas de MDM en la RE.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Ancistrocactus scheeri	3	1.83	0.01	0.02	2	7.14	3.00
Cylindropuntia leptocaulis	108	65.85	22.87	78.12	9	32.14	58.71
Echinocereus enneacanthus	2	1.22	0.06	0.21	1	3.57	1.67

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Echinocereus pectinatus	5	3.05	0.01	0.03	1	3.57	2.22
Escobaria duncanii	1	0.61	0.00	0.00	1	3.57	1.39
Grusonia schottii	7	4.27	0.01	0.05	1	3.57	2.63
Homalocephala texensis	3	1.83	0.04	0.14	3	10.71	4.23
Mammillaria heyderi	1	0.61	0.00	0.01	1	3.57	1.40
Neolloydia conoidea	5	3.05	0.01	0.04	2	7.14	3.41
Opuntia engelmannii	25	15.24	6.15	21.00	6	21.43	19.22
Opuntia atrispina	4	2.44	0.11	0.38	1	3.57	2.13
Suma	164	100	29.27	100	28	100	100

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo estuvo integrado por 10 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Tiquilia canescens, con un IVI de 28.13 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 32.79 %, una dominancia relativa de 31.61 % y una frecuencia relativa de 20.00 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la abundancia relativa, con 32.79 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar se ubicó Bouteloua gracilis, con un IVI de 20.98 %, asociado con 24.59 % de abundancia relativa, 18.34 % de dominancia relativa y 20.00 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Aristida purpurea, con un IVI de 15.76 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 64.87 % del valor total del estrato. La distribución del IVI muestra una dominancia moderada, con varias especies secundarias que participan de manera relevante en la estructura del estrato. En Tiquilia canescens, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 1.19 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Tabla III.32. Índice de valor de importancia herbáceo de MDM en la RE.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Allionia incarnata	318	3.28	6.50	3.03	1	6.67	4.32
Aristida purpurea	1,751	18.04	34.08	15.89	2	13.33	15.76
Aristida ternipes	477	4.91	37.91	17.68	1	6.67	9.76
Bouteloua gracilis	2,387	24.59	39.31	18.34	3	20.00	20.98
Cenchrus ciliaris	477	4.91	8.13	3.79	1	6.67	5.12
Meximalva filipes	318	3.28	6.66	3.11	1	6.67	4.35
Ruellia nudiflora	318	3.28	6.51	3.04	1	6.67	4.33
Senna bauhinioides	318	3.28	5.73	2.67	1	6.67	4.20

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Thymophylla pentachaeta	159	1.64	1.80	0.84	1	6.67	3.05
Tiquilia canescens	3,183	32.79	67.76	31.61	3	20.00	28.13
Suma	9,706	100	214.39	100	15	100	100

Considerando conjuntamente los cuatro estratos del área RE, el valor individual más alto correspondió a Cylindropuntia leptocaulis en el estrato cactáceas, con un IVI de 58.71 %. La comparación entre estratos muestra que la importancia ecológica se concentra de manera distinta según la forma de vida, por lo que la caracterización de la vegetación debe considerar simultáneamente la composición florística y la estructura vertical de la comunidad.

III.6.1.1.3 Vegetación de Matorral Espinoso Tamaulipeco

Región ecológica

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo estuvo integrado por 3 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Neltuma glandulosa, con un IVI de 71.51 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 77.78 %, una dominancia relativa de 86.76 % y una frecuencia relativa de 50.00 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 86.76 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Yucca treculiana, con un IVI de 16.38 %, asociado con 14.81 % de abundancia relativa, 9.31 % de dominancia relativa y 25.00 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Parkinsonia texana, con un IVI de 12.11 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 100.00 % del valor total del estrato. Este nivel de concentración evidencia una estructura fuertemente jerarquizada, en la que pocas especies definen la fisonomía y el funcionamiento estructural de la comunidad. En Neltuma glandulosa, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 8.99 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Tabla III.33. Índice de valor de importancia arbóreo de MET en la RE.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Neltuma glandulosa	42	77.78	34.88	86.76	4	50.0	71.51
Parkinsonia texana	4	7.41	1.58	3.92	2	25.0	12.11
Yucca treculiana	8	14.81	3.74	9.31	2	25.0	16.38
Suma	54	100	40	100	8	100	100

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo estuvo integrado por 29 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Leucophyllum frutescens, con un IVI de 20.97 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 26.14 %, una dominancia relativa de 30.96 % y una frecuencia relativa de 5.80 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 30.96 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar, se ubicó Lippia origanoides, con un IVI de 7.24 %, asociado con 11.59 % de abundancia relativa, 8.67 % de dominancia relativa y 1.45 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Vachellia rigidula, con un IVI de 6.43 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 34.63 % del valor total del estrato. La distribución del IVI es relativamente repartida, lo que refleja una estructura menos concentrada y una participación más equilibrada de diversas especies. En Leucophyllum frutescens, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 4.82 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Tabla III.34. Índice de valor de importancia arbustivo de MET en la RE.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Agave lechuguilla	21	1.78	1.29	0.38	2	2.90	1.68
Bernardia myricifolia	31	2.62	21.85	6.37	4	5.80	4.93
Calliandra conferta	122	10.32	5.15	1.50	4	5.80	5.87
Castela erecta	7	0.59	0.31	0.09	1	1.45	0.71
Chamaecrista greggii	55	4.65	12.97	3.78	3	4.35	4.26
Colubrina texensis	8	0.68	0.37	0.11	2	2.90	1.23
Condalia spathulata	3	0.25	2.40	0.70	2	2.90	1.28
Condaliopsis obtusifolia	8	0.68	7.11	2.07	3	4.35	2.37
Eysenhardtia texana	29	2.45	16.10	4.69	3	4.35	3.83
Flourensia cernua	34	2.88	6.55	1.91	1	1.45	2.08
Forestiera angustifolia	15	1.27	12.77	3.72	3	4.35	3.11
Guaiacum angustifolium	30	2.54	15.42	4.49	4	5.80	4.28
Jatropha dioica	87	7.36	4.62	1.35	4	5.80	4.83

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Karwinskia humboldtiana	25	2.12	15.91	4.63	4	5.80	4.18
Koeberlinia spinosa	1	0.08	0.03	0.01	1	1.45	0.51
Krameria bicolor	2	0.17	0.12	0.03	1	1.45	0.55
Larrea tridentata	42	3.55	13.16	3.83	2	2.90	3.43
Leucophyllum frutescens	309	26.14	106.29	30.96	4	5.80	20.97
Lippia origanoides	137	11.59	29.76	8.67	1	1.45	7.24
Mimosa texana	7	0.59	1.05	0.31	2	2.90	1.27
Parthenium incanum	4	0.34	0.21	0.06	1	1.45	0.62
Salvia ballotiflora	2	0.17	0.08	0.02	1	1.45	0.55
Schaefferia cuneifolia	36	3.05	11.09	3.23	3	4.35	3.54
Senegalia berlandieri	25	2.12	15.08	4.39	1	1.45	2.65
Senegalia greggii	5	0.42	0.91	0.26	2	2.90	1.20
Sidneya tenuifolia	11	0.93	0.51	0.15	2	2.90	1.33
Vachellia rigidula	58	4.91	34.43	10.03	3	4.35	6.43
Vachellia constricta	54	4.57	3.41	0.99	3	4.35	3.30
Zanthoxylum fagara	14	1.18	4.30	1.25	2	2.90	1.78
Suma	1,182	100	343.27	100	69	100	100

Estrato cactáceas

El estrato cactáceas estuvo integrado por 8 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Cylindropuntia leptocaulis, con un IVI de 46.00 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 48.94 %, una dominancia relativa de 65.55 % y una frecuencia relativa de 23.53 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la dominancia relativa, con 65.55 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar se ubicó Opuntia engelmannii, con un IVI de 15.33 %, asociado con 10.64 % de abundancia relativa, 17.71 % de dominancia relativa y 17.65 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Cylindropuntia imbricata, con un IVI de 11.95 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 73.28 % del valor total del estrato. La concentración observada indica una dominancia marcada de un grupo reducido de especies, aunque permanece una contribución apreciable de especies secundarias. En Cylindropuntia leptocaulis, la dominancia relativa supera a la abundancia relativa en 16.61 puntos porcentuales, patrón compatible con individuos de mayor dimensión o cobertura promedio respecto del conjunto del estrato.

Tabla III.35. Índice de valor de importancia cactáceas de MET en la RE.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Ancistrocactus scheeri	3	6.38	0.01	0.08	1	5.88	4.12
Cylindropuntia imbricata	6	12.77	1.01	11.30	2	11.76	11.95
Cylindropuntia leptocaulis	23	48.94	5.87	65.55	4	23.53	46.00
Echinocereus enneacanthus	6	12.77	0.26	2.95	3	17.65	11.12
Escobaria duncanii	1	2.13	0.00	0.00	1	5.88	2.67
Grusonia schottii	1	2.13	0.00	0.01	1	5.88	2.67
Hamatocactus hamatacanthus	2	4.26	0.21	2.39	2	11.76	6.14
Opuntia engelmannii	5	10.64	1.59	17.71	3	17.65	15.33
Suma	47	100	8.95	100	17	100	100

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo estuvo integrado por 6 especies. La mayor importancia ecológica correspondió a Bouteloua gracilis, con un IVI de 24.26 %. Esta posición se explica por una abundancia relativa de 26.93 %, una dominancia relativa de 25.85 % y una frecuencia relativa de 20.00 %. El componente que más contribuyó a su jerarquía fue la abundancia relativa, con 26.93 %, lo que indica que su relevancia no depende únicamente de su presencia, sino de su peso estructural dentro del estrato. En segundo lugar se ubicó Cenchrus ciliaris, con un IVI de 24.00 %, asociado con 26.93 % de abundancia relativa, 35.06 % de dominancia relativa y 10.00 % de frecuencia relativa. La tercera posición correspondió a Senna bauhinioides, con un IVI de 19.04 %. En conjunto, las tres especies con mayor IVI concentraron 67.29 % del valor total del estrato. La concentración observada indica una dominancia marcada de un grupo reducido de especies, aunque permanece una contribución apreciable de especies secundarias. En Bouteloua gracilis, la abundancia y la dominancia relativas presentan valores relativamente próximos, con una diferencia de 1.07 puntos porcentuales, lo que denota correspondencia entre su representación numérica y su aporte estructural.

Tabla III.36. Índice de valor de importancia herbáceo de MET en la RE.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Absoluta (Ind./ha)	Relativa (%)	Absoluta (m^2./ha)	Relativa (%)	F	Relativa (%)	
Bouteloua gracilis	1,114	26.93	19.69	25.85	2	20.00	24.26
Cenchrus ciliaris	1,114	26.93	26.70	35.06	1	10.00	24.00
Nama hispida	477	11.53	8.33	10.93	1	10.00	10.82
Senna bauhinioides	477	11.53	11.86	15.58	3	30.00	19.04
Thymophylla micropoides	318	7.69	6.53	8.57	1	10.00	8.75
Tiquilia canescens	637	15.40	3.05	4.01	2	20.00	13.13
Suma	4,137	100	76.15	100	10	100	100

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La comparación entre estratos muestra que la importancia ecológica se concentra de manera distinta según la forma de vida, por lo que la caracterización de la vegetación debe considerar simultáneamente la composición florística y la estructura vertical de la comunidad.

III.6.2 Fauna

Con la finalidad de caracterizar la diversidad de la fauna registrada durante los trabajos de campo, se calcularon los índices de diversidad de Shannon y de equitatividad de Pielou para cada una de las clases taxonómicas identificadas (aves, herpetofauna, mamíferos y mamíferos murciélagos), diferenciando los resultados obtenidos en el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región de Estudio (RE). El índice de Shannon permite estimar la riqueza y abundancia relativa de especies presentes en cada sitio, mientras que el índice de Pielou expresa qué tan equitativamente se distribuyen los individuos entre dichas especies.

Índices de diversidad para los resultados obtenidos de los muestreos realizados en 2026

En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos durante la campaña de muestreo de 2026, para cada índice, incluyendo su intervalo de confianza, así como el análisis e interpretación correspondiente a cada componente faunístico evaluado.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.37. Índices de diversidad de fauna.

Componente	Clase taxonómica	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
				AP	AI	RE	
Fauna	**Aves**	Shannon	Diversidad	3.31 (3.21-3.41)	3.23 (3.14-3.31)	3.22 (3.13-3.31)	El índice de diversidad de Shannon para el componente aves fue alto y muy similar entre los tres sitios evaluados, lo que indica una comunidad avifaunística con diversidad elevada y un comportamiento homogéneo del esfuerzo de muestreo en toda el área de estudio. La herpetofauna presentó valores bajos a medios, con un ligero incremento de AP hacia AI y RE. Estos resultados reflejan una diversidad menor respecto al componente aves, condición esperada para este grupo taxonómico, que suele presentar menor riqueza de especies y menor detectabilidad durante los recorridos de muestreo. El índice de Shannon para mamíferos terrestres mostró valores medios, con un aumento notable entre AP y los sitios AI y RE, lo que sugiere que estos dos últimos sitios cuentan con una diversidad de especies de mamíferos ligeramente mayor que el sitio AP. Para murciélagos registró valores medios y relativamente homogéneos entre los tres sitios, lo que indica una diversidad quiropterológica moderada y consistente en el área evaluada, sin diferencias marcadas entre sitios.
	Herpetofauna			1.52 (1.07-1.97)	1.74 (1.40-2.08)	1.82 (1.49-2.16)	
	Mamíferos			1.68 (1.55-1.81)	2.16 (2.00-2.31)	2.17 (2.01-2.32)	
	Mamíferos (Murciélagos)			2.02 (1.93-2.11)	1.76 (1.66-1.86)	1.99 (1.89-2.09)	
	Aves	Pielou	Equitatividad	0.87 (0.84-0.89)	0.87 (0.84-0.89)	0.84 (0.81-0.86)	El índice de equitatividad de Pielou para aves fue alto en los tres sitios, cercano al valor máximo de uno, lo que indica que los individuos se distribuyen de forma equitativa entre las especies registradas, sin dominancia marcada de alguna especie en particular. El índice de Pielou para herpetofauna presentó valores medios a altos, aunque con intervalos de confianza más amplios que en otros grupos, lo que refleja cierta variabilidad en la equidad de la
	Herpetofauna			0.73 (0.56-0.89)	0.70 (0.58-0.82)	0.71 (0.60-0.82)	
	Mamíferos			0.93 (0.86-1)	0.87 (0.80-0.93)	0.84 (0.78-0.90)	
	Mamíferos (Murciélagos)			0.81 (0.77-0.84)	0.73 (0.69-0.77)	0.80 (0.76-0.84)	

Componente	Clase taxonómica	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
				AP	AI	RE	
							comunidad, sin evidencia de dominancia extrema de alguna especie. Para mamíferos terrestres fue el más alto de toda la tabla, lo que indica una comunidad muy equitativa en la que ninguna especie domina de manera notoria sobre las demás, particularmente en el sitio AP. Finalmente, para murciélagos mostró valores medios a altos, lo que indica una distribución relativamente equitativa de los individuos entre las especies registradas en los tres sitios, sin dominancia marcada de alguna especie de quiróptero.

Índices de diversidad para los resultados obtenidos de los muestreos realizados en 2018-2019

De igual forma, en la siguiente tabla se presentan a continuación los índices de diversidad de Shannon (H') y de equitatividad de Pielou (J') obtenidos para aves y quirópteros en cada una de las tres temporadas del monitoreo estacional 2018-2019 (otoño, invierno y primavera), junto con el análisis y las conclusiones correspondientes a cada componente faunístico evaluado.

Tabla III.38. Índices de diversidad de fauna 2018-2019.

Componente	Clase taxonómica	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
				Otoño 2018	Invierno 2019	Primavera 2019	
Fauna	**Aves**	Shannon	Diversidad	2.51 (2.44-2.63)	3.21 (3.15-3.29)	3.36 (3.29-3.42)	El índice de diversidad de Shannon para el componente aves mostró un incremento progresivo a lo largo de las tres temporadas evaluadas, pasando de un valor moderado en otoño (H'=2.51) a valores altos en invierno (H'=3.21) y primavera (H'=3.36), lo que indica una comunidad avifaunística cada vez más diversa conforme avanza el ciclo anual, asociada a la incorporación de especies invernantes
		Pielou	Equitatividad	0.718 (0.699-0.754)	0.840 (0.823-0.859)	0.850 (0.833-0.867)	

Componente	Clase taxonómica	Nombre del índice	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
				Otoño 2018	Invierno 2019	Primavera 2019	
							y a una mayor actividad de forrajeo y reproducción hacia la primavera. La equitatividad de Pielou siguió el mismo patrón de incremento (J'=0.718 en otoño a J'=0.850 en primavera), lo que sugiere que, además de aumentar la riqueza y diversidad, los individuos se distribuyeron de forma cada vez más homogénea entre las especies registradas, sin una dominancia marcada de unas pocas especies sobre el resto de la comunidad.
	Quirópteros	Shannon	Diversidad	1.38 (1.18-1.60)	S/D (actividad casi nula)	0.93 (0.73-1.14)	El índice de Shannon para quirópteros mostró valores bajos a medios y un comportamiento distinto al de las aves: en otoño se registró una diversidad baja (H'=1.38), en invierno no fue posible calcular el índice al presentarse una actividad prácticamente nula por condiciones climáticas adversas, y en primavera se obtuvo el valor más bajo del ciclo (H'=0.93), asociado a una menor riqueza de especies identificadas en esa temporada. La equitatividad de Pielou se mantuvo en niveles medios en las temporadas con datos suficientes (J'=0.71 en otoño, J'=0.67 en primavera), lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las pocas especies de murciélagos registradas, sin que ello compense la baja riqueza y diversidad general del grupo a lo largo del periodo 2018-2019.
		Pielou	Equitatividad	0.71 (0.60-0.82)	S/D	0.67 (0.53-0.82)	

Comparación entre los resultados de 2018-2019 y de verano 2026

Con la finalidad de comparar la diversidad de la fauna voladora registrada en las distintas campañas de monitoreo del Proyecto Parque Eólico La Noria, se presentan en la siguiente tabla los índices de diversidad de Shannon (H') y de equitatividad de Pielou (J') obtenidos para aves y quirópteros en cada una de las tres temporadas del monitoreo estacional 2018-2019 (otoño, invierno y primavera) y en el monitoreo de verano de 2026, junto con el análisis y las conclusiones correspondientes a cada componente faunístico evaluado.

Tabla III.39. Índices de diversidad de fauna por periodo de monitoreo.

Clase taxonómica	Periodo / Temporada	Índice	Parámetro	Valor del índice (IC95%)	Análisis y conclusiones de los resultados
Aves	Otoño 2018	H'	Diversidad	2.51 (2.44-2.63)	La diversidad de aves mostró un incremento progresivo a lo largo del ciclo anual 2018-2019, pasando de un valor moderado en otoño (H'=2.51) a valores altos en invierno (H'=3.21) y primavera (H'=3.36), acompañado de un aumento consistente en la riqueza (33→46→52 especies) y la abundancia (432→592→686 individuos), asociado a la incorporación de especies invernantes y a mayor actividad de forrajeo/reproducción hacia la primavera. El monitoreo de verano de 2026 registró una diversidad (H'=3.34) y una riqueza (51 especies) muy similares a las de primavera de 2019, con una abundancia notablemente mayor (1,071 individuos), lo que indica una comunidad de aves consistentemente diversa y estable a lo largo de las distintas temporadas evaluadas del ciclo anual, sin evidencia de una disminución de la riqueza o la diversidad avifaunística entre el periodo 2018-2019 y el de 2026.
	Otoño 2018	J'	Equitatividad	0.718 (0.699-0.754)	
	Invierno 2019	H'	Diversidad	3.21 (3.15-3.29)	
	Invierno 2019	J'	Equitatividad	0.840 (0.823-0.859)	
	Primavera 2019	H'	Diversidad	3.36 (3.29-3.42)	
	Primavera 2019	J'	Equitatividad	0.850 (0.833-0.867)	
	Verano 2026	H'	Diversidad	3.34 (3.27-3.39)	
	Verano 2026	J'	Equitatividad	0.85 (0.83-0.86)	
Quirópteros	Otoño 2018	H'	Diversidad	1.38 (1.18-1.60)	La comunidad de quirópteros mostró un comportamiento más variable y de menor diversidad que la de aves. En 2018-2019 se registró una riqueza baja en otoño (7 especies, H'=1.38) y una actividad prácticamente nula en invierno por condiciones climáticas adversas, mientras que en primavera se identificaron únicamente 4 especies (H'=0.93). En contraste, el monitoreo de verano de 2026 registró una riqueza notablemente mayor (13 especies) y una diversidad más alta y estable entre zonas (H' general=2.00), con un esfuerzo de detección considerablemente mayor (849 registros a través de grabaciones acústicas y 4 ejemplares capturados mediante redes, frente a un máximo de 59 en 2018-2019). Esto sugiere que el verano, con condiciones climáticas más favorables y un esfuerzo de muestreo ampliado (grabación acústica continua en estación fija), es la temporada más representativa para caracterizar la riqueza real de quirópteros del área del Proyecto, y que los muestreos de 2018-2019 subestimaron su diversidad.
	Otoño 2018	J'	Equitatividad	0.71 (0.60-0.82)	
	Invierno 2019	H'	Diversidad	S/D (actividad casi nula)	
	Invierno 2019	J'	Equitatividad	S/D	
	Primavera 2019	H'	Diversidad	0.93 (0.73-1.14)	
	Primavera 2019	J'	Equitatividad	0.67 (0.53-0.82)	
	Verano 2026	H'	Diversidad	2.00 (1.94-2.06)	
	Verano 2026	J'	Equitatividad	0.78 (0.75-0.80)	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En conjunto, la comparación entre los monitoreos estacionales 2018-2019 y el monitoreo de verano de 2026 indica que la comunidad de aves del área del Proyecto se ha mantenido consistentemente diversa a lo largo de los distintos periodos evaluados, con valores de riqueza (51 especies) y de diversidad de Shannon (H'=3.34) en 2026 similares o ligeramente superiores a los máximos registrados durante el ciclo 2018-2019 (52 especies, H'=3.36 en primavera de 2019). La comunidad de quirópteros, en cambio, mostró una riqueza y diversidad notablemente mayores en el monitoreo de 2026 (13 especies, H'=2.00) respecto a los valores más altos obtenidos en 2018-2019 (7 especies, H'=1.38 en otoño), lo cual se atribuye tanto a un mayor esfuerzo y cobertura de muestreo —estaciones de grabación acústica continua, no implementadas en la totalidad de las temporadas 2018-2019— como a condiciones ambientales más favorables durante el verano para la actividad de este grupo. En cuanto a las especies de interés para la conservación, ambos periodos identifican de manera consistente a Astur cooperii, Geranoaetus albicaudatus / Parabuteo unicinctus y Passerina ciris / Lanius ludovicianus como las especies de mayor relevancia bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o la Lista Roja de la IUCN, lo que confirma la presencia recurrente de fauna de interés para la conservación en el área del Proyecto a lo largo de un ciclo anual casi completo, más allá de las diferencias interanuales en riqueza y abundancia observadas entre 2018-2019 y 2026. En términos generales, no se identifican indicios de deterioro en la diversidad de fauna voladora del área del Proyecto entre ambos periodos de evaluación; por el contrario, los valores obtenidos en 2026 sugieren una comunidad estable o en ligera mayor diversidad respecto de la línea base 2018-2019, particularmente para el componente de quirópteros.

III.7 Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica

En la siguiente tabla se sintetizan las características más sobresalientes de los componentes ambientales abióticos, bióticos y socioeconómicos de la RE, AI y AP. La descripción amplia de los componentes ambientales se presenta en el **Anexo III.5 Caracterización ambiental** y en el **Anexo III.7** los planos cartográficos correspondientes a lo señalado en el presente capítulo. Así mismo, en el **Anexo III.6** se presentan las memorias fotográficas que muestran las condiciones de la RE, AI y AP.

Tabla III.40. Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Componente	Descripción
Abiótico	Clima	En la mayor parte de la **RE,** así como en la totalidad del **AI** y **AP** se presenta clima **seco semicálido** (BS0hw(x')), en mínima proporción al noreste y suroeste la **RE** tiene incidencia en clima de tipo **seco cálido.**
	Temperatura	La temperatura promedio indicada por la estación consultada es de 23.1°C, con una temperatura mínima de 15.6°C y una máxima de 30.6°C. Las temperaturas más altas se dan en los meses de junio a agosto en las cuales se tiene una normal de hasta 31.2°C con una máxima de 38°C; mientras que, los meses más fríos son diciembre y enero con una temperatura de 13.4°C.
	Precipitación	La precipitación total anual es de 469.2 mm, los meses más lluviosos son de mayo a septiembre, con precipitaciones de hasta 84 mm en septiembre, mientras que los meses de menor precipitación son de diciembre a febrero.
	Fenómenos meteorológicos	Conforme al Atlas Nacional de Riesgos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED): • el nivel de riesgo por heladas en la RE, AI y AP es bajo, • el riesgo por ciclones tropicales en la RE, AI y AP es muy bajo a bajo, • la RE, AI y AP se encuentran en una zona donde el nivel de peligro por granizo es bajo, • el peligro por sequía va de alto a muy alto.
	Vulnerabilidad al cambio climático	De acuerdo con la información del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2022), la RE, AI y AP se ubican en una zona con vulnerabilidad muy baja a baja por deslaves e inundaciones
	Provincias fisiográficas	La **RE** y **AI** se ubican en su mayor superficie en la provincia Sierra Madre Oriental y subprovincia Serranía del Burro; en menor proporción inciden en la provincia Grandes Llanuras de Norteamérica, subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León; mientras que, la totalidad del AP se encuentra únicamente en la provincia Sierra Madre Oriental, subprovincia Serranía del Burro.
	Sistema de topoformas	La **RE** y **AI** se ubican en sistemas de topoformas de sierra compleja con lomerío, bajada con lomerío y llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado, mientras que, el **AP** se encuentra únicamente en los 2 primeras.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Componente	Descripción
	Gradiente altitudinal	La RE comprende la totalidad del gradiente altitudinal representado, es decir, desde 271 hasta 726 msnm. Las elevaciones mínimas se registran principalmente en el margen occidental del polígono y en los fondos de los valles y cauces que disectan el relieve montañoso, mientras que las elevaciones máximas se concentran en la porción central de la RE, coincidiendo con la zona donde se emplaza el AP. El AI abarca un intervalo altitudinal más amplio que el AP, ya que incluye tanto la porción de mayor elevación situada en su sector central y oriental, en la vecindad inmediata del AP, con valores cercanos a los 650 msnm, como sectores de menor elevación localizados hacia el noroeste y el suroeste del polígono, donde las tonalidades oscuras del gradiente indican valores próximos a los 300 msnm Para AP, el gradiente altitudinal se mantiene relativamente homogéneo y se ubica en la porción media alta del intervalo registrado para toda la zona de estudio, con valores que oscilan aproximadamente entre 450 y 650 msnm, situándose sobre una porción elevada del relieve, próxima a la zona de mayor altitud identificada en el gradiente (726 msnm).
	Pendiente	La RE abarca de 0 hasta 46.05 grados. La RE presenta una condición topográfica contrastante, con zonas de pendiente suave aptas para el desarrollo de infraestructura y zonas de pendiente pronunciada asociadas a procesos erosivos activos y mayor susceptibilidad a movimientos de ladera. El AI presenta un rango de pendientes más heterogéneo que el AP, ya que incorpora, además de las zonas de pendiente baja del entorno inmediato al Proyecto, sectores de pendiente moderada a alta localizados principalmente en los flancos del lomerío que la delimita al norte, al sur y al poniente, donde el relieve comienza a hacerse más abrupto conforme se aproxima a las laderas del macizo montañoso circundante. En el AP, el rango de pendientes es predominantemente bajo, correspondiente a tonalidades verdes y verde amarillentas en la escala, lo que indica valores generalmente inferiores a 15 grados. Esta condición es congruente con su ubicación sobre la porción de mesa o lomerío suave descrita en el gradiente altitudinal, con pendientes ligeramente mayores únicamente en los bordes del polígono y en el tramo del camino de acceso, sin llegar a presentar pendientes fuertes o escarpadas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Componente	Descripción
	Fallas y fracturas	De acuerdo con el INEGI, la RE incide en 7 fracturas geológicas, el AI tiene incidencia en 3 fracturas y el AP en una fractura.
	Regionalización sísmica	La **RE**, **AI** y **AP** se ubican en la zona A, la cual es una zona de baja sismicidad, no presenta registros históricos por lo que no se han reportado sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años. Aceleración menor al 10%.
	Deslizamientos	Según la información del CENAPRED (2012), el nivel de peligro por deslizamiento de laderas en la RE, AI y AP es en la mayor parte de bajo a medio.
	Hundimientos	De acuerdo con la cartografía de CENAPRED, la única zona identificada como susceptible a peligro por hundimiento se localiza completamente fuera de los límites de la Región de Estudio (RE). En virtud de lo anterior, ninguna de las 3 áreas de estudio se traslapa con dicha zona de peligro, quedando el límite norte de la RE (el polígono más próximo) separado de ella por una distancia aproximada de 2 km.
	Inundaciones	La RE es la única de las tres áreas que abarca las tres categorías de peligro por inundaciones representadas como baja, media y muy alta. El AP y AI se ubican en su mayor parte dentro de la categoría de peligro Muy alto, la cual cubre prácticamente la totalidad del polígono, salvo un sector reducido en su extremo poniente
	Suelos	El Calcisol es la unidad de mayor extensión dentro de la RE, distribuyéndose de forma dominante en las porciones norte, poniente y oriente del polígono. El Leptosol ocupa la porción centro y centro sur, asociado al relieve montañoso disectado, coincidiendo con la ubicación del AP y del AI. De manera más localizada se presentan Kastanozem, en el sector centro poniente, en las inmediaciones del AP y del AI, Vertisol y Luvisol, en el sector sur, Chernozem en cuerpos dispersos dentro de esa misma franja sur, Phaeozem en manchones aislados hacia el norte y el poniente del área de estudio, y Regosol en polígonos dispersos hacia el oriente. Finalmente, el Technosol se presenta de forma muy puntual en el extremo suroeste de la RE.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Componente	Descripción
		El AI presenta al Leptosol y Kastanozem como unidades principales, incorporando una mayor proporción de Calcisol hacia sus porciones sur y poniente, donde el polígono se aproxima a las planicies circundantes. Dentro del AI no se identifican unidades de Chernozem, Luvisol, Phaeozem, Regosol, Technosol ni Vertisol. El AP se asienta predominantemente sobre Leptosol, unidad que ocupa la mayor proporción de su superficie, con inclusiones de Kastanozem distribuidas principalmente en la porción central del polígono. En sus márgenes, en particular hacia el poniente, se identifican contactos puntuales con Calcisol. La mayor parte de la RE, AI y AP se encuentran en áreas sin erosión, así como en áreas con erosión hídrica laminar en diferentes grados. Específicamente la RE y AI se encuentra en áreas con erosión hídrica laminar en grado leve, moderado y fuerte, así mismo se encuentran algunas áreas con erosión eólico, erosión en cárcavas y erosión en surcos; mientras que, el AP se encuentra sobre áreas con erosión hídrica laminar leve y moderada principalmente. Por otro lado, la RE, AI y AP se encuentran en polígonos en donde se identifica erosión eólica con pérdida de suelo superficial por acción del viento, en grado ligero en su mayor parte, cuyas causas principales son el sobrepastoreo, deforestación y remoción de la vegetación, y las actividades agrícolas. De acuerdo con el Estudio de Erosión (**Anexo III.8**) la erosión hídrica es baja en todas las zonas analizadas, dado que se encuentra en tasas menores a 50 ton/ha/año. De forma total, en el área del Proyecto en condiciones actuales la pérdida de suelo por efectos hídricos es de 317.26 ton/año en la totalidad de su superficie, en el AI es de 29,216.65 ton/año y en la RE es de 105,743.00 ton/año. Las tasas de erosión eólicas en la RE se clasifican como "sin erosión" en todas las zonas analizadas al ser menores a 12 ton/ha/año; en el AI son "ligeras" en llanuras con una tasa de 13.70 ton/ha/año y "sin erosión" en las zonas de bajadas y sierras, con tasas entre 6 y 7 ton/ha/año; en el AP también resultó en tasas aproximadas a 5 y 6 ton/ha/año, clasificándose como "sin erosión". De forma general, en el AP en condiciones actuales la pérdida de suelo por erosión eólica asciende a

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Componente	Descripción
		2,407.96 ton/año en la totalidad de la superficie, resultando en una erosión de mayor relevancia que la erosión hídrica, lo cual es natural debido a una baja precipitación de la zona y altas velocidades del viento, las condiciones del suelo, así como de su cobertura vegetal característica de zonas semiáridas.
	Geología	La RE se encuentra en zonas con rocas de clase sedimentaria de tipo caliza, caliza-lutita, lutita-arenisca y conglomerado, así como unidades de suelo; mientras que, el AI se encuentra sólo en rocas sedimentarias de tipo caliza y caliza-lutita, así como unidades de suelo; y el AP se encuentra en rocas sedimentarias de tipo caliza-lutita.
	Hidrología superficial	La **RE**, **AI** y **AP** se ubican en la región hidrológica RH-24 Bravo – Conchos, así como en la cuenca Río Bravo. Con respecto a las subcuencas, la RE, AI y AP inciden en Río Salado, Río Bravo 9 y Río Bravo 10. De acuerdo con la cartografía de Microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido, la **RE** se encuentra en las microcuencas denominadas La Luz, Guadalupe, 24-098-02-011, 24-095-02-003, Puente Negro y 24-095-02-001; mientras que, el **AI** y **AP** inciden solamente en las microcuencas Guadalupe, 24-098-02-011, 24-095-02-003 y Puente Negro. Dentro de la **RE, AI** y **AP** únicamente se localizan escurrimientos de tipo intermitente, así como cuerpos de agua intermitentes a manera de bordos, en estos últimos no tiene incidencia el AP.
	Hidrología subterránea	La **RE**, **AI** y **AP** inciden en los acuíferos Allende – Piedras Negras y Región Carbonífera, aunque la **RE** también tiene una mínima incidencia en el acuífero Hidalgo. Los 3 acuíferos presentan déficit de aguas subterráneas.
	Aire	En los municipios sobre los cuales inciden la RE, AI y AP se destacan las emisiones de CO y COV. Las emisiones de CO provienen principalmente de fuentes móviles (autos particulares y vehículos tipo pick up), mientras que los COV provienen principalmente de fuentes naturales, así como uso de solventes y fuentes móviles.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Componente	Descripción
Biótico	Uso de suelo y vegetación	Este apartado y el análisis comparativo se presentan posterior a esta tabla.
	Flora	La flora general presente en la RE, AI o AP conforme a los muestreos realizados, comprende 92 especies, de las cuales, en la RE se registraron 84 especies, en el AI 80 especies y en el AP 64 especies. Por tipo de vegetación fueron registradas 79 especies en MDR, 69 en MDM y 46 en MET, lo cual puede estar asociado al esfuerzo de muestreo y superficie de distribución, ambos mayores en MDR, tanto en la RE, como AI y AP. En total se registraron 5 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Ariocarpus retusus, Coryphantha ramillosa, Echinocereus poselgeri, Epithelantha micromeris y Lophophora williamsii, de las cuales solo Coryphantha ramillosa y Echinocereus poselgeri no estuvieron presentes en el AP, únicamente se registraron en el AI o RE. Con respecto a las especies endémicas, sólo fueron registradas 2: Ariocarpus retusus y Senegalia greggii, ambas presentes en el AP, AI y RE. De forma general en todos los tipos de vegetación y áreas de muestreo los valores de diversidad de Shannon indican una diversidad que va de baja a media, con los mayores valores en el estrato arbustivo, dado que este es el estrato característico de estos tipos de vegetación, así mismo, es natural que su diversidad se ubique en valores medios, puestos que la riqueza de especies suele ser menor que en otros ecosistemas que llegan a presenta valores altos de diversidad.
	Fauna	La riqueza general de fauna reportada durante los muestreos realizados en verano de 2026 comprende un total de 92 especies, de las cuales, 2 son anfibios, 14 son mamíferos terrestres y 13 son mamíferos voladores, 12 son reptiles y 51 son aves. Mientras que, en los muestreos realizados en 3 temporadas en 2018-2019 se tiene el reporte de 63 especies de aves y 7 mamíferos voladores, así como el reporte de mariposa monarca durante el periodo de muestreo de otoño, el cual coincide con la migración. Por lo tanto, los resultados de ambas temporadas de muestreos son complementarias e incrementan la riqueza de especies reportadas, sobre las cuales se realizaron los Estudios de altura

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Componente	Descripción
		de vuelos y riesgos de colisión así como electrocución (Anexo III.4). Durante los muestreos de 2026 se reportan 11 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Amphibia • Lithobates berlandieri Mammalia • Taxidea taxus • Peromyscus eremicus Reptilia • Masticophis flagellum • Crotaphytus collaris • Coleonyx brevis • Cophosaurus texanus • Crotalus atrox • Gopherus berlandieri Aves • Geranoaetus albicaudatus • Passerina ciris Mientras que, durante los monitoreos de 2018-2019 fueron reportadas únicamente 2 especies de aves en riesgo que se adicional al listado, dado que estas no fueron reportadas en 2026: Astur cooperii y Parabuteo unicinctus. Con respecto a su diversidad, en general se obtuvieron valores de diversidad media próxima a alta para aves en el AP, AI y RE, así como valores de diversidad de baja a media para herpetofauna y mamíferos terrestres y voladores; sin observarse diferencias notables entre las 3 áreas, lo que sugiere similitud de hábitats y por lo tanto, que la mayoría de las especies podrían encontrarse compartiendo sitios y registrarse en cualquiera de las 3 áreas de estudio.
Socioeconómico	Contexto regional	La **RE** se ubica en los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez, en el estado de Coahuila de Zaragoza; el **AI** se ubica en los municipios de Villa Unión y Sabinas; mientras que, el **AP** se encuentra únicamente en el municipio de Villa Unión. De acuerdo con el CONAPO, entre 2015 y 2020 Coahuila de Zaragoza pasó del cuarto al tercer lugar entre las entidades

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Componente	Descripción
		federativas con menor índice de marginación a nivel nacional, lo que sugiere que la mayor parte de la población del estado, incluyendo la de los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez, tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes básicos, en un contexto regional históricamente vinculado a la actividad minera, industrial y agropecuaria de la Región Carbonífera y del norte de Coahuila.
	Contexto municipal	El municipio de Sabinas tiene una población total de 64,811 habitantes, mientras que, el municipio de Villa Unión tiene una población total de 6,188 habitantes. El municipio de Juárez tiene una población total de 1,584 habitantes. En el municipio de Sabinas, la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena es de 89 personas, mientras que en Villa Unión y Juárez no se registró población hablante de lengua indígena. De acuerdo con las estimaciones de pobreza y carencias sociales del CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2020, en el municipio de Sabinas el 19.4% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y el 1.27% en pobreza extrema; la población vulnerable por carencias sociales fue de 23.6% y la vulnerable por ingresos de 15.2%. En el municipio de Villa Unión, el 24.1% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y el 2.53% en pobreza extrema; la población vulnerable por carencias sociales fue de 36.9% y la vulnerable por ingresos de 7.01%.
Paisaje	Visibilidad	Se determinó que la **RE** se asocia con topoformas de sierras principalmente, seguida de bajadas y llanura aluvial con lomeríos. Por lo tanto, la mayor parte del territorio presenta como limitante de la visibilidad el relieve y la nitidez o agudeza visual3. En este sentido, desde el interior del **AP**, **AI** y **RE**, el paisaje se encuentra sujeto a las limitaciones del ojo humano debido a la presencia de obstáculos en donde se presenta un radio máximo de visión sobre la superficie.
	Calidad del paisaje	El puntaje del área para la calidad visual resultó ser de 19 puntos para la RE, por lo que se cataloga en la clase A,

3 La agudeza visual es la capacidad del ojo para reconocer los objetos y formas en las imágenes que observa, a una distancia y condiciones determinadas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Componente	Descripción
		correspondiente a áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes; y de 17 puntos para el AI y AP, dado que sólo presentan 2 tipos de vegetación, puntaje que ubica estas áreas en calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.
	CAV y fragilidad	El valor de CAV obtenido es de 20 puntos, lo que indica que el área corresponde a una zona con capacidad de absorción visual moderada, y por lo tanto posee una fragilidad paisajística moderada, es decir, posee una capacidad media para absorber los cambios que ahí se produzcan.

Análisis comparativo de uso de suelo y vegetación

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII del **INEGI**, escala 1:250,000, la **RE** tienen incidencia en agricultura de temporal anual, desprovisto de vegetación, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, pastizal natural, pastizal cultivado y pastizal inducido; mientras que, el **AI** incide en agricultura de temporal anual, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, pastizal natural y pastizal cultivado; así mismo, conforme a esta cartografía el **AP** tendría incidencia en vegetación de matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo y matorral espinoso tamaulipeco. La ocupación en superficies por uso de suelo y vegetación (**USV**) se muestra en la siguiente tabla y figura.

Tabla III.41. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI.

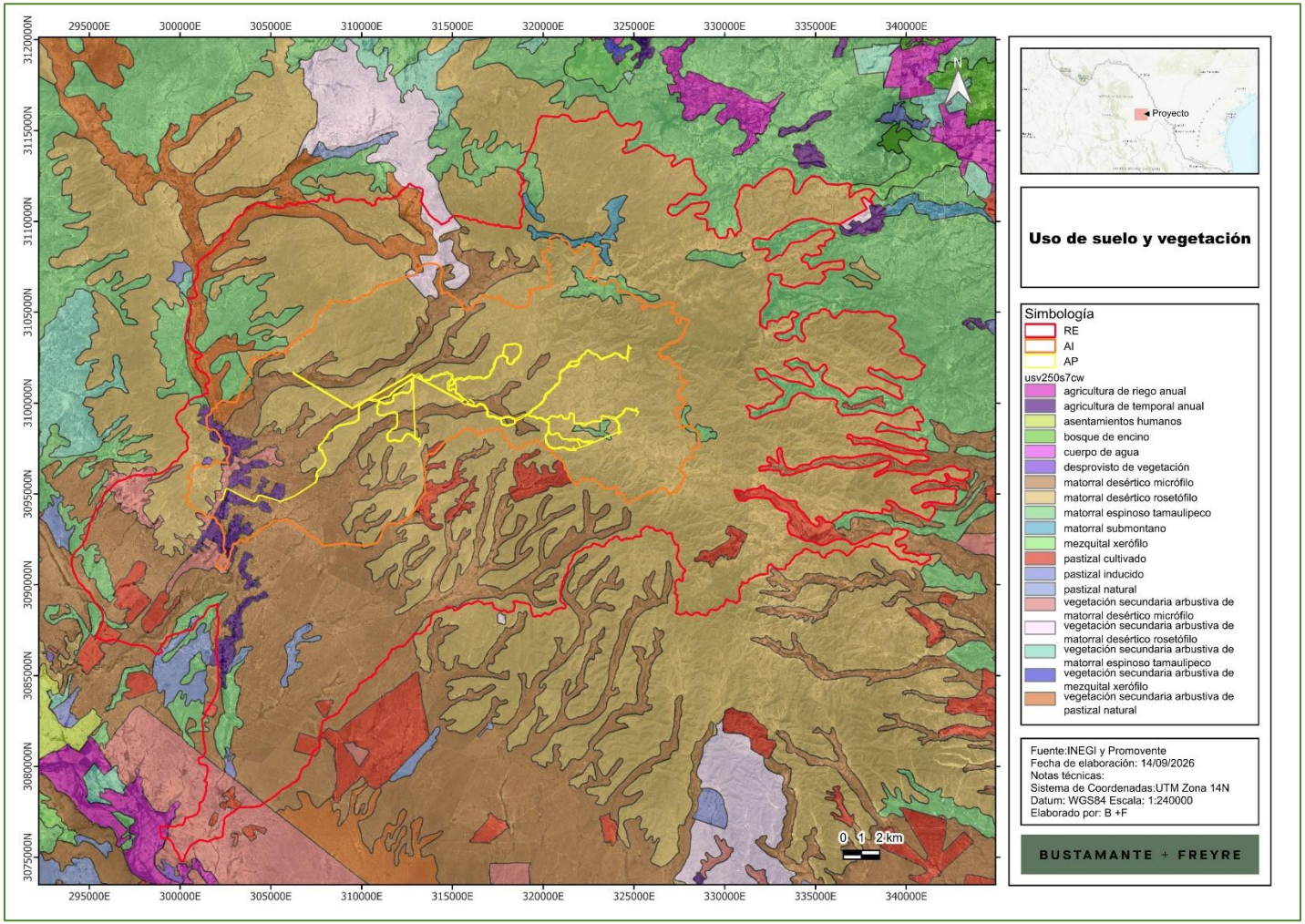
Uso de suelo y vegetación INEGI Serie VII	RE		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Agricultura de riego anual	25.1257	0.03%				
Agricultura de temporal anual	1,514.2381	1.60%	805.1722	2.95%	1.0501	0.26%
Desprovisto de vegetación	16.6919	0.02%				
Matorral desértico micrófilo	22,373.9619	23.70%	6,267.0025	22.98%	81.7664	20.56%
Matorral desértico rosetófilo	58,573.4246	62.05%	19,005.8786	69.69%	313.7159	78.89%
Matorral espinoso tamaulipeco	3,711.5585	3.93%	419.9435	1.54%	0.3020	0.08%
Matorral submontano	433.0194	0.46%	11.6533	0.04%		
Pastizal cultivado	2,217.3152	2.35%	41.4076	0.15%		
Pastizal inducido	64.0708	0.07%				
Pastizal natural	297.5657	0.32%				
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	2,056.2205	2.18%	321.1429	1.18%	0.8114	0.20%

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Uso de suelo y vegetación INEGI Serie VII	RE		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	700.0653	0.74%	194.8331	0.71%		
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	2,416.2300	2.56%	204.6310	0.75%		
Total	**94,399.4876**	100.00%	**27,271.6647**	100.00%	**397.6458**	100.00%

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.12. Uso de suelo y vegetación presente en la RE, AI y AP, de acuerdo con el INEGI.



No obstante, se señala que en ocasiones la cartografía del **INEGI** por la escala a la cual se presenta, en ciertas zonas no corresponde con el uso de suelo o tipo de vegetación existente, lo cual se pudo apreciar con el muestreo y recorridos realizados en el sitio; por lo tanto, se realizó la corrección del uso de suelo y vegetación a nivel del **AP**, conforme a las características observadas en los sitios de muestreo y recorridos realizados en campo, tomando como base el Conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del **INEGI**, a partir del cual se realizaron las correcciones en aquellas zonas en donde se detectó un uso de suelo o tipo de vegetación diferente al señalado por la cartografía. La superficie obtenida de acuerdo con esta reclasificación se muestra en las siguientes tablas y figura.

Tabla III.42. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo.

Clave	Uso de suelo y vegetación campo	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
ADV	Desprovisto de Vegetación	16.6919	0.02%	-	-	-	-
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	22,106.0456	23.42%	5,204.6973	19.08%	53.5888	13.48%
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	67,793.1369	71.82%	20,939.4775	76.78%	342.1955	86.06%
MET	Matorral Espinoso Tamaulipeco	793.0161	0.84%	-	-	-	-
RA	Agricultura de Riego Anual	25.1262	0.03%	-	-	-	-
TA	Agricultura de Temporal Anual	1,514.2392	1.60%	806.3968	2.96%	1.0501	0.26%
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	2,151.2318	2.28%	321.0930	1.18%	0.8114	0.20%
	Total	**94,399.4877**	**100.00%**	**27,271.6647**	**100.00%**	**397.6458**	**100.00%**

De acuerdo con la tabla anterior, en el **AP** el principal tipo de vegetación presente es el matorral desértico rosetófilo, el cual se distribuye en el 86.06% de la superficie total; así mismo, se observa que la mayor parte de la superficie de cada área comprende vegetación forestal, en el caso del **AP** correspondiente a matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo con un total de 396.5957 ha equivalente al 99.74% de la superficie total del área del Proyecto; en el caso del AI la vegetación forestal se distribuye en el 97.04% de su superficie y en el caso de la RE corresponde al 97.51% de su superficie; como se precisa en la siguiente tabla.

Tabla III.43. Superficies con vegetación forestal en la RE, AI y AP determinado en campo.

Clave	Uso de suelo y vegetación campo	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	22,106.0456	23.42%	5,204.6973	19.08%	53.5888	13.48%
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	67,793.1369	71.82%	20,939.4775	76.78%	342.1955	86.06%
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	2,151.2318	2.28%	321.0930	1.18%	0.8114	0.20%

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Uso de suelo y vegetación campo	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
Total		**92,050.4143**	**97.51%**	**26,465.2679**	**97.04%**	**396.5957**	**99.74%**

En las siguientes figuras se muestra la distribución de los usos de suelo y vegetación en la **RE**, **AI** y **AP**, conforme a la reclasificación de campo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura III.13. Uso de suelo y vegetación de campo en la RE, AI y AP.

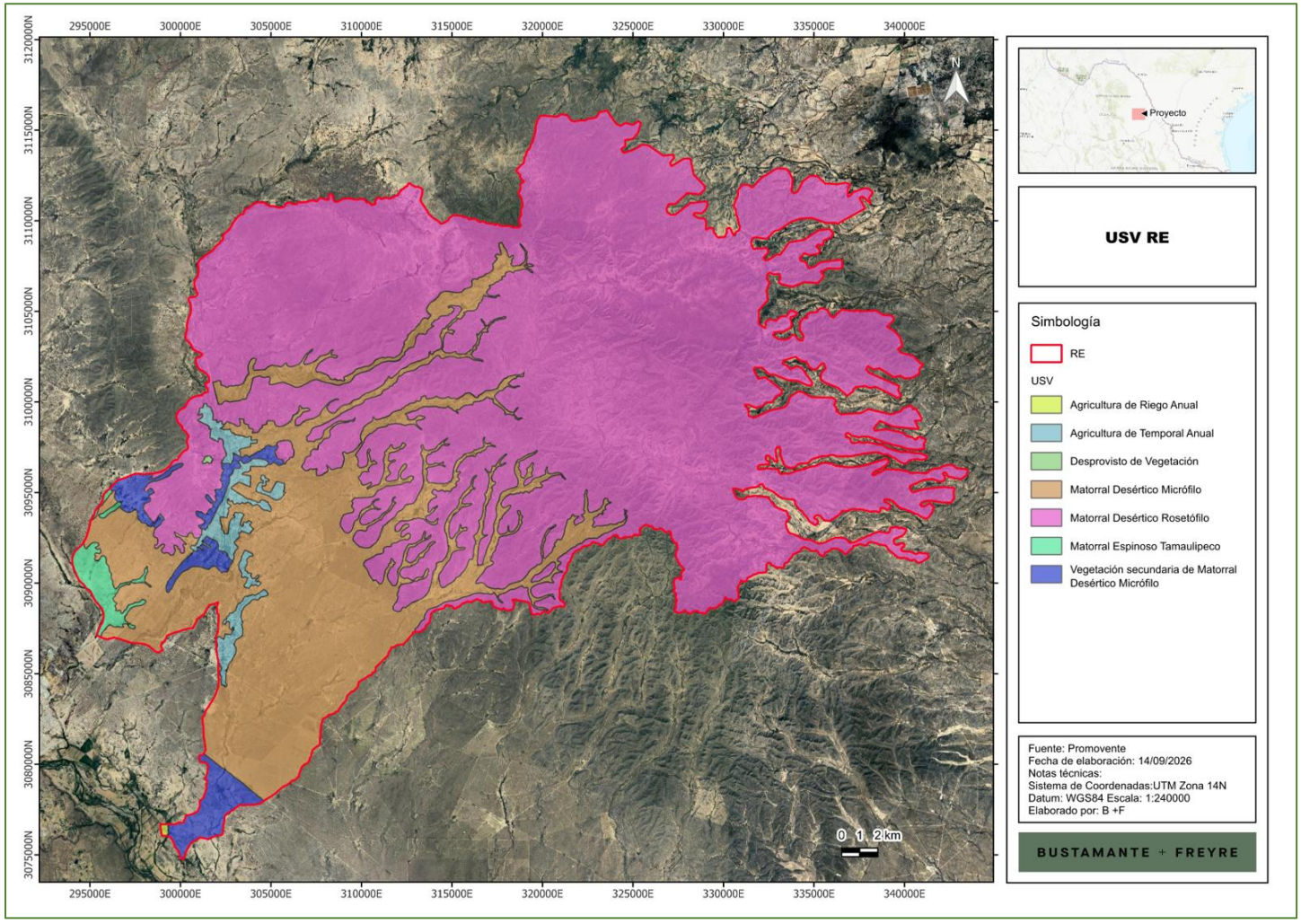


Figura III.14. Uso de suelo y vegetación de campo en el AI.

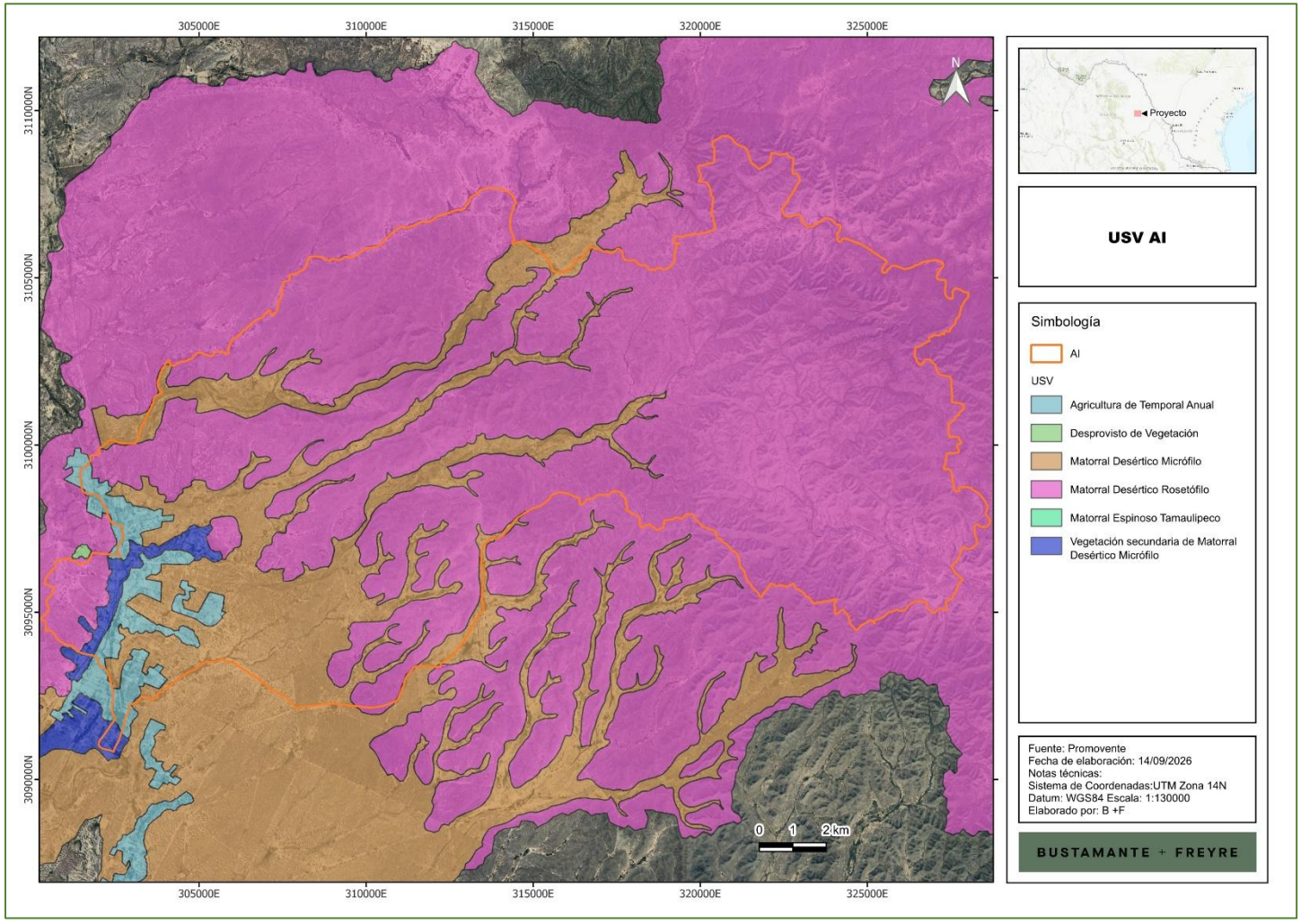
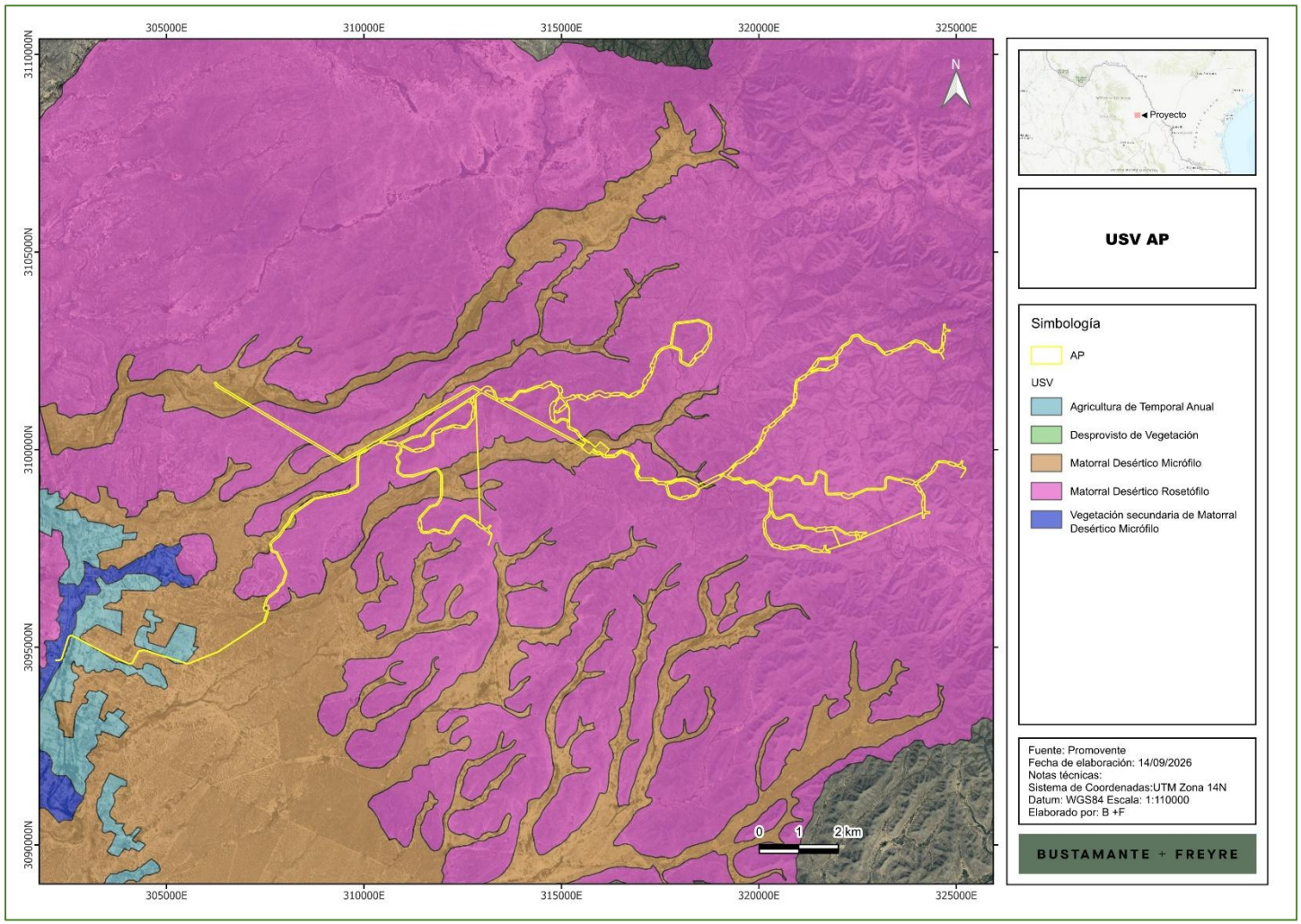


Figura III.15. Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del AP.



III.8 Diagnóstico

El diagnóstico que se presenta a continuación integra los resultados obtenidos en los apartados anteriores del presente Capítulo (III.1 a III.7), conforme a lo establecido en la fracción IV del artículo 13 del **REIA**, a efecto de caracterizar la condición ambiental actual de la **RE** y de señalar las tendencias de desarrollo y deterioro identificadas en la región.

En términos climáticos, la **RE** se caracteriza por un clima predominantemente seco semicálido (BS0hw(x')), con una temperatura media anual de 23.1°C (mínima de 15.6°C y máxima de 30.6°C) y una precipitación total anual de 469.2 mm, concentrada entre los meses de mayo a septiembre; estas condiciones son propias de zonas semiáridas del norte de México y determinan la baja disponibilidad hídrica superficial de la región. En este sentido, dentro de la **RE, AI** y **AP** únicamente se identifican escurrimientos y cuerpos de agua de tipo intermitente, sin presencia de corrientes o cuerpos de agua perennes, lo que reduce la vulnerabilidad hidrológica del sistema frente a las actividades del Proyecto. Así mismo, la región se ubica en una zona sísmica de baja sismicidad (zona A, baja), sin registros históricos de sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años, por lo que no se identifican condiciones de riesgo geológico relevantes para el diagnóstico.

La mayor parte de la **RE**, **AI** y **AP** (más del 97%) presentan cobertura vegetal nativa de matorrales desérticos micrófilo y rosetófilo, la mayor parte de la superficie en fase primaria, lo que sugiere un buen estado de conservación de la vegetación, sólo menos del 3% de cada área comprende vegetación secundaria de matorral desértico micrófilo. Esta cobertura permite la mitigación de riesgos de erosión hídrica y eólica.

Dichas áreas fungen como hábitats para especies de flora y fauna silvestre, destacándose la presencia de especies en riesgo y endémicas, en su mayoría cactáceas y reptiles, de manera que, prácticamente toda la **RE** se encuentra dentro de un corredor bioclimático de menor costo, es decir con mayor conexión de vegetación nativa, en donde se presenta una calidad visual alta (clase A), asociada a la presencia de rasgos singulares y sobresalientes de vegetación, relieve, así como presencia de flora y fauna endémica.

Desde el punto de vista socioeconómico, la **RE** se ubica en los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez, Coahuila de Zaragoza, entidad que, de acuerdo con el CONAPO, se ubicó entre 2015 y 2020 entre las de menor índice de marginación a nivel nacional. No obstante, el contexto regional está históricamente vinculado a la actividad minera, industrial y agropecuaria de la Región Carbonífera, actividades que, junto con el sobrepastoreo, la deforestación y la remoción de la vegetación natural para uso agrícola, constituyen las principales tendencias de deterioro identificadas en la región, especialmente al suroeste de la **RE**, mismas que se detallan en el siguiente apartado.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En conjunto, los elementos anteriores permiten concluir que la **RE** presenta, en términos generales, una condición ambiental con alto grado de naturalidad, aunque con presencia antrópica histórica asociada a la agricultura, la ganadería extensiva y la actividad minera regional aislada, sin que se identifiquen fenómenos de deterioro hidrológico, geológico o de vulnerabilidad climática significativos al interior del **AI** o **AP**.

III.9 Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas

La **RE, AI** y **AP** se encuentran en áreas sin erosión, así como en áreas con erosión hídrica laminar en diferentes grados, principalmente ligero y moderado.

De acuerdo con la cartografía Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 de la SEMARNAT (2004), se observa que, en la **RE**, **AI** y **AP** se identifica erosión eólica con pérdida de suelo superficial por acción del viento, en grado ligero en su mayor parte, cuyas causas principales son el sobrepastoreo, deforestación y remoción de la vegetación, así como las actividades agrícolas, especialmente en la zona suroeste de la **RE**, siendo esa la principal problemática de la región y los principales riesgos de deterioro de la vegetación y demás componentes ambientales asociados.

Otro componente con riesgo de afectación es el recurso hídrico subterráneo, debido a su escasez y demanda. La **RE, AI** y **AP** inciden en los acuíferos Allende – Piedras Negras (clave 0501) y Región Carbonífera (clave 0512). De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el acuífero Allende – Piedras Negras registra actualmente una disponibilidad media anual negativa, por lo que no cuenta con volumen disponible para nuevas concesiones de agua subterránea, siendo el sector agrícola el que concentra la mayor parte del volumen extraído; mientras que el acuífero Región Carbonífera se encuentra sujeto, desde 2013, a una suspensión provisional del libre alumbramiento de aguas nacionales del subsuelo, en virtud de las presiones que sobre dicho sistema ejercen la sobreexplotación y la actividad minera regional. Estas condiciones de estrés hídrico constituyen una de las principales problemáticas ambientales identificadas en la región.

Aunado a lo anterior, la **RE** se inserta en el contexto de la Región Carbonífera de Coahuila, cuya actividad minera de extracción de carbón, de carácter histórico y aún vigente, representa una fuente adicional de presión sobre el suelo, el subsuelo y los recursos hídricos subterráneos de la región, en particular sobre el acuífero del mismo nombre.

En línea con esto, entre los factores adversos identificados en la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) del sitio Río Sabinas sobre el cual inciden la RE, AI y AP, se encuentran la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas asociada a la actividad minera del carbón, el cambio de uso de suelo, la erosión eólica e hídrica, la

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

fragmentación de la vegetación riparia y la interrupción del flujo natural del río por aprovechamientos mineros.

Cabe señalar que, la red hidrográfica sobre la cual incide el Proyecto, previo a desembocar al Río Sabinas (componente principal del Sitio Ramsar), recorre parte de los asentamientos humanos de la cabecera municipal de Sabinas, Coahuila, en donde se aprecia la relación del río con la mancha urbana y la vegetación asociada, por lo tanto, es importante señalar que dichos escurrimientos podrían encontrarse con cierto grado de deterioro debido a su interacción con la mancha urbana previo a su desemboque en la vertiente principal.

III.10 Reporte general de incidencias del Proyecto y su AI

En la siguiente tabla se muestra el desglose del USV y la incidencia de componentes del Proyecto, en el **AP** la principal cobertura es de tipo forestal, específicamente vegetación de matorral desértico rosetófilo, la cual se encuentra en la mayor parte de la superficie, seguida de matorral desértico micrófilo en menor proporción. Como se observa en la tabla, casi la mitad de la superficie se encuentra en huella de caminos.

Tabla III.44. Incidencia del Proyecto en usos de suelo y vegetación determinado en campo.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Elemento del Proyecto con el que incide	Superficie de incidencia (ha)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto	Forestal
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	LMT Aerea	0.1753	0.04%	0.1753
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	LMT Aerea	2.4158	0.61%	2.4158
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	LMT Subterranea	1.0611	0.27%	1.0611
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	LMT Subterranea	28.3771	7.14%	28.3771
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	LT 400 y DDV	22.6836	5.70%	22.6836
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	LT 400 y DDV	30.9917	7.79%	30.9917
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	Huella caminos	12.1856	3.06%	12.1856
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	Huella caminos	178.4531	44.88%	178.4531
TA	Agricultura de Temporal Anual	Huella caminos	0.2098	0.05%	
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	Huella caminos	0.1547	0.04%	0.1547
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	Plataformas	58.2607	14.65%	58.2607
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	SET	6	1.51%	6
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	Instalaciones Temporales	5.0113	1.26%	5.0113
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	Instalaciones Temporales	0.5028	0.13%	0.5028
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	Caminos	6.4719	1.63%	6.4719
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	Caminos	43.1943	10.86%	43.1943
TA	Agricultura de Temporal Anual	Caminos	0.8403	0.21%	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave	Uso de suelo y vegetación	Elemento del Proyecto con el que incide	Superficie de incidencia (ha)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto	Forestal
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	Caminos	0.6567	0.17%	0.6567
Total			397.6458	100.00%	396.5957

Con respecto a las áreas de importancia ambiental, destaca la presencia de la **RE**, **AI** y **AP** en el sitio Ramsar Río Sabinas, así como en la RTP Matorral Tamaulipeco del Bajo Río Bravo y RTP Cuenca del Río Sabinas, ambas áreas se caracterizan en el **Anexo III. 5**.

Tabla III.45. Incidencia del AP en áreas de importancia ambiental.

Incidencia	Elemento del Proyecto con el que incide	Superficie de incidencia (ha)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
ANP	-	0	0.00%
ADVC	-	0	0.00%
Sitio RAMSAR **Río Sabinas**	Caminos, Huella caminos, Instalaciones Temporales, LMT Aerea, LMT Subterranea, LT 400 y DDV,Plataformas y SET	284.9977	71.67%
Humedales	-	0	0.00%
Manglar	-	0	0.00%
Áreas de Importancia para la Conservación de Aves	-	0	0.00%
Regiones Terrestres Prioritaria **RTP Matorral Tamaulipeco del Bajo Río Bravo y RTP Cuenca del Río Sabinas.**	Todos	397.6458	100.00%
Regiones Hidrológicas Prioritarias	-	0	0.00%
Regiones Marinas Prioritarias	-	0	0.00%
Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	LMT Aerea, LMT Subterranea, LT 400 y DDV, Huella caminos, Plataformas, SET, Instalaciones Temporales y Caminos	286.1801	71.97%

Tabla III.46. Incidencia del AI en áreas de importancia ambiental.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Incidencia	Superficie de incidencia (ha)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
ANP	-	-
ADVC	-	-
Sitio RAMSAR **Río Sabinas**	19,433.1784	71.26%
Humedales	-	-
Manglar	-	-
Áreas de Importancia para la Conservación de Aves	-	-
Regiones Terrestres Prioritaria **RTP 75 Matorral Tamaulipeco del Bajo Río Bravo**	27,271.6647	100.00%
Regiones Hidrológicas Prioritarias	-	-
Regiones Marinas Prioritarias	-	-
Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	9,744.0453	35.73%
Ecosistemas relevantes	-	-

Con respecto a la incidencia del AP con el componente hídrico, se observó que no hay incidencia en cuerpos de agua, únicamente se tiene intersección con escurrimientos intermitentes en una longitud total de 8,289.0859 m con los diferentes componentes de caminos, huella caminos, LMT aérea, LMT subterránea, LT 400 y DDV, plataformas y SET, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla III.47. Incidencia del AP en escurrimientos y cuerpos de agua.

Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
Intermitente	Caminos	8.1032
Intermitente	Caminos	25.9305
Intermitente	Caminos	8.1576
Intermitente	Caminos	24.7423
Intermitente	Caminos	8.0465
Intermitente	Caminos	11.0483
Intermitente	Caminos	16.9762
Intermitente	Caminos	11.7061
Intermitente	Caminos	9.0956
Intermitente	Caminos	8.4769
Intermitente	Caminos	15.7586
Intermitente	Caminos	53.4437
Intermitente	Caminos	8.7527
Intermitente	Caminos	8.2873
Intermitente	Caminos	9.1733
Intermitente	Caminos	8.2266
Intermitente	Caminos	21.7381
Intermitente	Caminos	8.1444
Intermitente	Caminos	8.0008
Intermitente	Caminos	8.5027
Intermitente	Caminos	9.6083
Intermitente	Caminos	8.5714
Intermitente	Caminos	8.086
Intermitente	Caminos	9.283
Intermitente	Caminos	10.3428
Intermitente	Caminos	17.5149

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
Intermitente	Caminos	8.1933
Intermitente	Caminos	13.4283
Intermitente	Caminos	8.3063
Intermitente	Caminos	8.5274
Intermitente	Caminos	10.1422
Intermitente	Caminos	8.5646
Intermitente	Caminos	12.0974
Intermitente	Caminos	30.9584
Intermitente	Caminos	4.1987
Intermitente	Caminos	8.5984
Intermitente	Caminos	11.2621
Intermitente	Caminos	11.1831
Intermitente	Caminos	8.2336
Intermitente	Caminos	0.262
Intermitente	Caminos	8.96
Intermitente	Caminos	16.7651
Intermitente	Caminos	39.8799
Intermitente	Caminos	12.5326
Intermitente	Caminos	8.6951
Intermitente	Caminos	8.8658
Intermitente	Caminos	9.845
Intermitente	Caminos	18.5384
Intermitente	Caminos	8.004
Intermitente	Caminos	23.164
Intermitente	Caminos	8.0751
Intermitente	Caminos	17.9789
Intermitente	Caminos	8.349
Intermitente	Caminos	18.8168
Intermitente	Caminos	8.0745
Intermitente	Caminos	16.638
Intermitente	Caminos	12.1173
Intermitente	Caminos	9.7753
Intermitente	Caminos	9.2272
Intermitente	Caminos	6.8242
Intermitente	Caminos	19.4041
Intermitente	Caminos	4.9517
Intermitente	Caminos	9.3056
Intermitente	Caminos	3.8259
Intermitente	Caminos	9.6015
Intermitente	Caminos	8.1412
Intermitente	Caminos	8.0455

Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
Intermitente	Caminos	11.6868
Intermitente	Caminos	10.9339
Intermitente	Caminos	8.0919
Intermitente	Caminos	58.3843
Intermitente	Caminos	8.5466
Intermitente	Caminos	8.8832
Intermitente	Caminos	8.082
Intermitente	Caminos	11.5608
Intermitente	Caminos	91.7734
Intermitente	Caminos	12.7166
Intermitente	Caminos	8.5337
Intermitente	Caminos	11.9347
Intermitente	Huella caminos	2.0261
Intermitente	Huella caminos	85.0165
Intermitente	Huella caminos	32.6305
Intermitente	Huella caminos	76.935
Intermitente	Huella caminos	32.5398
Intermitente	Huella caminos	41.4792
Intermitente	Huella caminos	42.2984
Intermitente	Huella caminos	138.1761
Intermitente	Huella caminos	34.9822
Intermitente	Huella caminos	33.9075
Intermitente	Huella caminos	70.6694
Intermitente	Huella caminos	4.1138
Intermitente	Huella caminos	112.6798
Intermitente	Huella caminos	35.3564
Intermitente	Huella caminos	33.677
Intermitente	Huella caminos	39.5573
Intermitente	Huella caminos	33.7471
Intermitente	Huella caminos	60.2228
Intermitente	Huella caminos	32.3774
Intermitente	Huella caminos	32.9873
Intermitente	Huella caminos	67.1499
Intermitente	Huella caminos	36.4129
Intermitente	Huella caminos	87.1292
Intermitente	Huella caminos	32.0981
Intermitente	Huella caminos	36.5561
Intermitente	Huella caminos	46.5371
Intermitente	Huella caminos	26.1385
Intermitente	Huella caminos	73.508
Intermitente	Huella caminos	26.2948

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
Intermitente	Huella caminos	57.5519
Intermitente	Huella caminos	33.3582
Intermitente	Huella caminos	35.8289
Intermitente	Huella caminos	41.193
Intermitente	Huella caminos	3.6178
Intermitente	Huella caminos	69.5944
Intermitente	Huella caminos	49.6156
Intermitente	Huella caminos	139.0994
Intermitente	Huella caminos	83.8182
Intermitente	Huella caminos	40.1846
Intermitente	Huella caminos	51.2785
Intermitente	Huella caminos	7.7169
Intermitente	Huella caminos	7.8312
Intermitente	Huella caminos	48.6722
Intermitente	Huella caminos	35.345
Intermitente	Huella caminos	8.6804
Intermitente	Huella caminos	24.4452
Intermitente	Huella caminos	33.9773
Intermitente	Huella caminos	67.727
Intermitente	Huella caminos	34.5303
Intermitente	Huella caminos	33.4077
Intermitente	Huella caminos	36.1814
Intermitente	Huella caminos	39.3794
Intermitente	Huella caminos	7.3972
Intermitente	Huella caminos	65.6207
Intermitente	Huella caminos	32.7641
Intermitente	Huella caminos	133.6694
Intermitente	Huella caminos	239.5333
Intermitente	Huella caminos	33.0589
Intermitente	Huella caminos	49.3625
Intermitente	Huella caminos	44.472
Intermitente	Huella caminos	59.4355
Intermitente	Huella caminos	8.5575
Intermitente	Huella caminos	43.6942
Intermitente	Huella caminos	23.7721
Intermitente	Huella caminos	57.3649
Intermitente	Huella caminos	43.2495
Intermitente	Huella caminos	36.2044
Intermitente	Huella caminos	37.1473
Intermitente	Huella caminos	46.4681
Intermitente	Huella caminos	36.8246

Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
Intermitente	Huella caminos	39.4807
Intermitente	Huella caminos	32.4819
Intermitente	Huella caminos	32.3416
Intermitente	Huella caminos	45.4953
Intermitente	Huella caminos	43.1388
Intermitente	Huella caminos	85.5204
Intermitente	Huella caminos	97.2267
Intermitente	Huella caminos	34.5139
Intermitente	Huella caminos	36.2008
Intermitente	Huella caminos	32.1982
Intermitente	Huella caminos	46.2428
Intermitente	Huella caminos	17.8287
Intermitente	Huella caminos	3.5186
Intermitente	Huella caminos	34.1348
Intermitente	Huella caminos	30.4121
Intermitente	Huella caminos	43.3791
Intermitente	LMT Aerea	2.771
Intermitente	LMT Aerea	6.0612
Intermitente	LMT Aerea	9.8314
Intermitente	LMT Aerea	4.5495
Intermitente	LMT Aerea	4.7613
Intermitente	LMT Aerea	3.105
Intermitente	LMT Aerea	2.5506
Intermitente	LMT Aerea	9.3111
Intermitente	LMT Aerea	6.0308
Intermitente	LMT Subterranea	26.8763
Intermitente	LMT Subterranea	4.3856
Intermitente	LMT Subterranea	17.5766
Intermitente	LMT Subterranea	17.4857
Intermitente	LMT Subterranea	17.1558
Intermitente	LMT Subterranea	36.9418
Intermitente	LMT Subterranea	16.6003
Intermitente	LMT Subterranea	8.3821
Intermitente	LMT Subterranea	26.0019
Intermitente	LMT Subterranea	7.8942
Intermitente	LMT Subterranea	30.0571
Intermitente	LMT Subterranea	18.6459
Intermitente	LMT Subterranea	8.4239
Intermitente	LMT Subterranea	40.4987
Intermitente	LMT Subterranea	28.0649
Intermitente	LMT Subterranea	72.8407

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
Intermitente	LMT Subterranea	32.5895
Intermitente	LMT Subterranea	10.0663
Intermitente	LMT Subterranea	21.0966
Intermitente	LMT Subterranea	15.2374
Intermitente	LMT Subterranea	5.7916
Intermitente	LMT Subterranea	7.4354
Intermitente	LMT Subterranea	5.0826
Intermitente	LMT Subterranea	34.8313
Intermitente	LMT Subterranea	2.3421
Intermitente	LMT Subterranea	2.106
Intermitente	LMT Subterranea	14.4168
Intermitente	LMT Subterranea	8.1999
Intermitente	LMT Subterranea	5.0455
Intermitente	LMT Subterranea	9.3522
Intermitente	LMT Subterranea	6.1311
Intermitente	LMT Subterranea	5.5876
Intermitente	LMT Subterranea	8.0126
Intermitente	LMT Subterranea	8.5921
Intermitente	LT 400 y DDV	50.6913
Intermitente	LT 400 y DDV	1.242
Intermitente	LT 400 y DDV	53.8556
Intermitente	LT 400 y DDV	50.8155
Intermitente	LT 400 y DDV	53.3985
Intermitente	LT 400 y DDV	59.7801
Intermitente	LT 400 y DDV	72.1029
Intermitente	LT 400 y DDV	56.4461
Intermitente	LT 400 y DDV	66.1642

Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
Intermitente	LT 400 y DDV	56.3295
Intermitente	LT 400 y DDV	50.7176
Intermitente	LT 400 y DDV	52.4063
Intermitente	LT 400 y DDV	50.9111
Intermitente	LT 400 y DDV	51.8599
Intermitente	LT 400 y DDV	52.1369
Intermitente	LT 400 y DDV	589.6383
Intermitente	LT 400 y DDV	8.599
Intermitente	LT 400 y DDV	89.6254
Intermitente	LT 400 y DDV	208.4224
Intermitente	LT 400 y DDV	178.6078
Intermitente	LT 400 y DDV	137.9511
Intermitente	LT 400 y DDV	55.3883
Intermitente	LT 400 y DDV	59.7007
Intermitente	Plataformas	20.7218
Intermitente	Plataformas	21.2754
Intermitente	Plataformas	16.7069
Intermitente	Plataformas	13.2148
Intermitente	Plataformas	51.902
Intermitente	Plataformas	58.9521
Intermitente	Plataformas	52.658
Intermitente	Plataformas	64.6907
Intermitente	Plataformas	38.0299
Intermitente	Plataformas	20.1742
Intermitente	Plataformas	52.3696
Intermitente	SET	24.7275
Total		**8,289.0859**

III.11 Anexos

Descripción	Anexos
Anexar Plano georreferenciado en UTM, Datum WGS84, de la Región o Regiones Ecológicas delimitadas, en formato PDF y archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV.	**Anexo III.1** Región Ecológica
Listado de especies potenciales de flora y fauna	**Anexo III.2** Listados potenciales

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Descripción	Anexos
Análisis estadístico que demuestre la representatividad de los muestreos realizados, incluyendo los métodos utilizados y memorias de cálculo.	**Flora** **Anexo III.3** Flora / Metodología Caracterización Florística La Noria **Fauna** **Anexo III.4** Estudios de fauna / 01 Diversidad fauna general 2026
Mapas georreferenciados en UTM, Datum WGS84, en formato PDF y archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV, de la ubicación de las especies identificadas en campo que se encuentren en alguna categoría de riesgo de acuerdo con el listado actualizado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, incluyendo los resultados de los muestreos y mapas de distribución existentes.	**Flora** **Anexo III.3** Flora / 05 Flora NOM059 **Fauna** **Anexo III.4** Estudios de fauna / 01 Diversidad fauna general 2026 / 06 Fauna NOM campo
Listado completo de especies identificadas en campo; así como la información de soporte de los resultados de los muestreos de flora y fauna, mapas de ubicación georreferenciada en UTM, Datum WGS84, de sitios de muestreo e imágenes de referencia.	**Anexo III.3 Flora** **Anexo III.4 Estudios de fauna**
Listado completo de individuos por especie que se pretenden afectar, que contenga nombre científico, nombre común, categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, si corresponde a especie endémica, número de individuos por afectar, tipo de afectación, tipo de vegetación (forestal o no forestal) y coordenadas de ubicación georreferenciada en UTM, Datum WGS84, considerar en su caso, aquellas especies de importancia médica, económica y/o ecológica, estén o no en algún estatus de protección.	**Flora** **Anexo III.3 Flora** **Fauna** **Anexo III.4 Estudios de fauna** 01 Diversidad fauna general 2026 / 04 Memoria calculo diversidad Fauna LaNoria / Hoja **Ab** (se indica abundancia relativa)
Anexar memoria de cálculo con análisis de datos, que incluya la justificación de los índices utilizados; así como, el análisis descriptivo y comparativo de los resultados de la diversidad del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto y la diversidad de la región ecológica delimitada, por temporada de muestreo; considerando la ejecución del Proyecto, en las conclusiones se deberá señalar durante qué temporada y etapa del Proyecto se registran los mayores impactos a la biodiversidad.	**Flora** **Anexo III.3 Flora** **Fauna** **Anexo III.4 Estudios de fauna**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Descripción	Anexos
Documento en extenso de la caracterización ambiental abiótica, socioeconómica y paisaje.	**Anexo III.5**
Memorias fotográficas de condiciones de la RE, AI y AP, así como de especies representativas registradas durante los muestreos y de las metodologías de muestreo.	**Anexo III.6**
Mapas en formato jpg o png elaborados para el presente capítulo.	**Anexo III.7**
Estudio de erosión hídrica y eólica	**Anexo III.8**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD - REGIONAL

PROYECTO:

PARQUE EÓLICO LA NORIA

CAPÍTULO IV

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V

PREPARADO PARA:
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

SEPTIEMBRE, 2026

TABLA DE CONTENIDO

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN....4

IV.1. Indicar la metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como, la justificación de su selección....7

Anexo IV.1 Metodología para la identificación de impactos ambientales....7

IV.2. Impactos ambientales existentes en la región ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto....9

IV.2.1. Diagnóstico de los impactos ambientales en la Región Ecológica....9

IV.3.1. Identificación de impactos....15

IV.3.1.1. Actividades relevantes....15

IV.3.2. Indicadores de los factores ambientales....15

IV.3.3. Identificación de las interacciones....16

IV.3.4. Descripción de los las INTERACCONES y los EFECTOS NEGATIVOS....17

IV.3.5. Identificación de los impactos ambiéntales....37

IV.3.6. Caracterización y valoración de los impactos....42

IV. 4. Resumen de los impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración....43

IV. 5. Resumen del análisis de los impactos ambientales SIGNIFICATIVOS, ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS y RESIDUALES, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la Región Ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas....83

IV. 6. Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos. 85

IV.6.1. Impactos Significativos....88

IV.6.2. Impactos ambientales ACUMULATIVOS del Proyecto y dentro de la REGIÓN ECOLOGICA....91

IV.6.3. Impactos ambientales Sinérgicos....91

IV.6.4. Impactos Residuales....91

IV. 7. Estrategias de implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación....92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales....6
Figura IV.2. Obras y actividades que se desarrollan en la Región Ecológica ACTUALMENTE y sus principales IMPACTOS AMBIENTALES-EFECTOS NEGATIVOS....10
Figura IV.3. Ambientes encontrados en la RE, AI y AP. 11
Figura IV.4. Microcuencas, los escurrimientos intermitentes y sus direcciones....20
Figura IV.5. Microcuenca que contribuye con el tributario del río Sabina....21
Figura IV.6. Usos de suelo presentes en la zona y que interactúan con los escurrimientos intermitentes de la microcuenca que alimenta al tributario del Río sabina....23
Figura IV.7. Área del Proyecto con respecto a los escurrimientos intermitentes....24
Figura IV.8.En la parte final de la microcuenca se observa una elevación que hace que los escurrimientos concentrados se dispersen para otra microcuenca donde se ubican actividades agropecuarias principalmente. 25
Figura IV.9. Interacción de los escurrimientos intermitentes en la parte final de la microcuenca....26
Figura IV.10. Region Ecológica con la implementación del Proyecto....84
Figura IV.11. Área de Influencia delimitado para el Proyecto....86
Figura IV.5. Área de Influencia delimitada para el Proyecto....**¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1. Análisis de IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS y sus EFECTOS NEGATIVOS dentro de la REGIÓN ECOLÓGICA. 13
Tabla IV.2.Análisis integral de los EFECTOS NEGATIVOS ACUMULATIVOS para la REGIÓN ECOLÓGICA 14
Tabla IV.2. Descripción de las interacciones en todas las etapas del Proyecto 17
Tabla IV.4. Especies de aves con vuelos en la ZBR, temporadas de registro y estatus de conservación 32
Tabla IV.5. Vulnerabilidad de las especies de murciélagos a la colisión con aerogeneradores 33
Tabla IV.6. Medidas a través de acciones a desarrollar..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla IV.3. IMPACTOS AMBIENTALES identificados susceptibles de generarse por el Proyecto y sus EFECTOS NEGATIVOS. 37
Tabla IV.4. Resumen de impactos y medidas ambientales..... 43
Tabla IV.5. Matriz de ACUMULACIÓN de EFECTOS NEGATIVOS en relación con las obras y actividades presentes en la REGIÓN ECOLÓGICA. 85
Tabla IV.6. Significancia de los Impactos Ambientales y sus Efectos negativos..... 88
Tabla IV.11.EFECTOS NEGATIVOS ACUMULATIVOS para la REGIÓN ECOLÓGICA 92
Tabla IV.7. Medidas ambientales de prevención y mitigación seleccionadas para el Proyecto y considerando los IMPACTOS ACUMULATIVOS dentro de la REGIÓN ECOLÓGICA 93

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

IV.IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

El presente Capítulo se desarrolla en apego a lo dispuesto por el artículo 13, fracción V y VI del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA); el cual establece lo siguiente:

“… *Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información*:
(…)

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

…”

De acuerdo con lo anterior, el presente Capítulo concentra la información que se establece en las fracciones V y VI del artículo 13 del citado Reglamento. Es importante detallar que dentro del análisis cuantitativo se consideró la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales a nivel Región Ecológica que de acuerdo con el análisis del Capítulo III se puede entender que la unidad de análisis denominada “**Región Ecológica**” es equivalente al **Sistema Ambiental Regional** señalado en dicho REIA.

De acuerdo con la **SEMARNAT**, 2018,[1] se define **impacto ambiental** como la “*Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*”. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales, sin embargo, el instrumento Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se orienta a los impactos ambientales que eventualmente podrían ser provocados por obras o actividades que se encuentran en etapa de proyecto (impactos potenciales), o sea que no han sido iniciadas. De aquí el carácter preventivo del instrumento.

De la misma manera la **SEMARNAT** establecido que La evaluación de impacto ambiental es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente.

De acuerdo con la International Association for Impact Assessment (IAIA), 2026[2], la evaluación de impacto es un proceso sistemático que se utiliza para identificar las consecuencias futuras de las acciones propuestas, ayudando a los tomadores de decisiones a anticipar y gestionar los posibles efectos ambientales, sociales y económicos. Al comparar lo que ocurriría con y sin un proyecto, la evaluación de impacto garantiza una evaluación cuidadosa de los riesgos y beneficios antes de asumir compromisos.

[1] https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental
[2] https://iaia.org/que-es-la-evaluacion-de-impactos/

De acuerdo con la IAIA, el concepto de "ambiente" en la Evaluación de Impactos evolucionó desde un enfoque inicial que consideraba únicamente los componentes biofísicos hasta una definición más amplia que incluye además los elementos fisicoquímicos, biológicos, visuales [paisajísticos], culturales y socioeconómicos del ambiente en su conjunto. La definición de Evaluación de Impacto Ambiental (**EIA**) adoptada por la IAIA es "el proceso de identificar, predecir, evaluar y mitigar los efectos biofísicos, sociales y otros de relevancia causados por el desarrollo de proyectos, antes de que se tomen las decisiones más importantes y se establezcan compromisos".

En este sentido la **EIA** es de naturaleza dual, cada una con sus propios enfoques metodológicos:
1.- Es una herramienta técnica de análisis de las consecuencias de una intervención planificada (política, plan, programa, proyecto) o de eventos no planificados, como desastres naturales, guerras y conflictos, que proporciona información para las partes interesadas y los tomadores de decisiones;
2.- Es un procedimiento legal e institucional vinculado al proceso de toma de decisiones de una intervención planificada.

Los objetivos de la **EIA** son:

VI.I *Proporcionar información para la toma de decisiones con respecto a las consecuencias biofísicas, sociales, económicas e institucionales de acciones propuestas.*

VI.II*Promover la transparencia y la participación pública en la toma de decisiones.*

VI.III *Identificar procedimientos y métodos para la vigilancia (seguimiento y mitigación de consecuencias adversas) de los ciclos de elaboración y desarrollo de políticas, planes y proyectos, y*

VI.IV *Contribuir al desarrollo ambientalmente sano y sostenible.*

Los diversos constituyentes del medio ambiente, entre los cuales se desarrolla la vida en el planeta, se conocen y estudian bajo el nombre de componentes y factores ambientales. Los factores ambientales son susceptibles de ser modificados por las actividades del hombre y estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar graves problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suele ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores y, entonces, ser fácilmente soportables (Conesa, 2009).

Los factores ambientales considerados por los organismos internacionales competentes pertenecen a los siguientes componentes ambientales (Conesa, 2009):

- El aire, el clima, el agua y el suelo.
- El hombre, la flora y la fauna.
- El paisaje.
- Las interacciones entre los anteriores.
- Los bienes materiales, la calidad de vida y el patrimonio cultural.

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción consecuencia de un proyecto o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del

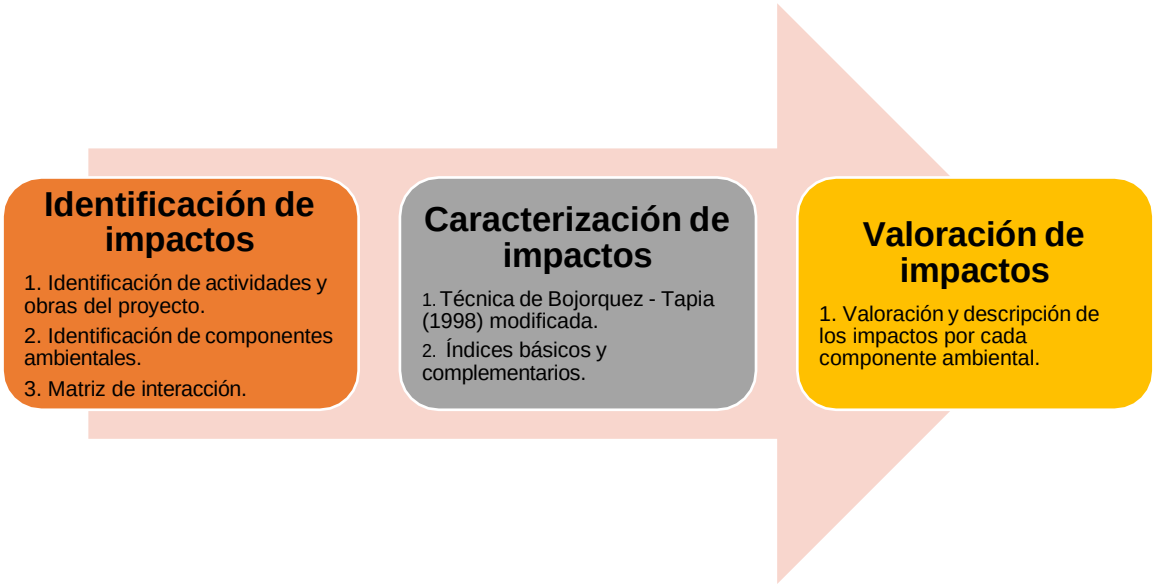
medio. La alteración se mide y el impacto se evalúa por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno, o alguno de los factores que lo constituyen, en ausencia de la actividad causante y la que tiene en presencia de esta (Conesa, 2009; Gómez y Gómez, 2013).
En este sentido, la **EIA** es el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente mediante la identificación, descripción y evaluación de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con la ley, de los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los factores ambientales (Conesa, 2009).

Un proceso de evaluación de impacto ambiental se expresa en una secuencia lógica de pasos, que se constituyen en elementos clave al momento de ser aplicados a las acciones humanas que interesa evaluar para resguardar el cumplimiento de los objetivos ambientales.

La identificación de impactos ambientales es una parte sustancial del proceso de evaluación, por lo que se abordará con base en un esquema metodológico que considera tanto el entorno ambiental del **Proyecto** como las características particulares y la naturaleza de este.

El proceso general y método de evaluación que se empleará en la identificación y evaluación de impactos ambientales se puede resumir en el esquema presentado en la **Figura IV.1**.

Figura IIV.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales.



IV.1. Indicar la metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como, la justificación de su selección

Entre los métodos empleados para la evaluación de impacto ambiental destacan las listas de verificación, las matrices de interacción y la superposición de capas vectoriales de distintas temáticas. Las matrices interactivas (causa-efecto) por su facilidad de integrar la información han sido las más utilizadas en la evaluación de impacto ambiental, ya que permiten evaluar las acciones del proyecto o actividades sobre los factores ambientales (Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio, 1989).

La mejor herramienta para determinar los impactos son las matrices de relaciones causa – efecto, de las cuales existen muchas variantes y la más conocida de ellas es Matriz de Leopold (Garmendia*, et al*. 2005).

La matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental (Cotán-Pinto, 2007). Es un método indirecto de evaluación de impactos, ya que lo que realmente se califica son las interacciones entre el proyecto y el ambiente, sin darle ningún nombre al impacto que se presenta en esa interacción (Arboleda, 2008). Consiste en una matriz en que las entradas según las columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales) que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes (Garmendia, *et al.* 2005; Cotán-Pinto, 2007; Arboleda, 2008).

De acuerdo con lo anterior, para identificar y valorar los posibles impactos generados a causa del desarrollo del **Proyecto** se empleará la matriz interactiva de Leopold modificada y la técnica de Bojórquez-Tapia *et al*. (1998).

La metodología consiste en el desarrollo de los siguientes apartados:

1. Identificación de impactos, y
2. Caracterización y valoración de impactos.

En los anexos se presenta la descripción de la METODOLOGÍA para la identificación de los impactos ambientales para su análisis.

ANEXOS:

Anexo IV.1 Metodología para la identificación de impactos ambientales

IV.2. Impactos ambientales existentes en la región ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto

IV.2.1. Diagnóstico de los impactos ambientales en la Región Ecológica

La **Región Ecológica** (**RE**) se presenta **con pocas** actividades: **áreas agrícolas**, **asentamientos rurales**, **caminos de terracería** y en una pequeña fracción una **vía férrea**, un banco **de material** y una vieja **mina** principalmente, sin embargo, principalmente en la **RE** se observa vegetación de tipo matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, agricultura de temporal anual, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, desprovisto de vegetación.

Por otra parte, con respecto al **Área de Influencia** (**AI**) las actividades más importantes que se destacan refieren a **asentamientos rurales**, **caminos de terracería** y en una pequeña fracción una **vía férrea**, un banco **de material** y una vieja **mina** principalmente, y al igual que la **RE** la superficie está dominada por vegetación de tipo matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo.

En el caso del **Área del Proyecto** (**AP**) este se ubica en áreas con vegetación de tipo matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo.

En resumidas cuentas, en la **Región Ecológica**, el **Área de Influencia** y el Área del Proyecto se presenta con pocas actividades de desarrollo, tal y como se puede observar en la siguiente figura.

[redacted]

Figura IIV.2. Obras y actividades que se desarrollan en la **Región Ecológica ACTUALMENTE** y sus principales **IMPACTOS AMBIENTALES-EFECTOS NEGATIVOS**.

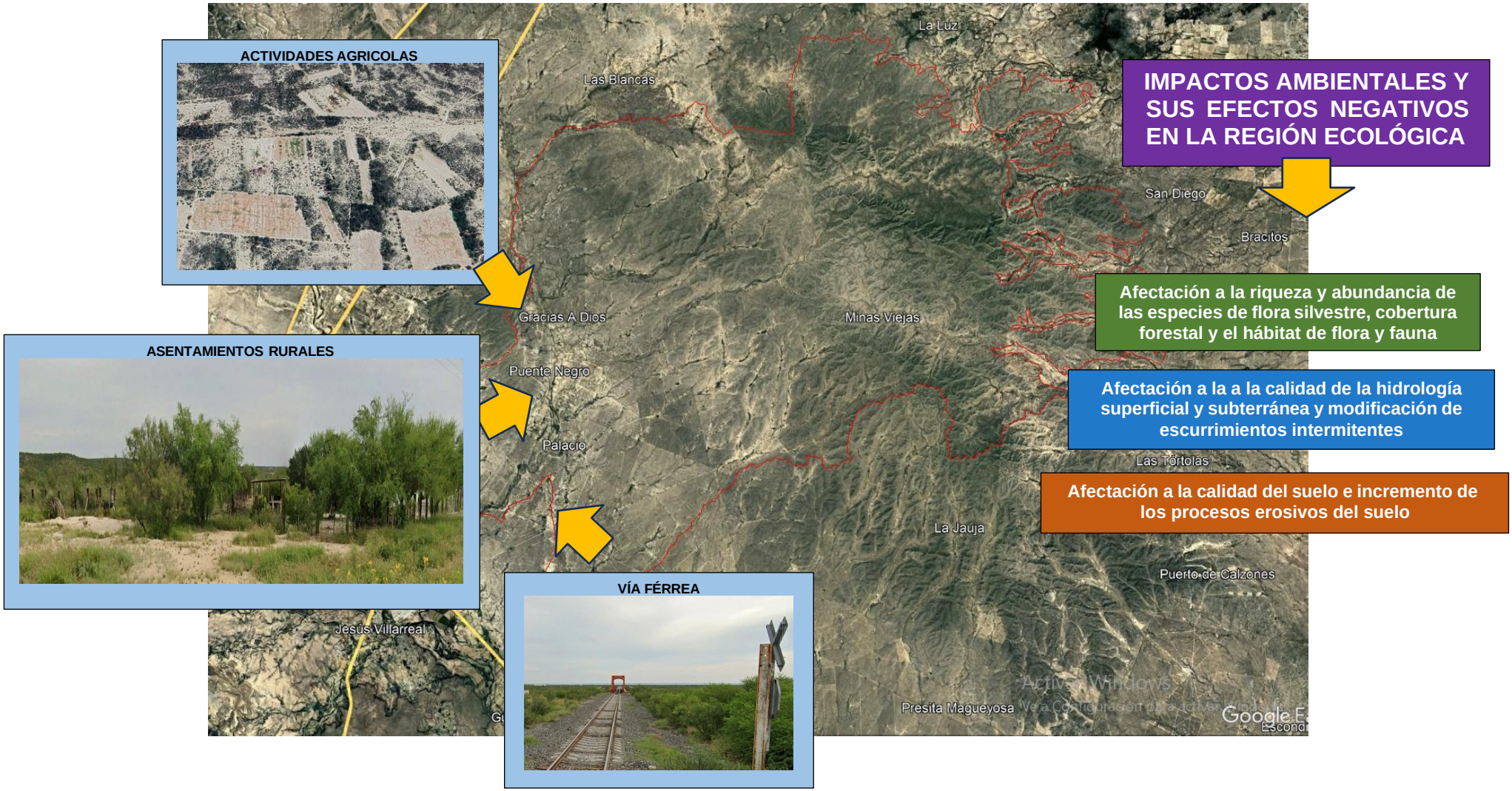


Figura IIV.3. Ambientes encontrados en la **RE**, **AI** y **AP**.

REGIÓN ECOLÓGICA




AREA DE INFLUENCIA

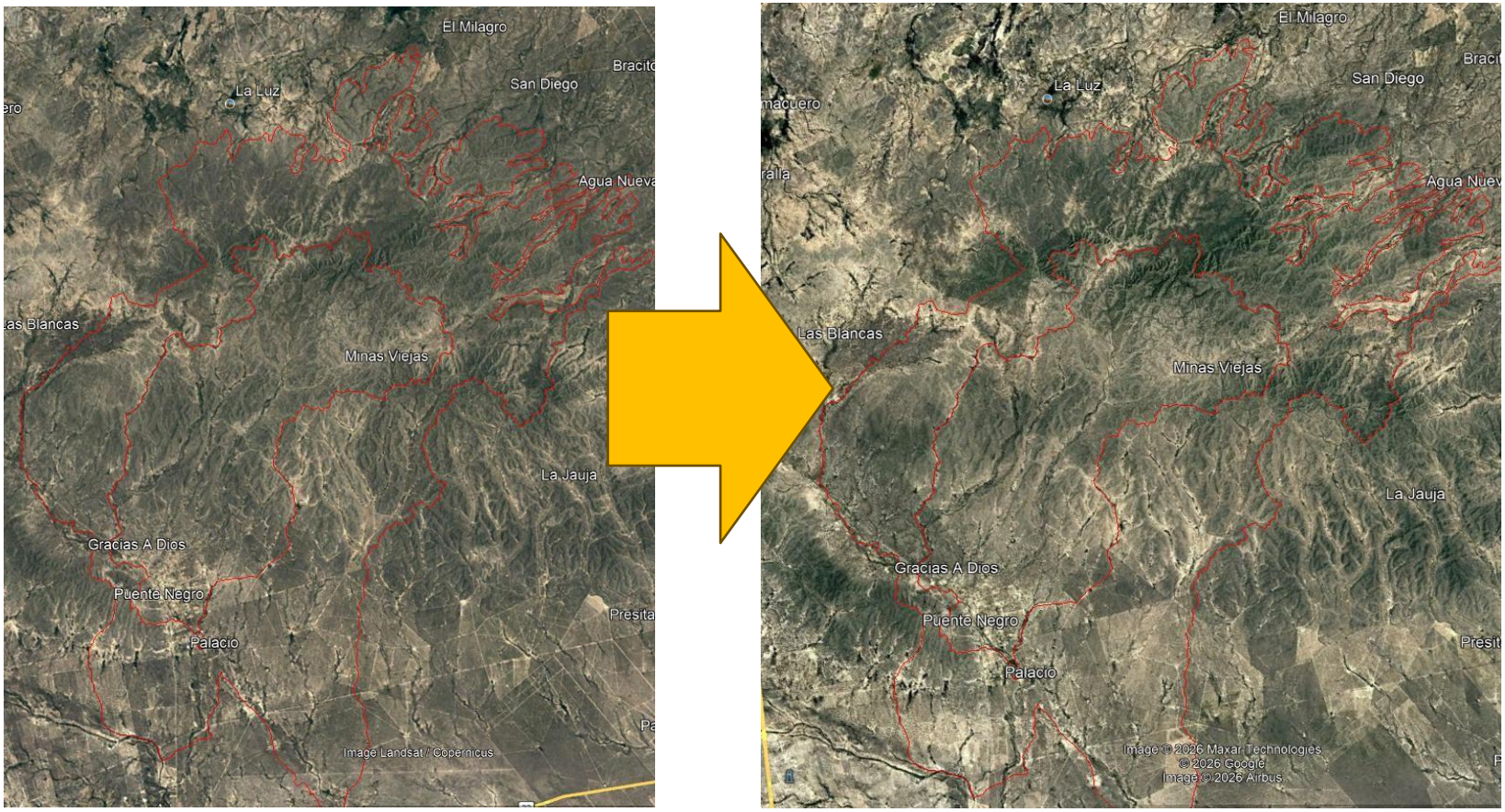



AREA DEL PROYECTO




La tendencia de la **Región Ecológica** es de **poco desarrollo** y por lo tanto de **muy poca fragmentación** ya que es una región sin mucho crecimiento, donde se observa que **se mantiene las mismas actividades de desarrollo y** que refieren a pequeñas áreas agrícolas, caminos, principalmente de terracería, y una vía férrea, y de manera dispersa se observan comunidades rurales, tal y como se puede observar en las siguientes imágenes.

TENDENCIA EN LA REGIÓN ECOLÓGICA



Año 2006 **Año 2026**

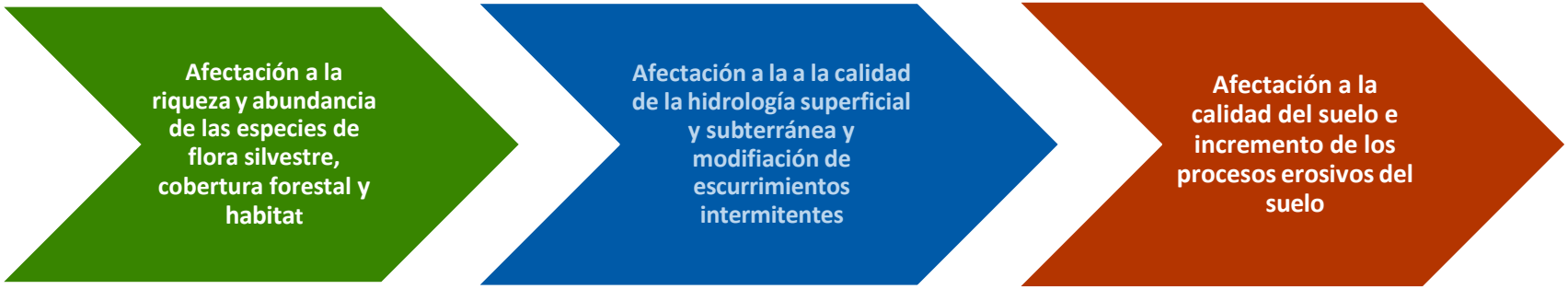
Tabla IIV.1. Análisis de **IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS** y sus **EFECTOS NEGATIVOS** dentro de la **REGIÓN ECOLÓGICA**.

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto Ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos				
			Tipo	**Duración**	**Extensión**	**Intensidad**	**Efectos**
ASENTAMIENTOS RURALES 	Suelo	Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	Residual/ Acumulativo	Permanente	Puntual	Moderada	Directo
	Flora	Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	Residual/ Acumulativo	Permanente	Puntual	Regional	Indirecto
	Hidrología subterránea	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea Disminución en la infiltración	Residual/ Acumulativo	Permanente	Puntual	Moderada	Directo
VÍA FERREA, CAMINOS Y CAMINOS RURALES 	Suelo	Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	Residual/ Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Indirecto
	Flora y fauna	Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora y fauna silvestre Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	Residual/ Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Directo
	Hidrología subterránea	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea Disminución en la infiltración	Residual/ Acumulativo	Permanente	Regional	Mínimo	Indirecto
	Aire	Afectación de la calidad del aire Modificación del nivel sonoro	Residual/ Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Directo
	Hidrología superficial	Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	Residual/ Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Directo
ACTIVIDADES AGROPECUARIAS	Suelo	Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	Residual/ Acumulativo	Permanente	Local	Mínima	Directo

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto Ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efectos
	Flora	Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	Residual/ Acumulativo	Permanente	Local	Mínima	Directo

De acuerdo con lo anterior, se considera que los **PRINCIPALES EFECTOS NEGATIVOS** en la **REGIÓN ECOLOGICA** refieren al cambio de uso de suelo para el desarrollo de las actividades agrícolas, la vía férrea, los caminos y los caminos de terracería, asentamientos rurales

Tabla IIV.2. Análisis integral de los **EFECTOS NEGATIVOS ACUMULATIVOS** para la **REGIÓN ECOLÓGICA**



IV.3. Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

IV.3.1. Identificación de impactos

IV.3.1.1. Actividades relevantes

Con la finalidad de identificar y analizar los impactos ambientales que el **Proyecto** podría provocar sobre el medio ambiente, se listaron las actividades que se desarrollarán como parte del **Proyecto**, destacando solamente aquellas que pudieran provocar impactos (Positivos o negativos), las cuales serían consideradas como componentes o factores de cambio.

Con la intención de brindar claridad sobre las interacciones que tendrá el **Proyecto** con los componentes y factores ambientales a evaluar, en la tabla siguiente, se presenta el listado de actividades del programa de trabajo para el desarrollo del **Proyecto** en todas las etapas, dado que es así como se desarrolla el presente capítulo. La **tabla de actividades del proyecto** se ubica en los **ANEXOS** en la **Matriz de impactos ambientales.**

IV.3.2. Indicadores de los factores ambientales

Una vez listadas las actividades del **Proyecto**, se identificaron los factores ambientales susceptibles de afectar en el área del **Proyecto**. Para ello, se reconoce qué variables y/o procesos fisicoquímicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados. Para ello, en esta etapa se analiza la situación ambiental previa, es decir, se toma de referencia la línea base y el diagnóstico ambiental obtenido contrastando con las transformaciones esperadas del ambiente. En esta etapa también se prevén los impactos ambientales directos, indirectos y acumulativos que se podrían generar sobre los componentes ambientales.

La identificación de factores ambientales parte de la tipificación de las actividades previamente descritas en el **Capítulo I** referente a la descripción del **Proyecto** y de la caracterización hecha en el **Capítulo III** sobre la descripción del medio biótico, abiótico, socioeconómico y del paisaje. En este sentido, se elaboró el listado de indicadores de los factores ambientales susceptibles de afectación en el área del **Proyecto** y su **AI**, el cual se utilizará como insumo para la matriz de interacciones. La **tabla de factores ambientales e indicadores** se ubica en los **ANEXOS** en la **Matriz de impactos ambientales.**

ANEXOS:

Anexo IV.2. Matriz de impactos ambientales

IV.3.3. Identificación de las interacciones

Una vez identificadas tanto las obras y actividades del **Proyecto** que pueden causar impactos (positivos y negativos)[3] así como los indicadores ambientales de posible afectación, se elaboró la matriz de interacciones. Dicha matriz es de doble entrada de modo que, para cada actividad a desarrollar en todas las etapas del **Proyecto**, se analiza su relación con cada uno de los componentes ambientales. Esto permite que al reconocer que existe una interacción, se pueda describir el impacto (positivo o negativo) que podría tener el **Proyecto** en el ambiente.

En la siguiente tabla, así como en el Anexo denominado **Matriz de impactos ambientales** se muestran las interacciones entre actividades e indicadores de los factores ambientales del **Proyecto**.

ANEXOS:

Anexo IV.2. Matriz de impactos ambientales

[3] Nota: en esta matriz no se incluye las actividades o medidas de mitigación establecidas en el programa de trabajo, ya que son acciones previas a la generación de los impactos negativos.

IV.3.4. Descripción de los las INTERACCONES y los EFECTOS NEGATIVOS

En la siguiente tabla se describen las interacciones y los efectos negativos por componente ambiental y etapa del **Proyecto**.

Tabla IIV.3. Descripción de las interacciones en todas las etapas del **Proyecto**.

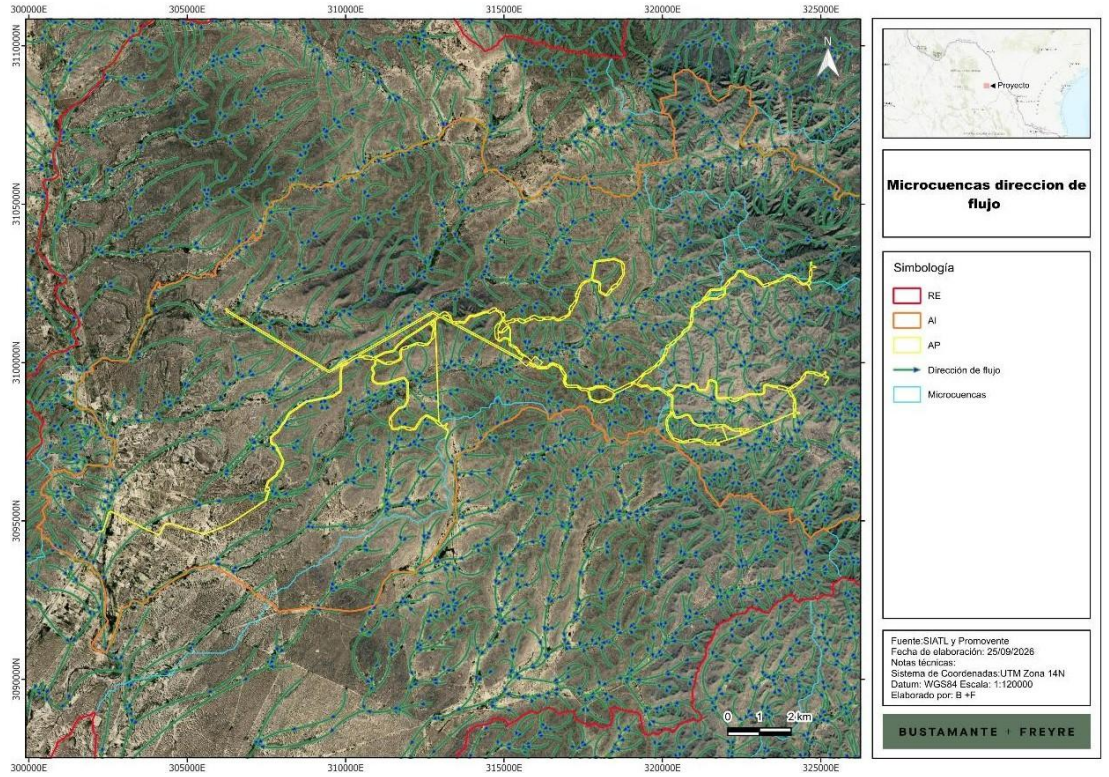
Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción de las INTERACCIONES Y SUS EFECTOS NEGATIVOS
SUELO	**- Calidad (características físicas y químicas)**	Preparación del sitio Construcción	• La **calidad del suelo puede verse afectada en caso de presentarse algún derrame accidental de aceites y combustibles usados por la maquinaria o equipo empleado durante la preparación del sitio y construcción**, así como en caso de existir un manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos. Particularmente dichas afectaciones al suelo podrían ocurrir en las actividades de trazos, excavaciones y nivelaciones, así como en las actividades provisionales, así como en la generación de residuos. • Se generarán residuos sólidos urbanos derivados de las actividades del personal y de la operación de las instalaciones. Para su adecuado manejo, se dispondrán contenedores debidamente identificados y distribuidos estratégicamente en las áreas de trabajo, oficinas temporales, áreas temporales de obra y demás instalaciones del Proyecto, promoviendo la separación de residuos conforme a su tipo y características Los residuos generados serán recolectados periódicamente y entregados a prestadores de servicios o sitios autorizados para su aprovechamiento, tratamiento o disposición final. • Los residuos peligrosos que eventualmente se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción, principalmente aceites usados, grasas, filtros, absorbentes contaminados, envases de sustancias químicas y materiales de limpieza contaminados, serán almacenados temporalmente en un área destinada para tal fin, con piso impermeable, paredes sólidas, techo y sistema de contención de derrames, previo a su entrega a un prestador de servicios autorizado para su transporte, tratamiento, reciclaje o disposición final (Programa de manejo integral de residuos). • No se permitirá la disposición de residuos sólidos, líquidos o peligrosos en terrenos aledaños, cuerpos de agua, cauces, con el fin de prevenir afectaciones al suelo, la vegetación y los escurrimientos superficiales. • Las **características físicas del suelo se verán modificadas debido al retiro de la vegetación** principalmente para poder realizar las actividades de excavaciones, rellenos, compactación, así como por las cimentaciones y sellamiento esto último solo en las obras puntuales como la subestación, el área del sistema BESS, el área de cimentación de los aerogeneradores y las torres de la LTE.
		Operación y mantenimiento	• Se podrían ver **afectadas las características del suelo, si se llegará a tener algún derrame de grasas, aceites en el suelo, y por la generación de residuos en las actividades de mantenimiento** para lo cual se emplearán lonas o algunos depósitos y así evitar que dichos elementos se derramen directamente en el suelo, esto durante las actividades de mantenimiento de todas las obras del Proyecto.

		Cierre y abandono	• De la misma manera en esta etapa **la calidad del suelo puede verse afectada en caso de presentarse algún derrame accidental de aceites y combustibles usados por la maquinaria o equipo empleado para el retiro de los aerogeneradores y las obras asociadas**, esto derivado de una disposición incorrecta de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos. • Por otro lado, durante esta etapa se realizará acciones para la restitución del área y se efectuará el movimiento de tierras para el retiro de la infraestructura que sella el suelo, realizando actividades de restauración.
	- Incremento de la erosión y pérdida de suelo	Preparación del sitio Construcción	• En estas etapas se presentará **el movimiento de tierras y su retiro para la construcción del Proyecto, por lo que se puede tener pérdida de suelo y el incremento de la erosión**, **afectaciones que se incrementarán en las áreas que además se realizará la remoción de vegetación forestal**, cabe destacar que dicha superficie de remoción de vegetación será de 396.5957 ha de vegetación tipo matorral desértico micrófilo en una superficie de 54.40 ha y matorral desértico rosetófilo en una superficie de 342.1955 ha, esto resulta relevante porque dicha afectación se **sumará (acumulación)** con las obras y actividades que actualmente se desarrollan en la **Región Ecológica** y que refieren a actividades agrícolas, caminos principalmente de terracería, y asentamientos rurales.
		Operación y mantenimiento	• El suelo puede **presentar erosión del suelo, si al retirar la vegetación se deja el suelo desnudo en las áreas temporales y en las áreas que no tendrán cimentación de obras**. • Para la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, se pudieran tener una pérdida de suelo al considerar algún mantenimiento que requiera movimiento de tierras o en caso de llegar a contaminarse con algún residuo como gasolina, grasas o aceites, y en el caso de un incremento en la erosión si se tuviera el caso del paso de la maquinaria que le de mantenimiento a los equipos del **Proyecto**.
		Cierre y abandono	• En el cierre del **Proyecto**, se darán nuevamente movimiento de tierras por el retiro de las instalaciones del **Proyecto**, dentro de las actividades del Cierre del **Proyecto** se tiene que se retirará la infraestructura que sella el suelo y realizando actividades de restauración, como lo es la reforestación de distintos estratos.
AIRE	**- Calidad del aire**	Preparación del sitio Construcción	• El **aire se verá afectado en su calidad por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los vehículos automotores y equipos que se encuentren operando durante la preparación del sitio y construcció**n. Particularmente, se tiene considerado que las principales emisiones atmosféricas durante las etapas de preparación del sitio y construcción estarán asociadas al funcionamiento de maquinaria, equipos y vehículos que operan con diésel, gasolina o gas LP, así como a la generación de emisiones fugitivas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) por las actividades de movimiento de tierras, excavaciones de las fundaciones de aerogeneradores y de las cimentaciones de las torres de la LTE, conformación de caminos, operación de la planta de concreto y tránsito de vehículos ligeros y pesados. Entre los contaminantes emitidos se encuentran monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO_2) y material particulado (PST, PM_{10}, $PM_{2.5}$). Estas emisiones serán predominantemente fugitivas o provenientes de fuentes móviles, de alcance local y acotadas al período de obra. La etapa de Preparación del sitio y Construcción (24 meses) concentra el 89.5 % del total de emisiones, consecuencia de la operación intensiva de maquinaria pesada destinada al movimiento de tierras.

			Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos que ocurrirá durante las excavaciones, compactaciones, rellenos y traslado de residuos de manejo especial.
		Operación y mantenimiento	• La generación de energía eléctrica mediante aerogeneradores no produce emisiones atmosféricas directas ni gases de combustión, dado que no involucra un proceso de quema de combustibles fósiles. • En la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, **la calidad del aire podría verse afectada por las actividades de limpieza de los diversos componentes del Proyecto, tales como como los aerogeneradores que tuvieran mucho polvo, así como por el tránsito de vehículos que apoyen las labores de mantenimiento**, ya sea por el paso de dichos vehículos y por los gases que emanen de la combustión de los motores. • La etapa de Operación y Mantenimiento aportará únicamente el 2.1 % del total, correspondiente a los vehículos livianos de mantenimiento (Diésel/Gasolina) y al uso esporádico de grúas para el reemplazo de componentes mayores (generador, multiplicadora, transformador, rodamientos principales o palas). Esto confirma el carácter de bajo impacto atmosférico de la fase operativa del **Proyecto**, en la que la generación de energía eléctrica se realiza sin combustión ni emisiones directas de GEI.
		Cierre y abandono	• El **aire se verá afectado en su calidad por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los vehículos automotores y equipos que sean requeridos para el desmantelamiento** de la infraestructura y la restitución del sitio. • La etapa de desmantelamiento (24 meses) representa el 8.3 % del total, asociado al retiro de los aerogeneradores, la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, la SET La Noria y demás infraestructura, así como al traslado de materiales fuera del sitio mediante maquinaria similar a la utilizada en la fase constructiva. • Otro **aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos durante el retiro de infraestructura** y el movimiento de maquinaria en el área del **Proyecto**.

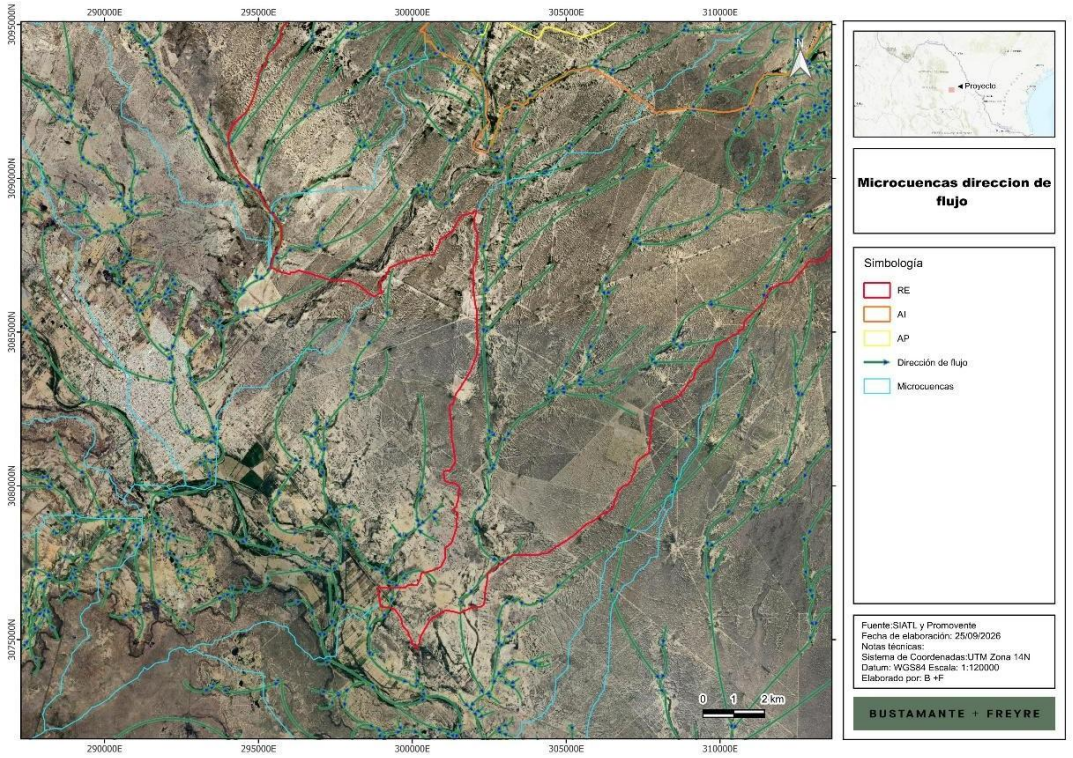
	- Nivel de ruido	Preparación del sitio Construcción	• El **nivel de ruido habitual en el área del Proyecto y su AI se verá alterado por el uso de maquinaria y equipo**, tanto en la etapa de preparación de sitio, así como en la etapa de construcción. • Durante las etapas de preparación del sitio y construcción también se generarán emisiones de ruido asociadas a la operación de maquinaria y equipo. Los niveles de emisión sonora en la fuente para maquinaria de características similares se ubican típicamente en un rango de 85 a 110 dB, siendo los propios trabajadores de obra los receptores más próximos a estas fuentes. En condiciones normales de operación se procurará cumplir con los límites establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994, correspondientes a 68 dB(A) en horario diurno (06:00 a 22:00 h) y 65 dB(A) en horario nocturno (22:00 a 06:00 h).
		Operación y mantenimiento	• El **nivel de ruido es mínimo para la etapa de operación, y únicamente se podría modificar en el área del Proyecto por mantenimiento a la infraestructura** del **Proyecto**, así como por el uso de maquinaria y equipo, para dicho propósito de mantenimiento. • Durante la etapa de Operación, la principal fuente de ruido corresponderá a los aerogeneradores. El modelo seleccionado [redacted] presenta un nivel de potencia sonora de referencia (LwA) de 109.7 dB(A) en la fuente. Este valor corresponde a la emisión sonora del equipo en el punto de origen y no constituye, por sí mismo, un nivel de inmisión en los receptores del entorno; la determinación de los niveles de ruido esperados en los receptores sensibles requiere de un estudio de modelación acústica específico, que considere la curva de potencia acústica del equipo, la disposición geográfica definitiva de las unidades, la topografía del sitio, la cobertura del suelo y las condiciones meteorológicas predominantes. Dicho estudio se desarrollará en etapas posteriores de ingeniería. Adicionalmente, se prevén fuentes de ruido asociadas a la subestación eléctrica, cuya caracterización se definirá conforme al diseño eléctrico de detalle.
		Cierre y abandono	• El **nivel de ruido se verá alterado por el uso de maquinaria y equipo que sea empleado para el desmantelamiento** de la infraestructura del **Proyecto**.
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	**- Calidad (características físicas y químicas)**	Preparación del sitio Construcción	• En el caso de la calidad del **agua superficial, que en el caso del AP y en el AI refieren principalmente a escurrimientos intermitentes, la afectación puede darse por la posible contaminación con tierra, aceites, grasas, hidrocarburos de los equipos y maquinaria de dichos escurrimientos intermitentes** que se ubican en el **AI** y en el **AP**, esto principalmente durante las actividades de la etapa de preparación del sitio y construcción, tal y como se muestra a continuación, donde es posible observar también, que las obras del proyecto se localizan principalmente en dos microcuencas Guadalupe y Puente Negro. **Figura IIV.4.** Microcuenca, los escurrimientos intermitentes y sus direcciones.

Se información confidencial consistente en secreto industrial, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



- De acuerdo con la caracterización ambiental realizada, el área del **Proyecto** se localiza en dos microcuencas principales, siendo sólo una de ellas la que contribuye a alimentar al río Sabinas el cual es parte integral del objeto de protección del **Sitio RAMSAR "RIO SABINAS"**, tal y como puede verse en la siguiente figura.

Figura IIV.5. Microcuenca que contribuye con el tributario del río Sabinas.



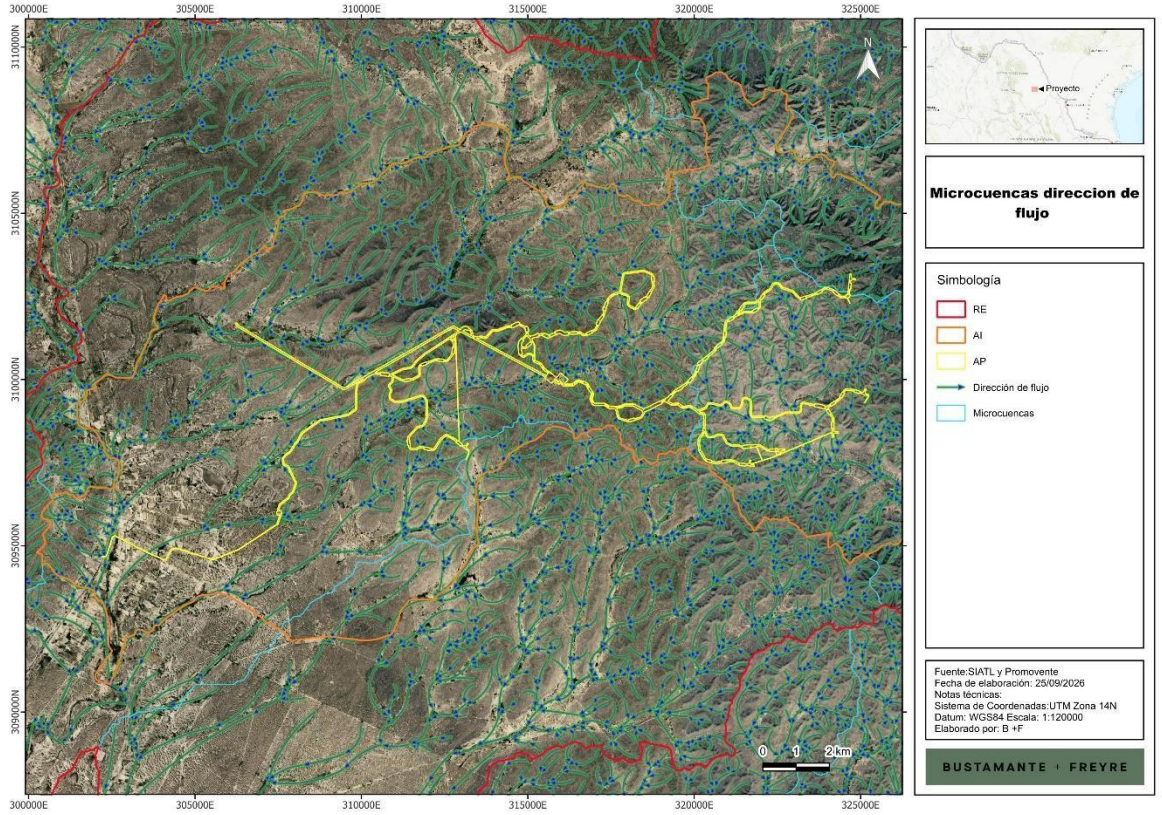
La propuesta del **Proyecto** desde su diseño está considerando **respetar a través de zonas de protección**, a los principales escurrimientos intermitentes de mayor caudal, y en general **establecer zonas de restricción de cualquier escurrimiento intermitente**, y que puedan alimentar al río más relevante en la región que en el caso del área refiere al río Sabinas que es el objeto de protección del **Sitio RAMSAR “RIO SABINAS”**, esto en la parte que se ubica en la zona de alimentación de este río.

Sin embargo, resulta importante destacar que solo una parte del **Proyecto** se localiza dentro de dicha microcuenca cómo es posible observar en la figura anterior (Figura IV.4).

Asimismo, es posible observar en las figuras siguientes (Figura IV.6 y Figura IV.9) que en la trayectoria de los escurrimientos intermitentes al final de la cuenca que se presentan varios usos de suelo que interactúan con dichos escurrimientos antes de llegar a la zona limítrofe del río Sabinas objeto de protección del **Sitio RAMSAR**

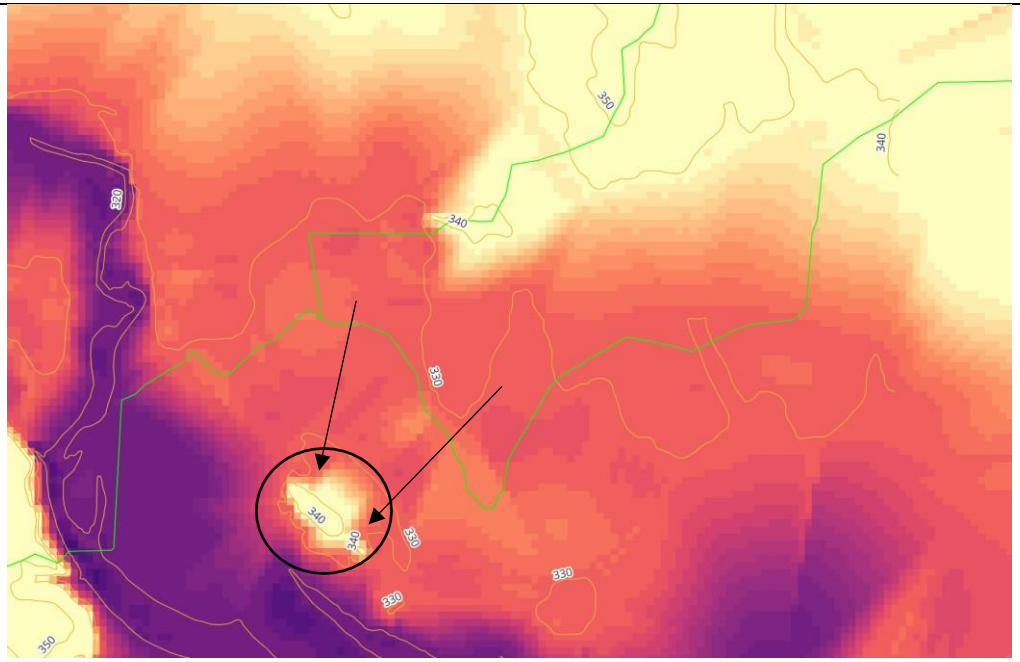
			"RIO SABINAS", como lo es una zona agrícola, además de la ciudad de Sabinas. **Figura IIV.6.** Usos de suelo presentes en la zona y que interactúan con los escurrimientos intermitentes de la microcuenca que alimenta al tributario del río Sabina objeto de protección del **Sitio RAMSAR "RIO SABINAS"**. 
		Operación y mantenimiento	• En el caso de la etapa de operación y mantenimiento, se puede tener afectación a la calidad del agua superficial que para el caso del área refiere a escurrimientos intermitentes, en caso de haber un mal manejo de residuos y mal manejo o derrame de aguas residuales, por las actividades de mantenimiento. • No obstante lo anterior, se tiene establecido una zona de restricción para protección del recurso hídrico, con lo cual se evitará dichas afectaciones.
		Cierre y abandono	• En el caso de la etapa de cierre, por las actividades de desmantelamiento, existiendo maquinaria que pude generar un mal manejo de residuos o un mal manejo de la maquinara ocurriendo algún derrame de aceites o aguas residuales, al desmantelar la infraestructura del **Proyecto**.

	-Modificación de escurrimientos superficiales	Preparación del sitio Construcción	• En el caso de la posible **modificación de escurrimientos superficiales se considera que este impacto podría tener como alcance los escurrimientos presentes en el AP**. Sin embargo, el **Proyecto** considera **respetar los escurrimientos superficiales** presentes en el área de desarrollo del **Proyecto**, tanto en la línea de transmisión como en el área del **proyecto.** Particularmente, **se construirán obras de drenaje pluvial** destinadas a captar, conducir y controlar los escurrimientos superficiales generados por eventos de precipitación, que pueden incluir cunetas longitudinales trapezoidales revestidas en hormigón o suelo compactado, alcantarillas tubulares o de tipo cajón de hormigón armado, badenes o pasos de agua y disipadores de energía mediante enrocado o piedra acomodada. Asimismo, en caso de requerirse cruces de cauces, escurrimientos o zonas federales, se podrán construir obras hidráulicas tales como alcantarillas, badenes, cajones de concreto u otras estructuras equivalentes. Previamente a la ejecución de cualquier obra dentro de cauces o zonas federales, se obtendrán las autorizaciones, permisos y demás instrumentos que resulten aplicables ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y las autoridades competentes. • Sin embargo, resulta fundamental establecer que la microcuenca que está presente en la **Región Ecológica** donde se localiza el **Proyecto**, forma parte de las más de 30 microcuencas que alimentan al río **Sabinas** objeto de protección del **Sitio RAMSAR “RIO SABINAS”**, de acuerdo con su caracterización este río forma parte de la subcuenca hidrológica del Río Salado (perteneciente a la gran cuenca del Río Bravo) y presenta un sistema de captación y escurrimientos integrado por **más de 30 microcuencas** que vierten sus aguas al río Sabinas. Particularmente, el rio **Sabinas,** presenta las siguientes fuentes de alimentación: el caudal se sostiene gracias a un intrincado sistema de arroyos estacionales, escurrimientos de montaña y afloramientos subterráneos (manantiales), entre los más importantes destacan **El Nacimiento, Agua Chiquita, La Lajita** y **El Socavón**. Asimismo, los **afluentes mayores**: que, durante su trayecto de más de 150 kilómetros por la Región Carbonífera, recibe el aporte directo de arroyos y ríos de la zona, como el **Río Álamos** y el **Arroyo Aguililla**, como principales. **Figura IIV.7.** Área del **Proyecto** con respecto a los escurrimientos intermitentes
		Operación y mantenimiento	



- De manera particular, resulta importante establecer que en el caso del final de la microcuenca que alimenta al río Sabinas, dentro de la **Región Ecológica** se puede observar que los flujos principales de los escurrimientos principales, se desvían por diferencia de pendientes, es decir que el flujo de los escurrimientos intermitentes presentes en la principal microcuenca de la **RE** sufre desvíos en el final de su trayectoria, ver siguiente figura.

Figura IIV.8. En la parte final de la microcuenca se observa una elevación que hace que los escurrimientos concentrados se dispersen para otra microcuenca donde se ubican actividades agropecuarias principalmente.



- También resulta importante considerar que en la parte final de los escurrimientos de la principal microcuenca de la **RE** se presenta una carretera federal que posiblemente está desviando los escurrimientos intermitentes a las obras de drenaje propias de la carretera. Aunado a lo anterior, como es posible observar en la figura siguiente se presentan también varios usos de suelo antes de llegar a la zona limítrofe del río Sabinas.

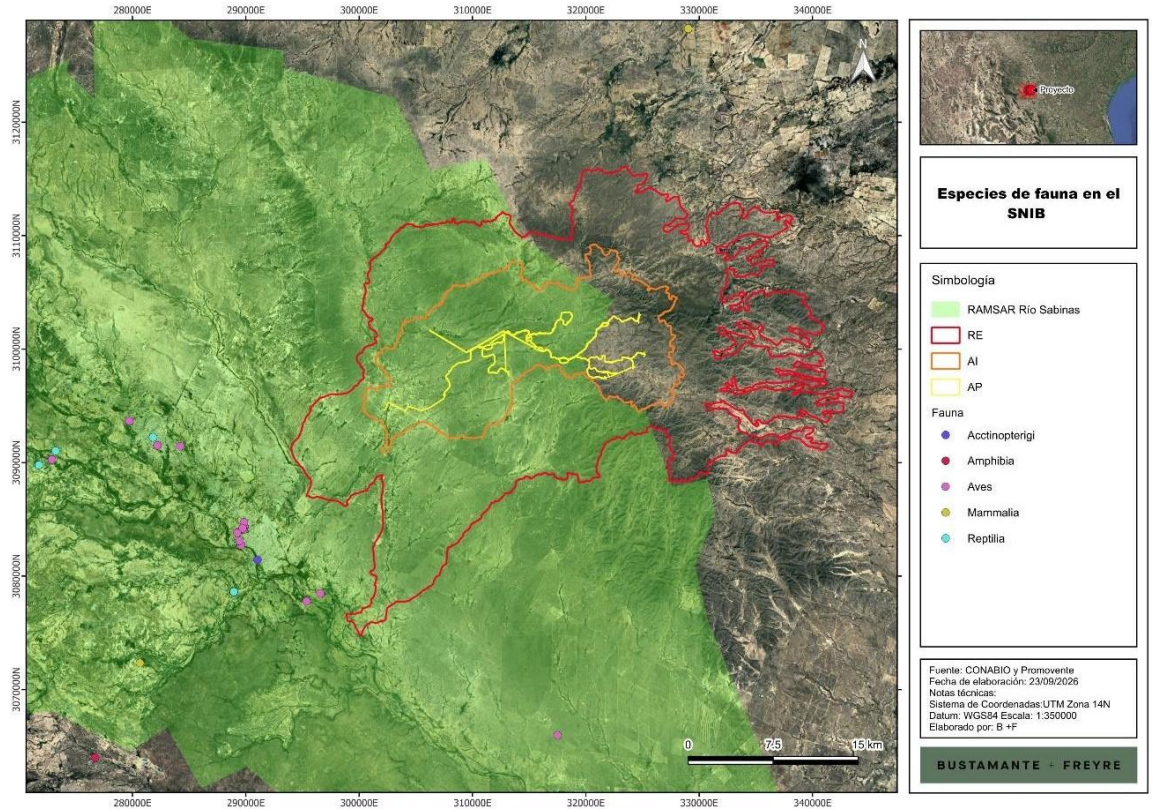
Figura IIV.9. Interacción de los escurrimientos intermitentes en la parte final de la microcuenca.

			 
		Cierre y abandono	• Y en el caso de la etapa de cierre, **por las actividades de desmantelamiento, existiendo maquinaria que pude generar interrupciones al flujo hidrológico**.
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	**- Calidad de agua subterránea**	Preparación del sitio Construcción	• En el **caso de la calidad del agua subterránea, la afectación puede darse por la posible contaminación del agua subterránea por la infiltración de aceites, residuos y aguas residuales**, y en caso de haber un **mal manejo de dichos residuos durante las actividades de preparación del sitio y construcción** relacionadas con los trazos, excavaciones, nivelaciones, y construcción de los componentes del **Proyecto**. • Las aguas residuales generadas corresponderán principalmente a aguas sanitarias provenientes del personal de obra y a las aguas provenientes del lavado de camiones mezcladores. Para su manejo se instalarán sanitarios portátiles en las áreas temporales de obra y frentes de trabajo, cuyo mantenimiento, limpieza y disposición final serán realizados por empresas autorizadas. Las aguas sanitarias del campamento serán conducidas a una fosa séptica, la cual recibirá mantenimiento periódico a través de una empresa autorizada. No se contempla la descarga directa de aguas residuales al suelo, cuerpos de agua o drenajes naturales. • Se generarán residuos sólidos urbanos derivados de las actividades del personal y de la operación de las instalaciones. Para su adecuado manejo, se dispondrán contenedores debidamente identificados y distribuidos estratégicamente en las áreas de trabajo, oficinas temporales, áreas temporales de obra y demás instalaciones del **Proyecto**, promoviendo la separación de residuos conforme a su tipo y características Los residuos generados serán recolectados periódicamente y entregados a prestadores de servicios o sitios autorizados para su aprovechamiento, tratamiento o disposición final. • Los residuos peligrosos que eventualmente se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción, principalmente aceites usados, grasas, filtros, absorbentes contaminados, envases de

			sustancias químicas y materiales de limpieza contaminados, serán almacenados temporalmente en un área destinada para tal fin, con piso impermeable, paredes sólidas, techo y sistema de contención de derrames, previo a su entrega a un prestador de servicios autorizado para su transporte, tratamiento, reciclaje o disposición final (Programa de manejo integral de residuos). • No se permitirá la disposición de residuos sólidos, líquidos o peligrosos en terrenos aledaños, cuerpos de agua, cauces, con el fin de prevenir afectaciones al suelo, la vegetación y los escurrimientos superficiales.
		Operación y mantenimiento	• En caso de haber mantenimiento a los diversos componentes y equipos del **Proyecto**, pudiera **<u>darse un mal manejo de residuos, aceites y aguas residuales que afecten la calidad del agua subterránea</u>**. • Durante esta etapa las aguas residuales serán generadas principalmente por el personal técnico, administrativo y de vigilancia (≈ 20 – 40 personas) que labore de forma permanente en las instalaciones del Proyecto. Estas aguas serán conducidas a un sistema sanitario autónomo, integrado por fosa séptica o solución equivalente, diseñada conforme a la normatividad aplicable y a los requerimientos de la ingeniería de detalle. Los edificios permanentes de control, mantenimiento y la subestación contarán con dicho sistema, con mantenimiento y retiro a cargo de una empresa autorizada.
		Cierre y abandono	• La **<u>afectación puede darse por la posible contaminación del agua subterránea en caso de haber un mal manejo de residuos y aguas residuales,</u>** así como por derrames de aceites de la maquinaria que labore en las actividades de desmantelamiento del **Proyecto**. • Desmantelamiento. Se utilizarán sanitarios portátiles para el personal encargado de las actividades de retiro de infraestructura, limpieza y restauración del sitio. El manejo, mantenimiento y disposición final de los residuos sanitarios será realizado por empresas autorizadas.
	- **Infiltración**	Preparación del sitio Construcción	• En el caso de la infiltración, **<u>la afectación puede darse por las cimentaciones de las obras del Proyecto en una superficie mínima, así como por la remoción de la vegetación forestal</u>** en una superficie de 396.5957 ha de vegetación tipo matorral desértico micrófilo en una superficie de 54.40 ha y matorral desértico rosetófilo en una superficie de 342.1955 ha, esto se **<u>suma (acumulación) a las condiciones actuales</u>** en la **Región Ecológica** donde los tres acuíferos (Allende – Piedras Negras y Región Carbonífera) que presentan déficit de agua. • En particular se perderá por completo la infiltración por la cimentación de los componentes del **Proyecto** relativos a las obras que tendrán una cimentación, como las torres de la LTE, el almacenamiento, las bases de los aerogeneradores, como más relevantes.
		Operación y mantenimiento	• En el **<u>caso de la infiltración en la etapa de operación y mantenimiento, se ve disminuida dicha infiltración por el sellamiento de las superficies cimentadas, que en este Proyecto son muy puntuales</u>**. • Asimismo, la **<u>pérdida de infiltración puede darse por la falta de vegetación</u>** en las áreas libres del

		Cierre y abandono	**Proyecto**. • En las zonas donde no hay cimentación, pero si se tiene infraestructura, podrían suscitarse derrames de aceites y grasas que podrían infiltrarse al subsuelo en la etapa de Mantenimiento de la infraestructura del **Proyecto**, así como en la etapa de cierre y abandono, al desmantelar la infraestructura.
FLORA	- **Riqueza y abundancia de especies de flora incluyendo especies en riesgo** - **Cobertura vegetal forestal**	Preparación del sitio Construcción	• En esta etapa se realizarán las **acciones de remoción de la vegetación forestal**, la limpieza del área del Proyecto, establecido a partir de frentes de obra, para posteriormente realizar las actividades de trazo, excavaciones, nivelaciones, **por lo que se dará la perdida de la vegetación forestal y con ello la pérdida de la riqueza y abundancia de especies. De la misma manera con la remoción de vegetación, se perderá la cobertura forestal en una superficie de 396.5957 ha de vegetación tipo matorral desértico micrófilo en una superficie de 54.40 ha y matorral desértico rosetófilo en una superficie de 342.1955 ha, dentro de la Región Ecológica.** • Resulta importante considerar que **la afectación a la riqueza y abundancia de las especies se podrá dar principalmente con las especies que destacan por su valor de importancia (IVI)** en el caso del matorral desértico rosetófilo para el estrato arbóreo: *Yucca rostrata, Yucca treculiana, Yucca rostrata*, arbustivo: *Agave lechuguilla, Euphorbia antisyphilitica, Senegalia berlandieri*, cactaceas: *Opuntia engelmannii, Neolloydia conoidea, Cylindropuntia leptocaulis*, herbácea: *Bouteloua gracilis, Aristida ternipes, Trixis californica*. En el caso del matorral desértico micrófilo para el estrato arbóreo: *Neltuma glandulosa, Parkinsonia texana, Yucca treculiana*, arbustiva: *Flourensia cernua, Larrea tridentata, Agave lechuguilla*, cactáceas: *Cylindropuntia leptocaulis, Opuntia engelmannii, Grusonia schotti*i, herbácea: *Aristida purpurea, Thymophylla pentachaeta, Aristida ternipes.* • Además, considerando que se ubicaron las siguientes especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se podrían ver afectadas las siguientes especies listadas: Cinco (5) especies de flora registradas en campo, todas corresponden a cactáceas: 4 especies están como Pr (sujetas a protección especial), *Ariocarpus retusus, Echinocereus poselgeri, Epithelantha micromeris y Lophophora williamsii* y 1 como A (amenazada) *Coryphantha ramillosa*. • De manera particular, se consideró que en el caso del río Sabinas, y su relevancia como sitio Ramsar, está en función de las asociaciones de flora y fauna ausentes en otros paisajes del Estado, como lo son los bosques de sabino (*Taxodium mucronatum*), los cuales son comunidades ecológicas únicas en la Entidad. Sin embargo, resulta muy importante establecer que, para el caso del área del **Proyecto**, este tipo de vegetación **no está presente** y por lo tanto, el desarrollo del **Proyecto** no afecta los ecosistemas protegidos por la categoría **RAMSAR** y por la **ANP**, que resulta importante manifestar no se localiza esta última dentro de la **Región Ecológica** donde se localiza el **Proyecto**.
		Operación y mantenimiento	• En esta etapa operativa se podría dar afectación a la flora si se tuviera algún derrame de aceites, o en menor medida, por el deshierbe que crezca en los alrededores de la infraestructura del **Proyecto** dentro del **AP**.
		Cierre y abandono	• Una vez retirada la infraestructura del **Proyecto**, la vegetación será restituida en donde sea factible.

FAUNA	**- Riqueza y abundancia de especies silvestre y en riesgo**	Preparación del sitio Construcción	• Se considera la afectación a la fauna que pudiera estar presente en el área del **Proyecto** durante las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación, por daño accidental durante las acciones de remoción de vegetación del **Proyecto** y la instalación de la infraestructura del **Proyecto**, particularmente de las especies registradas en el **AP** que resultaron como especies más relevantes las siguientes: tales como *Aspidoccelis gularis, Lepus californicus, Tadaria brasiliensis, Myotis velifer, Lasiurus xanthinus, Odocoileus virginianus, Mimus polyglottos, Thrymanes bewickii* y *Amphispiza bilineata* que presentaron las mayores abundancias en el área del **Proyecto**. • Además, considerando que se ubicaron las siguientes especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se podrían ver afectadas las siguientes especies listadas: Nueve (9) especies de fauna registradas en campo: predominan las especies A (amenazadas): *Cophosaurus texanus, Crotaphytus collaris, Gopherus berlandieri, Masticophis flagellum*, además de *Taxidea taxus*, frente a 3 especies en Pr (protección especial): *Coleonyx brevis, Crotalus atrox* y *Passerina ciris* y con registros históricos *Accipiter cooperii, Parabuteo unicinctus*. • De manera particular, el área que se ubica dentro del **Sitio RAMSAR**, se considera que representa un hábitat para numerosas especies de flora y fauna. Entre los mamíferos se ubican las especies sujetas a Protección especial como el murciélago *Lasyonicteris noctivagans*; entre las amenazadas están la musaraña del desierto (*Notiosorex crawfordi crawfordi*), el murciélago lengüilargo (*Choeronycteris mexicana*), el murciélago hocicudo de la nieve (*Leptonycteris nivalis*), la zorrita del desierto o norteña (*Vulpes macrotis zinseri*), y el tlalcoyote (*Taxidea taxus berlandieri*). Entre las especies catalogadas en peligro de extinción se encuentran el castor (*Castor canadensis mexicanus*), el puerco espín (*Erethizon dorsatum couesi*) y el oso negro (*Ursus americanus eremicus*). De acuerdo con lo anterior, dentro del área del **Proyecto** se pudo registrar durante los trabajos de campo la presencia del tlalcoyote (*Taxidea taxus*) para el cual se establecerán acciones de prevención, mitigación y compensación, a través de actividades de ahuyentamiento, en su caso rescate, y reubicación, así como acciones de reforestación y restauración para incrementar el hábitat de este tipo de especies dentro de la región. Por otro lado, resulta muy importante establecer que del análisis potencial de las especies de acuerdo con el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad en México (SNIB) de la **CONABIO**, no se registraron especies de los cuatro grupos faunísticos dentro de la **RE**, como se puede mostrar en el mapa siguiente. Asimismo, y como también es observable en el mapa siguiente las especies registradas por el SNIB se ubican principalmente en la zona cercana al rio Sabinas (para mayor precisión de las especies se pueden consultar los anexos del Capítulo III. **Figura IIV.10.** Interacción de la **RE**, **AI**, **AP** con especies potenciales registradas por el SNIB de la **CONABIO**.



- Aunado a lo anterior, resulta fundamental establecer que para el sito **RAMSAR** resulta prioritario la protección de las especies nativas, endémicas que se encuentran en la zona y que indican condiciones poblacionales generalmente excelentes, como lo son varias especies de peces como las carpas. Dichas especies, adquieren relevancia porque sus poblaciones tienen una importante representatividad en el sitio, ayudando de esta manera a mantener la diversidad biológica del mismo.
  Sin embargo, en el caso del área del **Proyecto** no aplica una posible afectación a este tipo de especies de peces protegidos por el **Sitio RAMSAR**, ya que el **Proyecto** se localiza en la parte alta de la cuenca muy alejado del río Sabinas y de los escurrimientos intermitentes principales y de mayor caudal. De manera particular, el **Proyecto** se localiza también en otra microcuenca que no está relacionada con el río Sabinas,

como ya se comentó.

Operación y mantenimiento

- Se considera la posibilidad de hallar especies de fauna que pudiera estar presente en el **AP** y **AI** del **Proyecto**, durante la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, sin embargo, se pretende ahuyentarla si se encontrará en las inmediaciones de la infraestructura del **Proyecto**, aunado a que, con el ruido de la maquinaria y la presencia de personal, es menor la posibilidad de que se presente fauna en la zona, asimismo, por la posible alteración de la cadena trófica, aunado a la alteración de la conectividad por la presencia de las obras del **Proyecto**.
- Se ha considerado la afectación a la riqueza y abundancia de la fauna, principalmente de la fauna voladora, por la posible mortalidad de individuos, debido a la colisión y electrocución contra la infraestructura, por la presencia de los aerogeneradores que se localicen en la misa área de vuelo que dicha fauna voladora. Particularmente de acuerdo con el trabajo de campo y los estudios realizados con respecto al **estudio de colisión de fauna voladora y alturas de vuelo**, **estudio de alturas de vuelo de aves**, así como del **estudio de colisión y electrocución de la fauna voladora**.
- Se tiene que **catorce especies de aves presentaron vuelos en la Zonas de Barrido del Rotor (ZBR) de los aerogeneradores** en al menos una temporada (ver siguiente tabla). Los catártidos (*Cathartes aura* y *Coragyps atratus*) aportaron 212.6 de los 313.4 vuelos en la ZBR (67.9 %) y las rapaces de las familias Accipitridae y Falconidae 77.8 vuelos (24.8 %), por lo que en conjunto ambos grupos concentran el 92.7 % de la exposición.
  El **aguililla cola roja** y el **zopilote aura** fueron las únicas especies con vuelos en la ZBR en las cuatro temporadas, con proporciones de 90.1 % y 79.7 % de sus vuelos dentro de la zona, respectivamente. Entre los paseriformes, solo el mirlo primavera, el cuervo llanero y, de manera marginal, el pinzón mexicano y el cenzontle común (*Mimus polyglottos*) alcanzaron la franja inferior de la ZBR.

Tabla IIV.4. Especies de aves con vuelos en la ZBR, temporadas de registro y estatus de conservación.

Especie	Nombre común	Temporadas*	Vuelos totales	Vuelos en ZBR	ZBR (%)	NOM-059	UICN	CITES
Cathartes aura	Zopilote aura	O, I, P, V	178	141.9	79.7	—	LC	—
Coragyps atratus	Zopilote negro	I, P, V	78	70.7	90.6	—	LC	—
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	O, I, P, V	49	44.2	90.1	—	LC	II
Falco sparverius	Cernícalo americano	O, I, P	37	13.7	37.0	—	LC	II
Turdus migratorius	Mirlo primavera	I	29	12.8	44.3	—	LC	—
Caracara plancus	Caracara quebrantahuesos	I, V	13	11.3	86.9	—	LC	II
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	P	78	4.5	5.8	—	LC	—
Corvus cryptoleucus	Cuervo llanero	O, P, V	9	4.0	44.3	—	LC	—
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	O, I, P	4	3.7	92.0	Pr	LC	II
Geranoaetus albicaudatus	Aguililla cola blanca	V	4	3.0	75.0	Pr	LC	II
Zenaida macroura	Paloma huilota	P	80	1.4	1.8	—	LC	—
Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	I	1	1.0	100.0	Pr	LC	II

Circus hudsonius	Gavilán rastrero	O	2	1.0	50.0	—	LC	II
Mimus polyglottos	Cenzontle común	O	62	0.1	0.2	—	LC	—

Fuente: Elaboración propia. *O = otoño 2018; I = invierno 2019; P = primavera 2019; V = verano 2026. Estatus según los informes de monitoreo y la NOM-059-SEMARNAT-2010; — = sin categoría.

- Tres de las especies con vuelos en la **ZBR** se encuentran sujetas a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010: el **gavilán de Cooper**, registrado en otoño, invierno y primavera con 4 vuelos entre 4 y 100 m, de los cuales 3.7 vuelos esperados (92.0 %) se ubicaron en la mitad inferior del rotor; **el aguililla rojinegra**, con un vuelo a 40 m en invierno; y el **aguililla cola blanca**, con 3 de sus 4 vuelos de verano en la **ZBR**.
  Las restantes especies con estatus registradas en la región no presentaron exposición al rotor: el colorín sietecolores (*Passerina ciris*, Pr y NT) no se registró en vuelo, el verdugo (*Lanius ludovicianus*, NT) voló entre 2 y 3 m y la codorniz cotuí (*Colinus virginianus*, NT) no presentó vuelos con altura registrada.
  Siete de las especies con vuelos en la ZBR (*Buteo jamaicensis*, *Caracara plancus*, *Falco sparverius*, *Circus hudsonius* y las tres especies Pr) se encuentran en el Apéndice II de la CITES, lo que refleja la regulación internacional de su comercio y no un estado de amenaza poblacional.

- La vulnerabilidad de los murciélagos se evaluó de forma cualitativa, integrando la proporción de actividad en la **ZBR**, el gremio de forrajeo, la conducta migratoria y la frecuencia con que las especies o sus congéneres se reportan en la mortalidad documentada en parques eólicos de Norteamérica (Arnett *et al.*, 2008; Cryan y Barclay, 2009). Derivado de lo anterior, seis especies se clasificaron con vulnerabilidad alta: los tres molósidos, insectívoros aéreos de espacio abierto con alas largas y estrechas adaptadas al vuelo rápido a gran altura, y las tres especies del género *Lasiurus*, murciélagos arborícolas migratorios que constituyen la fracción dominante de la mortalidad reportada en la región.

Tabla IIV.5. Vulnerabilidad de las especies de murciélagos a la colisión con aerogeneradores.

Tadarida brasiliensis	Molossidae	Insectívoro aéreo de espacio abierto	Sí (colonias migratorias)	46.9	Alta
Nyctinomops macrotis	Molossidae	Insectívoro aéreo de espacio abierto	Parcial	41.7	Alta
Eumops perotis	Molossidae	Insectívoro de vuelo alto	Parcial	4.3*	Alta
Lasiurus cinereus	Vespertilionidae	Insectívoro aéreo, arborícola	Sí (larga distancia)	55.7	Alta
Lasiurus frantzii	Vespertilionidae	Insectívoro aéreo, arborícola	Sí	56.3	Alta
Lasiurus xanthinus	Vespertilionidae	Insectívoro aéreo, arborícola	Probable	50.0	Alta
Eptesicus fuscus	Vespertilionidae	Insectívoro de borde y espacio abierto	Regional	16.7	Media
Parastrellus hesperus	Vespertilionidae	Insectívoro de borde	No	0.0	Baja
Myotis californicus, *M. velifer*, *M. yumanensis*	Vespertilionidae	Insectívoros de borde y bajo dosel	Regional	0.0	Baja
Antrozous pallidus, *Nycticeius humeralis*	Vespertilionidae	Insectívoros de sustrato y borde	No	0.0	Baja
Mormoops megalophylla	Mormoopidae	Insectívoro de borde	No	0.0	Baja

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de monitoreo, Arnett *et al.* (2008) y Cryan y Barclay (2009). *Especie de vuelo alto no muestreada por encima de 60 m.

			• Asimismo, en el estudio de alturas de vuelo ubicado en los **Anexos del Capítulo III** el modelo de Band estimó que, en el escenario de referencia, se pueden dar 85.2 colisiones de aves por año para el conjunto del parque (1.20 por aerogenerador), con un intervalo de 20.6 a 206.1 colisiones según la tasa de evasión. El 77.6 % corresponde a los catártidos, especies de amplia distribución sin categoría de riesgo, y 1.67 colisiones por año a las especies sujetas a protección especial. Además, se consideró que el índice de vulnerabilidad clasificó con vulnerabilidad alta al aguililla cola roja, el zopilote aura, el zopilote negro, el aguililla cola blanca y el gavilán de Cooper, especies hacia las cuales se dirigirán prioritariamente las medidas de manejo de carroña. Los murciélagos presentan una exposición elevada al rotor: el 68.7 % de las detecciones termográficas se ubicaron en la **ZBR** y las especies de los géneros *Tadarida*, *Nyctinomops*, *Eumops* y *Lasiurus* se consideran de vulnerabilidad alta. La mariposa monarca voló en el 99.8 % de los casos por debajo de 31.1 m, por lo que su riesgo de colisión se considera bajo. La aplicación de las medidas propuestas permitirá verificar las estimaciones de dichos estudios y ajustar las medidas de manera adaptativa durante la operación del **Proyecto** que se desarrollaran con más detalle en los anexos de este Capítulo. • Por otro lado y con respecto al sitio **RAMSAR** y su protección al río Sabinas, desde su nacimiento hasta su desembocadura en la Presa Venustiano Carranza (Don Martín), se localiza en áreas de importancia para la conservación de las aves, una de ellas es el Nacimiento del Río Sabinas –Sureste de la Sierra de Santa Rosa (AICA NE-06), que contiene poblaciones de especies consideradas como globalmente amenazadas, en peligro o vulnerables según la lista roja de la UICN, 2007, con especie como el chipe mejilla dorada *Dendroica chrysoparia* (en peligro de extinción) y el vireo gorra negra *Vireo atricapillus* (considerada vulnerable). Otra es el AICA NE - 07, que corresponde a la Presa Venustiano Carranza; es una de las áreas más importantes de arribo de aves acuáticas migratorias en su traslado por la ruta del Centro, así como un área de anidación para el pato mexicano *Anas diazi*. Derivado de lo anterior resulta importante establecer que no se registraron las especies registradas en dichas AICAS, sin embargo y como ya se manifestó, se tiene considerado establecer medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración en función de las acciones dentro del programa de ahuyentamiento de la fauna, además del programa anticolisión y electrocución, además del programa de reforestación y restauración.
		Cierre y abandono	• Una vez retirada la infraestructura del **Proyecto**, la vegetación será restituida en esta área y con esto se recuperarán los hábitats para la fauna presente en la zona, con lo que se esperaría una mayor presencia de fauna en el predio.
	-Hábitat y los servicios ambientales que brinda a la fauna	Preparación del sitio Construcción	• Con la limpieza del área del **Proyecto** se retirará vegetación forestal en una superficie de 396.5957 ha de vegetación tipo matorral desértico micrófilo en una superficie de 54.40 ha y matorral desértico rosetófilo en una superficie de 342.1955 ha que funge como hábitat con todos los servicios ambientales para las especies faunísticas que habitan esta zona. • En el caso del hábitat, **la afectación se dará como consecuencia directa de la remoción de vegetación,**

			lo que disminuye la disponibilidad de diversos servicios ambientales que la fauna ocupa en dichos hábitats, como lo son el alimento, el refugio, se disminuirán las áreas de desplazamiento y dispersión de especies, se disminuirá las zonas de protección, como principales, por otro lado, el ruido generado por el equipo y maquinaria que labore en el sitio, ahuyentará a los individuos de fauna que se puedan ubicar en dichas áreas de trabajo. Asimismo, es probable que la pérdida de la fauna se podría presentar en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores.
		Operación y mantenimiento	• En esta etapa, no se prevé afectación al hábitat, puesto que ya se tendrán las obras instaladas y como tal, la operación y mantenimiento del parque eólico por lo que se considera la afectación a las áreas de vuelo principalmente de la fauna voladora. • De acuerdo con el análisis realizado de la fauna voladora, y sus alturas de vuelo es posible establecer lo siguiente: ❖ De los 1,086 vuelos de aves registrados en cuatro temporadas, 313.4 (28.9 %) ocurrieron dentro de la ZBR; la proporción varió entre 22.3 % en invierno de 2019 y 35.4 % en verano de 2026. La avifauna residente del matorral, dominada por paseriformes, vuela mayoritariamente por debajo de 20 m y presenta una exposición marginal. ❖ Catorce especies presentaron vuelos en la ZBR. Los catártidos y las rapaces concentran el 92.7 % de la exposición; el zopilote aura, el zopilote negro y el aguililla cola roja son las especies con mayor número de vuelos a altura de riesgo. ❖ Tres especies sujetas a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentaron vuelos en la ZBR: el gavilán de Cooper, el aguililla rojinegra y el aguililla cola blanca, con un total de 9 vuelos registrados en las cuatro temporadas. ❖ El modelo de Band estima, en el escenario de referencia, 85.2 colisiones de aves por año para el conjunto del parque (1.20 por aerogenerador), con un intervalo de 20.6 a 206.1 colisiones según la tasa de evasión. El 77.6 % corresponde a los catártidos, especies de amplia distribución sin categoría de riesgo, y 1.67 colisiones por año a las especies sujetas a protección especial. ❖ El índice de vulnerabilidad clasificó con vulnerabilidad alta al aguililla cola roja, el zopilote aura, el zopilote negro, el aguililla cola blanca y el gavilán de Cooper, especies hacia las cuales se dirigen prioritariamente las medidas de manejo de carroña, micrositing. ❖ Los murciélagos presentan una exposición elevada al rotor: el 68.7 % de las detecciones termográficas se ubicaron en la ZBR y las especies de los géneros *Tadarida*, *Nyctinomops*, *Eumops* y *Lasiurus* se consideran de vulnerabilidad alta, por lo que se propone el incremento de la velocidad de arranque entre julio y noviembre. ❖ La mariposa monarca voló en el 99.8 % de los casos por debajo de 31.1 m, por lo que su riesgo de colisión se considera bajo.
		Cierre y abandono	• Una vez retirada la infraestructura del **Proyecto**, la vegetación será restituida en esta área del **Proyecto** y con esto se recuperarán los hábitats para la flora y fauna presente en la región.
PAISAJE	**-Calidad paisajística**	Preparación del sitio Construcción	• Alteración de la configuración escénica del área del **Proyecto** por el retiro de la vegetación forestal en una superficie de 396.5957 ha de vegetación tipo matorral desértico micrófilo en una superficie de 54.40 ha y matorral desértico rosetófilo en una superficie de 342.1955 ha, por la inserción de las obras y equipos

			permanentes necesarios para la operación del **Proyecto**, por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos.
		Operación y mantenimiento	• Para la etapa de operación se mantendrá la calidad paisajística, incrementado en los periodos de mantenimiento por la presencia de equipos y maquinaria.
		Cierre y abandono	• Con el retiro de la infraestructura del **Proyecto** y la restitución de la flora en el sitio se mejorará la calidad paisajística en el área del **Proyecto**.
SOCIAL	**-Empleo**	Preparación del sitio Construcción	• Generación de empleos temporales, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local por el consumo de bienes y servicios, lo que deriva en ingresos tanto para los trabajadores, como para la región.
		Operación y mantenimiento	• Generación de empleos permanentes, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local; así mismo se brindará un servicio de abastecimiento de combustible alternativo en la región.
		Cierre y abandono	• Generación de empleos temporales, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local.

IV.3.5. Identificación de los impactos ambiéntales

De acuerdo con las interacciones anteriores, los impactos ambientales descritos se pueden sintetizar como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IIV.6. IMPACTOS AMBIENTALES identificados susceptibles de generarse por el **Proyecto y sus EFECTOS NEGATIVOS.**

Componente Ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción de los EFECTOS NEGATIVOS	Etapa			
				PS	C	OM	CA
Geomorfología	Morfología del terreno	**GEO1**	**Cambio en la morfología del terreno**, por las actividades de cortes, nivelaciones y rellenos para el desarrollo del **Proyecto. EFECTOS NEGATIVOS**: lo que puede incrementar la perdida de suelo y el incremento de la erosión, modificación de escurrimientos y su velocidad**.**	x	X		
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas principalmente en suelos de tipo calcisol, leptosol, regosol, kastañozem y phaeozem que predominan en el AP	**SUE1**	**Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo. EFECTOS NEGATIVOS:** debido principalmente la contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; que deriva en la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad), por las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie del suelo por el desplante de la infraestructura del **Proyecto**.	**x**	**x**	**x**	**x**
	Procesos Erosivos y pérdida de suelo considerando que actualmente la **RE** se encuentran en áreas sin erosión, así como en áreas con erosión hídrica laminar en diferentes grados	**SUE2**	**Incremento de la erosión y pérdida de suelo. EFECTOS NEGATIVOS**: ocasionado por las actividades de preparación del sitio al requerir nivelar el terreno donde se construirá e instalará la infraestructura del **Proyecto**, modificando el relieve del sitio y ocasionando con ello procesos erosivos, donde la capa superficial del suelo se puede desgastar, desplazar y ser transportadas a otra parte debido a la acción de agentes como el agua (lluvia) y el viento, e incluso la gravedad, ocasionando con ello la degradación de dicho suelo. Aunado a lo anterior, los procesos erosivos también pueden cambiar la composición química del suelo incluidos sus nutrientes.	**x**	**x**		**x**
Aire	Calidad del aire actualmente en la **RE** las emisiones de CO provienen principalmente de fuentes móviles (autos particulares y vehículos tipo pick up), mientras que los COV provienen principalmente de	**AIR1**	**Afectación de la calidad del aire. EFECTOS NEGATIVOS:** por la generación de gases contaminantes de efecto invernadero (GEI's) por el uso de los vehículos y equipos durante todas las etapas del **Proyecto**, así como por la generación de polvos.	**x**	**x**		

Componente Ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción de los EFECTOS NEGATIVOS	Etapa			
				PS	C	OM	CA
	fuentes naturales, así como uso de solventes y fuentes móviles						
	Nivel de ruido actualmente derivado principalmente de las fuentes móviles	**AIR2**	**Incremento de los niveles de ruido. EFECTOS NEGATIVOS:** debido al uso de maquinaria y equipo empleado para la preparación del sitio, construcción, mantenimientos y desmantelamiento.	**x**	**x**	**x**	**x**
Hidrología superficial	Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial. en el AI y AP inciden dos microcuencas Guadalupe y Puente Negro	**HSUP 1**	**Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial. EFECTOS NEGATIVOS:** por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**; también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.	**x**	**x**	**x**	**x**
	Modificación de escurrimientos superficiales dentro de la **RE**, **AI** y **AP** se localizan numerosos escurrimientos de tipo intermitente, así como cuerpos de agua intermitentes a manera de bordos.	**HSUP 2**	**Modificación de escurrimientos superficiales. EFECTOS NEGATIVOS:** por la posible afectación de los patrones de escorrentías intermitentes debido a la instalación de infraestructura del **Proyecto** y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	**x**	**x**	**x**	**x**
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea la **RE**, **AI** y **AP** inciden en los acuíferos Allende – Piedras Negras y Región Carbonífera, aunque la **RE** también tiene una mínima incidencia en el acuífero Hidalgo	**HSUB 1**	**Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea. EFECTOS NEGATIVOS:** por los residuos líquidos que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del **Proyecto**.	**x**	**x**	**x**	**x**
	Infiltración Los 3 acuíferos presentan déficit de agua.	**HSUB 2**	**Disminución en la infiltración. EFECTOS NEGATIVOS**: por las diversas actividades a desarrollar por el **Proyecto**, particularmente por las áreas de sellamiento que desarrollará el **Proyecto.**	**x**	**x**	**x**	**x**
Flora	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies presentes en el **AP** entre las que destacan (IVI) en el MDR para el estrato arboreo: *Yucca rostrata*, *Yucca treculiana, Yucca rostrata*, arbustivo: *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisyphilitica*, *Senegalia berlandieri,* cactaceas: *Opuntia engelmannii*, *Neolloydia conoidea*, *Cylindropuntia leptocaulis*, herbácea: B*outeloua gracilis*, Aristida ternipes, *Trixis californica*. En el caso del MDM para el estrato arbóreo: *Neltuma glandulosa*,	**FLO1**	**Afectación a la abundancia y riqueza de especies de flora silvestre. EFECTOS NEGATIVOS:** debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del **Proyecto** con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción y como especies más importantes dentro del área del **Proyecto** destacan (IVI) en el MDR para el estrato arbóreo: *Yucca rostrata, Yucca treculiana, Yucca rostrata,* arbustivo: *Agave lechuguilla, Euphorbia antisyphilitica, Senegalia berlandieri,* cactáceas*: Opuntia engelmannii, Neolloydia conoidea, Cylindropuntia leptocaulis,* herbácea: *Bouteloua gracilis, Aristida ternipes, Trixis californi*ca. En el caso del MDM para el estrato arbóreo: *Neltuma glandulosa,*	**x**	**x**		

Componente Ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción de los EFECTOS NEGATIVOS	Etapa			
				PS	C	OM	CA
	Parkinsonia texana, *Yucca treculiana*, arbustiva: F*lourensia cernua*, *Larrea tridentata*, *Agave lechuguilla*, cactaceas: *Cylindropuntia leptocaulis*, *Opuntia engelmannii*, *Grusonia schottii*, herbácea: *Aristida purpurea*, T*hymophylla pentachaeta*, *Aristida ternipes*.		*Parkinsonia texana, Yucca treculiana*, arbustiva: *Flourensia cernua, Larrea tridentata, Agave lechuguilla*, cactáceas: *Cylindropuntia leptocaulis, Opuntia engelmannii, Grusonia schottii*, herbácea: *Aristida purpurea, Thymophylla pentachaeta, Aristida ternipes*.				
	Cobertura vegetal y los servicios ambientales que brinda al ecosistema Con los principales ecosistemas en el AP de Matorral desértico micrófilo y Matorral desértico rosetófilo. Los resultados de campo no evidencian una pérdida generalizada de diversidad en el **AP** respecto a las zonas de referencia (**AI/RE**); la única reducción clara y estadísticamente sustentada se concentra en el componente arbóreo, un elemento naturalmente escaso en este tipo de vegetación. Con respecto al MDM muestra una diversidad general alta y comparable a MDR, pero con una reducción más marcada y consistente en los estratos herbáceo y cactáceas dentro del **AP**.	**FLO2**	**Disminución de la cobertura vegetal forestal**. **EFECTOS NEGATIVOS:** debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el **AP** en una superficie de 396.5957 ha de vegetación tipo matorral desértico micrófilo en una superficie de 54.40 ha y matorral desértico rosetófilo en una superficie de 342.1955 ha, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas.	**x**	**x**		
	Individuos de especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas Cinco (5) especies de flora registradas en campo, todas corresponden a cactáceas: 4 especies están como Pr (sujetas a protección especial), *Ariocarpus retusus, Echinocereus poselgeri, Epithelantha micromeris y Lophophora williamsii* y 1 como A (amenazada) *Coryphantha ramillosa* y la especie endémica *Segegalia gregii*.	**FLO3**	**Afectación a individuos de especies de flora en riesgo. EFECTOS NEGATIVOS:** por el cambio de uso de suelo se podrían afectar individuos de las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, siendo que en específico dentro del **AP**, se ubicó a la siguiente especie listada en la norma: Cinco (5) especies de flora registradas en campo, todas corresponden a cactáceas: 4 especies están como Pr (sujetas a protección especial), *Ariocarpus retusus, Echinocereus poselgeri, Epithelantha micromeris y Lophophora williamsii y 1 como A (amenazada) Coryphantha ramillosa y la especie endemica Segegalia gregii.*	**x**	**x**		

[redacted]

Componente Ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción de los EFECTOS NEGATIVOS	Etapa			
				PS	C	OM	CA
Fauna	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies tales como *Aspidoccelis gularis, Lepus californicus, Tadaria brasiliensis, Myotis velifer, Lasiurus xanthinus, Odocoileus virginianus, Mimus polyglottos, Thrymanes bewickii y Amphispiza bilineata* que presentaron las mayores abundancias en el área del **Proyecto**	**FAU1**	**Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el AP o AI. EFECTOS NEGATIVOS:** por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna como los más abundantes los siguientes: *Aspidoccelis gularis, Lepus californicus, Tadaria brasiliensis, Myotis velifer, Lasiurus xanthinus, Odocoileus virginianus, Mimus polyglottos, Thrymanes bewickii* y Amphispiza bilineata, esto derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de la fauna voladora por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión por la presencia de los aerogeneradores, así como por la posible electrocución de fauna voladora por la presencia de una línea de transmisión, asimismo, afectaciones a los individuos de fauna voladora ocasionada por el vórtice de las aspas de los aerogeneradores, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento (pérdida de conectividad), por el efecto barrera, debido a la presencia del **Proyecto**.	x	x	x	x
	Hábitat (Considerando todos los servicios ambientales que brinda a la fauna) con los ecosistemas de matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo	**FAU2**	**Afectación al hábitat de las especies de fauna. EFECTOS NEGATIVOS:** generado por varias acciones del **Proyecto**, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal 396.5957 ha de vegetación tipo Matorral desértico micrófilo en una superficie de 54.40 ha y matorral desértico rosetófilo en una superficie de 342.1955 ha que deriva en la perdida de hábitat y con ello presentarse fragmentación del hábitat, y pérdida de alimento, refugio, así como áreas de descanso, percha y reproducción. Por otro lado, la presencia de los aerogeneradores en la etapa operativa puede producir perdida de conectividad de las áreas de desplazamiento, esto principalmente de las rutas de vuelo de la fauna voladora, esto al ocupar espacios (**AP**) que la fauna voladora utiliza principalmente para su desplazamiento, la perdida de hábitat puede	x	x	x	x

[redacted]

Componente Ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción de los EFECTOS NEGATIVOS	Etapa			
				PS	C	OM	CA
			ocasionar el incremento de especies exóticas y con ello darse la alteración del comportamiento de especies. Asimismo, puede darse afectaciones derivadas de los impactos visuales, el ruido, las vibraciones, así como el tránsito de vehículos o personal del área de trabajo tanto en la etapa de construcción, como en la etapa operativa.				
	Individuos de especies en **NOM-059-SEMARNAT-2010** Nueve (9) especies de fauna registradas en campo: predominan las especies A (amenazadas): *Cophosaurus texanus, Crotaphytus collaris, Gopherus berlandieri, Masticophis flagellum*, además de *Taxidea taxus*, frente a 3 especies Pr (protección especial): *Coleonyx brevis, Crotalus atrox y Passerina ciris* y con registros históricos *Accipiter cooperii, Parabuteo unicinctus*.	**FAU3**	**Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas. EFECTOS NEGATIVOS:** en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, tales como *Cophosaurus texanus, Crotaphytus collaris, Gopherus berlandieri, Masticophis flagellum*, además de *Taxidea taxus*, frente a 3 especies Pr (protección especial): *Coleonyx brevis, Crotalus atrox y Passerina ciris* y con registros históricos *Accipiter cooperii, Parabuteo unicinctus*, por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de la fauna voladora por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión por la presencia de los aerogeneradores, así como por la posible electrocución de fauna voladora por la presencia de una línea de transmisión, asimismo, afectaciones a los individuos de fauna voladora ocasionada por el vórtice de las aspas de los aerogeneradores, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento (pérdida de conectividad), por el efecto barrera, debido a la presencia del **Proyecto**.	**x**	**x**	**x**	**x**
Paisaje	Calidad paisajística La **RE** presenta una calidad visual alta (clase A), asociada a la presencia de rasgos singulares y sobresalientes del relieve, principalmente sierras, bajadas y llanuras aluviales con lomerío, cuya visibilidad se	**PAI1**	**Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI. EFECTOS NEGATIVOS:** por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del **Proyecto.**	**x**	**x**	**x**	**x**

[redacted]

Componente Ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción de los EFECTOS NEGATIVOS	Etapa			
				PS	C	OM	CA
	encuentra naturalmente limitada por la topografía y la agudeza visual del observador						
Social	Fuentes de empleo	**SOC1**	**Generación de fuentes de empleo*** Todas las actividades del **Proyecto** implican la generación de empleos temporales y/o permanentes.	**x**	**x**	**x**	**x**

*Impacto positivo

De acuerdo con la tabla anterior, se identificaron **17 impactos ambientales**, de los cuales **16 son negativos** y **uno es positivo**, relacionado con la generación de empleos. Los impactos negativos serán objeto de la caracterización y valoración que se presenta en los siguientes apartados.

IV.3.6. Caracterización y valoración de los impactos

Para caracterizar y evaluar los impactos ambientales identificados, se empleará la técnica modificada de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998). Es importante recordar que, como se mencionó anteriormente, esta técnica evalúa los impactos ambientales a través de calcular los índices básicos y complementarios, es así como se asignaron los valores según los criterios de intensidad, extensión, duración, sinergia, acumulación, controversia y mitigación. La **tabla de valoración de impactos ambientales** se ubica en los **ANEXOS** en la **Matriz de impactos ambientales.**

ANEXOS:

Anexo IV.2. Matriz de impactos ambientales

IV. 4. Resumen de los impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.

A continuación, presentamos el resumen de los impactos ambientales considerando las obras y actividades que los podrían originar, y estableciendo las medidas ambientales, en relación a su tipo, prevención, mitigación, compensación y restauración:

Tabla IIV.7. Resumen de impactos y medidas ambientales.

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						**Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto**		
Etapa del Proyecto	**Obra o actividad del Proyecto**	**Componente y subcomponente en el que incide**	**Impacto ambiental**	**Características del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad entre otros**	**Efectos**	**Tipo de Medida** Preventiva: P Mitigación: M Compensación: C	**Descripción de la medida, incluyendo el nombre objetivo periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
Preparación del sitio	**Delimitación del área de trabajo y habilitación de instalaciones auxiliares** **Desmonte, despalme y limpieza**	**Aire**	AIR1. **Afectación de la calidad del aire** *Por el empleo de los vehículos y equipos durante la etapa de preparación del sitio, así como por la generación de polvos.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	**Indirecto**	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s**. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			AIR2.M**odificación del nivel sonoro** *Debido al empleo de maquinaria y equipo empleado para la preparación del sitio.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	**Directo**	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los **horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto** dentro de la zona. **PERIODICIDAD**: Diario en los tiempos de trabajos obra. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación

						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así como posibles contaminantes por residuos, además de **disminuir ruidos no deseados**. **PERIODICIDAD**: **Semestral**. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo** *Debido a la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad).*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, **para disminuir su presencia en el área del Proyecto**. **PERIODICIDAD**: Diario **ACCIÓN PRINCIPAL: Manejo de residuos, considerando su tipo y la metodología para cada tipo**. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI's, así como **posibles contaminantes por residuos en el suelo**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos**. **PERIODICIDAD**: Diario y trimestral, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **ACCIÓN PRINCIPAL: Ejecución de talleres con temas como el manejo de residuos.** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
			SUE2. **Incremento de la erosión y pérdida de suelo** *Ocasionado por las actividades de preparación del sitio, modificando el relieve del sitio y ocasionando con ello procesos erosivos, donde la capa superficial del suelo se puede desgastar, desplazar y ser transportadas a otra parte debido a la acción de agentes como el agua (lluvia) y el viento, e incluso la gravedad, ocasionando con ello la degradación de dicho suelo. Aunado a lo anterior, los procesos erosivos también pueden cambiar la composición química*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**M9**	**NOMBRE PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO** **OBJETIVO: Proteger la capa edáfica a través de varias medidas** dentro del **AP**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **ACCION PRINCIPAL:** Acciones para proteger el suelo, y revegetación. **PLAZO**: Con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Relación de acciones propuestas contra las realizadas
						M13	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: El **material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y troceado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del Proyecto, evitando así la erosión del suelo** por efecto del viento. **PERIODICIDAD:** Durante las actividades de desmonte en la etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Bitácora de acciones realizadas/ Evidencias documentales

			del suelo incluidos sus nutrientes.			**M16**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la **limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas** con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin. **PERIODICIDAD**: Al término de la Etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS	Evidencias documentales
						M2	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: **Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos**, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **PERIODO**: Etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Reportes en el **PVA** Anexo Fotográfico
		Hidrología superficial	HSUP1. **Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial (escurrimientos intermitentes).** *Por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados, también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de escurrimientos intermitentes.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: **Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reduc**ir las emisiones de GEI´s, **así como posibles contaminantes por residuos en los escurrimientos intermitentes,** además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						M1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final.

							OBJETIVO: **Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos**, para evitar **la contaminación de los escurrimientos intermitentes**, con las características necesarias para su disposición. **PERIODICIDAD**: Diario **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal** que labore en la obra sobre la clasificación y **el manejo de los residuos para evitar la contaminación de los escurrimientos intermitentes.** **PERIODICIDAD**: Diario y trimestral, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Hidrología subterránea	HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** *Por los residuos líquidos que puedan generarse e infiltrarse por un mal manejo de residuos durante las obras y actividades en la etapa de preparación del sitio*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Mediana** EXTENCIÓN: **Regional** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** **OBJETIVO**: **Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos**, **para evitar la contaminación del agua subterránea**, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI's, así	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

							como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODICIDAD**: Diario y trimestral, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **ACCIÓN PRINCIPAL: Ejecución de talleres con temas como el manejo de residuos.** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Flora	FLO1. **Afectación a la riqueza y abundancia de especies de flora silvestre** **Afectación a la abundancia y riqueza de especies de flora silvestre. EFECTOS NEGATIVOS:** debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del **Proyect**o con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción y como especies más	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Alta**	Directo	**M10**	**NOMBRE: PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA CON ÉNFASIS EN LAS ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010** **OBJETIVO:** Acciones de rescate, reubicación y protección de individuos de especies de flora nativa con especial interés ecológico, mantenimiento y sobrevivencia de dichas especies. **PERIODICIDAD:** Diario en el periodo de remoción de la vegetación en la etapa de PS y C. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de PS y C	Porcentaje % de individuos rescatados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico Sobrevivencia del 80% de los ejemplares rescatados y reubicados al término del periodo de 6 meses
						M11	**NOMBRE: PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN** **OBJETIVO:** Reforestar y restaurar una superficie igual a la remoción de vegetación, con especies nativas de la	Porcentaje % de individuos reforestados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico

			importantes dentro del área del **Proyec**to destacan (IVI) en el MDR para el estrato arbóreo: *Yucca rostrata, Yucca treculiana, Yucca rostrata, arbustivo: Agave lechuguilla, Euphorbia antisyphilitica, Senegalia berlandieri, cactáceas: Opuntia engelmannii, Neolloydia conoidea, Cylindropuntia leptocaulis, herbácea:Bouteloua gracilis, Aristida ternipes, Trixis californica.* En el caso del MDM para el estrato arbóreo: *Neltuma glandulosa, Parkinsonia texana, Yucca treculiana, arbustiva: Flourensia cernua, Larrea tridentata, Agave lechuguilla, cactaceas: Cylindropuntia leptocaulis, Opuntia engelmannii, Grusonia schottii, herbácea: Aristida purpurea, Thymophylla pentachaeta, Aristida ternipes*. FLO3. **Afectación a individuos de especies de flora en riesgo** *En caso de mortandad o daño accidental de los individuos de especies listadas en la*				Región **E**cológica donde se desarrollará el **Proyecto**, considerando el monitoreo de dicha restauración y reforestación en una sobrevivencia de 80%. **PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de Operación. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de Operación	Sobrevivencia del 80% de los ejemplares reforestados al término del periodo de 6 meses. Cobertura en ha de los sitios que mantienen la conectividad vegetal para el fomento de corredores biológicos
						M12	**NOMBRE: REVEGETACIÓN NATURAL** **OBJETIVO:** Se **permitirá la regeneración natural de herbáceas nativas principalmente en las áreas ocupadas temporalmente y para evitar la erosión del suelo**. **PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de operación. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de operación y mantenimiento.	Evidencias documentales, anexo fotográfico
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna**. **PERIODICIDAD**: Diario y trimestral, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
						M14	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: El **desmonte y despalme se llevará a cabo principalmente por medios manuales**, y en último recurso mecánicos y de manera paulatina. **PERIODICIDAD**: **Diario** durante el periodo de remoción de la vegetación en la etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Evidencias documentales

			*NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como Ariocarpus retusus, Echinocereus poselgeri, Epithelantha micromeris y Lophophora williamsii en proteccion especial y como A (amenazada) Coryphantha ramillosa y la especie endémica Segegalia gregii***.**			**M15**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. **PERIODICIDAD**: Diario durante el periodo de remoción de la vegetación en la etapa de PS. **ACCIÓN PRINCIPAL: Supervisión y capacitación a los trabajadores de obra** **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Bitácora de acciones realizadas/ Evidencias documentales
			FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal. *Disminución de la cobertura vegetal forestal***.** ***EFECTOS NEGATIVOS:*** *debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el* ***AP*** *en una superficie de 396.5957 ha de vegetación tipo Matorral desértico micrófilo en una superficie de 54.40 ha y matorral desértico rosetófilo en una superficie de 342.1955 ha, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Alta**	Directo	**M10**	**NOMBRE: PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA CON ENFASIS EN LAS ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010** **OBJETIVO:** Acciones de rescate, reubicación y protección de individuos de especies de flora nativa con especial interés ecológico, mantenimiento y sobrevivencia de dichas especies. **PERIODICIDAD:** Diario en el periodo de remoción de la vegetación en la etapa de PS y C. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de PS y C.	% de individuos rescatados con valor ecológico Sobrevivencia del 80% de los ejemplares rescatados y reubicados al término del periodo
						M11	**NOMBRE: PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN** **OBJETIVO:** Reforestar una superficie igual a la remoción de vegetación con especies nativas de la Región ecológica donde se desarrollará el **Proyecto**, considerando el monitoreo de dicha restauración y reforestación esperando una sobrevivencia de 80%. **PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de operación. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de operación.	% de individuos reforestados con valor ecológico Sobrevivencia del 80% de los ejemplares reforestados al término del periodo % Cobertura en ha de los sitios que mantienen la conectividad
						M12	**NOMBRE: REVEGETACIÓN NATURAL** **OBJETIVO:** Se **permitirá la regeneración natural de herbáceas**	Evidencias documentales, anexo fotográfico

			la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación *del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas*				**<u>nativas principalmente en las áreas ocupadas temporalmente y para evitar la erosión del suelo</u>** **PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de operación. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de operación y mantenimiento.	
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **<u>capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna</u>**. **PERIODICIDAD**: **<u>Diario y trimestral</u>**, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
						M13	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: El **<u>material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y troceado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del Proyecto, evitando así la erosión del suelo</u>** por efecto del viento. **PERIODICIDAD:** Durante las actividades de desmonte en la etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Bitácora de acciones realizadas/ Evidencias documentales
						M14	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: El **<u>desmonte y despalme se llevará a cabo principalmente por medios manuales</u>**, y en último recurso mecánicos y de manera paulatina. **PERIODICIDAD**: **<u>Diario</u>** durante el periodo de remoción de la vegetación en la etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Bitácora de acciones realizadas/ Evidencias documentales

						M15	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. **PERIODICIDAD**: Diario durante el periodo de remoción de la vegetación en la etapa de PS. **ACCIÓN PRINCIPAL: Supervisión y capacitación a los trabajadores de obra** **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Evidencias documentales
						M16	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la **limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas** con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin. **PERIODICIDAD**: Al término de la Etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS	Bitácora de acciones realizadas/ Evidencias documentales
		Fauna	FAU1. **Afectación de la abundancia y riqueza de poblaciones de especies de fauna silvestre.** *Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el AP o AI.* ***EFECTOS NEGATIVOS:*** *por las*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Regional** INTENSIDAD: **Moderada**	Directo	**P3**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna**. **PERIODICIDAD**: **Diario y trimestral**, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados

			limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna como los más abundantes los siguientes: Aspidoccelis gularis, Lepus californicus, Tadaria brasiliensis, Myotis velifer, Lasiurus xanthinus, Odocoileus virginianus, Mimus polyglottos, Thrymanes bewickii y Amphispiza bilineata, esto derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del ***Proyecto****.*			**M7**	**NOMBRE: PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE CON ÉNFASIS EN LAS ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010** **OBJETIVO:** Acciones principalmente de ahuyentamiento y si es necesario rescate y reubicación. **PERIODO**: **Diario** antes del periodo de remoción durante la etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de las etapas de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados Bitácora de rescate y reubicación de fauna Anexo fotográfico
						M5	**NOMBRE: PROGRAMA ANTICOLISIÓN Y ELECTROCUSIÓN DE FAUNA VOLADORA** **OBJETIVO:** Seguimiento a las acciones preventivas para protección de la fauna voladora. **PERIODICIDAD**: **Diario** con incidencia en la etapa de Operación. **PLAZO**: Durante la etapa de O y M,	Porcentaje % de ejemplares afectados en el tiempo Anexo fotográfico
						M8	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: En las áreas de circulación internas se establecerá un **límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo**, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada **PERIODICIDAD: Diario** en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades en el **PVA** **Anexo fotográfico** de las señalizaciones
						M17	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Para la fauna voladora se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas. **PERIODICIDAD:** Durante las actividades de instalación de la LTE en la **e**tapa de Construcción. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C	Porcentaje % de ejemplares afectados en el tiempo Anexo fotográfico

						M18	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Para la fauna voladora **l**a colocación de antiperchas, ya que este tipo de accesorios es recomendable para evitar la percha de aves. Además de que reduce de forma preventiva el riesgo de interrupciones de energía por la electrocución de aves cuando perchan. **PERIODICIDAD:** Durante las actividades de instalación de la LTE en la **e**tapa de Construcción. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares afectados en el tiempo Anexo fotográfico
						M19	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Para la fauna voladora se colocarán balizas anti colisión fluorescentes y reflectantes, estas están diseñadas para llamar la atención de las aves que, de esta forma, modifican su vuelo para evitar chocar con las instalaciones eléctricas, lo anterior sin modificar la calidad visual del paisaje. **PERIODICIDAD:** Durante las actividades de instalación de la LTE en la **e**tapa de Construcción. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares afectados en el tiempo Anexo fotográfico
		Fauna	FAU2. **Afectación al hábitat de las especies de fauna** *Generado por varias acciones del **Proyecto**, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal 396.5957 ha de vegetación tipo Matorral desértico micrófilo en una superficie de 54.40 ha y matorral desértico*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Regional** INTENSIDAD: **Moderada**	Directo	**M10**	**NOMBRE: PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA CON ENFASIS EN LAS ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010** **OBJETIVO:** Acciones de rescate, reubicación y protección de individuos de especies de flora nativa con especial interés ecológico, mantenimiento y sobrevivencia de dichas especies. **PERIODICIDAD:** **Diario** en el periodo de remoción de la vegetación en la etapa de PS y C. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de PS y C.	Porcentaje % de individuos rescatados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico Sobrevivencia del 80% de los ejemplares rescatados y reubicados al término del periodo de 6 meses

			rosetófilo en una superficie de 342.1955 ha que deriva en la perdida de hábitat y con ello presentarse fragmentación del hábitat, y pérdida de alimento, refugio, así como áreas de descanso, percha y reproducción. construcción.			**M11**	**NOMBRE: PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN** **OBJETIVO:** Reforestar una superficie igual a la remoción de vegetación con especies nativas de la Región ecológica donde se desarrollará el **Proyecto.** **PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de operación. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de operación.	Porcentaje % de individuos reforestados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico Sobrevivencia del 80% de los ejemplares reforestados al término del periodo de 6 meses. Cobertura en ha de los sitios que mantienen la conectividad vegetal para el fomento de corredores biológicos
						M12	**NOMBRE: REVEGETACIÓN NATURAL** **OBJETIVO:** Se **permitirá la regeneración natural de herbáceas principalmente en las áreas temporales para evitar la erosión del suelo**. **PERIODO:** Con principal incidencia en la etapa de operación. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de operación y mantenimiento.	Evidencias documentales
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna**. **PERIODICIDAD**: **Diario y trimestral**, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados

			FAU3. **Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas** *en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la* ***NOM-059-SEMARNAT-2010****, tales como Cophosaurus texanus, Crotaphytus collaris, Gopherus berlandieri, Masticophis flagellum*, además de *Taxidea taxus*, frente a 3 especies Pr *Coleonyx brevis, Crotalus atrox y Passerina ciris* y con registros históricos *Accipiter cooperii, Parabuteo unicinctus por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal .*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Regional** INTENSIDAD: **Moderada**	Directo	**P3**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna**. **PERIODICIDAD**: **Diario y trimestral**, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
						M7	**NOMBRE: PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE CON ÉNFASIS EN LAS ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010** **OBJETIVO:** Acciones principalmente de ahuyentamiento y si es necesario rescate y reubicación. **PERIODO**: **Diario** antes del periodo de remoción durante la etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de las etapas de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados Bitácora de rescate y reubicación de fauna Anexo fotográfico
						M5	**NOMBRE: PROGRAMA ANTICOLISIÓN Y ELECTROCUSIÓN DE FAUNA VOLADORA** **OBJETIVO:** Seguimiento a las acciones preventivas para protección de la fauna voladora. **PERIODICIDAD**: **Diario** con incidencia en la etapa de Operación. **PLAZO**: Durante la etapa de O y M,	Porcentaje % de ejemplares afectados en el tiempo Anexo fotográfico

						M8	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades en el **PVA** **Anexo fotográfico** de las señalizaciones
						M17	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Para la fauna voladora se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas. **PERIODICIDAD:** Durante las actividades de instalación de la LTE en las **e**tapas de Construcción **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C	Porcentaje % de ejemplares afectados en el tiempo Anexo fotográfico
						M18	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Para la fauna voladora **l**a colocación de antiperchas, ya que este tipo de accesorios es recomendable para evitar la percha de aves. Además de que reduce de forma preventiva el riesgo de interrupciones de energía por la electrocución de aves cuando perchan. **PERIODICIDAD:** Durante las actividades de instalación de la LTE en la **e**tapa de Construcción. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares afectados en el tiempo Anexo fotográfico

						M19	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Para la fauna voladora se colocarán balizas anti colisión fluorescentes y reflectantes, estas están diseñadas para llamar la atención de las aves que, de esta forma, modifican su vuelo para evitar chocar con las instalaciones eléctricas, lo anterior sin modificar la calidad visual del paisaje. **PERIODICIDAD:** Durante las actividades de instalación de la LTE en la **e**tapa de Construcción. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Porcentaje % de ejemplares afectados en el tiempo Anexo fotográfico
	Trazo, nivelación y movimiento de tierras	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** *Por el empleo de los vehículos y equipos durante la etapa de preparación del sitio, así como por la generación de polvos.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s**. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL:** Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro.** *Debido al empleo de maquinaria y equipo empleado para la preparación del sitio.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así como posibles contaminantes por residuos, además de **disminuir ruidos no deseados**.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

							PERIODO: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.** *Debido a la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad).*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI's, así como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados

							PLAZO: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
			SUE2. **Incremento de la erosión y pérdida de suelo.** *Ocasionado por las actividades de preparación del sitio, modificando el relieve del sitio y ocasionando con ello procesos erosivos, donde la capa superficial del suelo se puede desgastar, desplazar y ser transportadas a otra parte debido a la acción de agentes como el agua (lluvia) y el viento, e incluso la gravedad, ocasionando con ello la degradación de dicho suelo. Aunado a lo anterior, los procesos erosivos también pueden cambiar la composición química del suelo incluidos sus nutrientes.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**M9**	**NOMBRE PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO** **OBJETIVO:** Proteger la capa edáfica a través de varias medidas dentro del **AP**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Relación de acciones propuestas y contra las realizadas
						M2	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA** **Anexo Fotográfico**
		Hidrología superficial	HSUP1. **Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, **así como posibles contaminantes por**	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

			superficial (escurrimientos intermitentes). *Por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados, también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.*				**residuos,** además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
						M1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
			HSUP2. **Modificación de escurrimientos superficiales** *Por la posible afectación de los patrones de escorrentías*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P4**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se mantendrá protegida la zona donde se localicen dentro del área del proyecto los escurrimientos intermitentes **PERIODO**: Etapas de PS y C, **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA de las áreas de protección a escurrimiento intermitente** **Anexo Fotográfico**

			superficiales debido a la instalación de infraestructura del Proyecto y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.			**P5**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE PROTECCIÓN DEL COMPONENTE HIDRICO** **OBJETIVO**: Se establecerán acciones de protección de los escurrimientos intermitentes presentes en el área del Proyecto. **PERIODO**: Con incidencia en las etapas de PS y C **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto-**	
						M18	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Obras de protección, como encauzamientos y obras de drenaje pluvial **PERIODO**: Etapas de PS y C, **PLAZO**: Durante todas las etapas del proyecto	Relación de acciones propuestas contra las realizadas Reportar en el PVA Anexo fotográfico
		Hidrología subterránea	HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** *Por los residuos líquidos que puedan generarse e infiltrarse*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI's, así como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

							PLAZO: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados.
						M3	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Evidencias documentales: Bitácoras de renta **Anexo fotográfico**
			HSUB2. **Disminución de la infiltración.** *Por las diversas actividades a desarrollar por el Proyecto, particularmente por las actividades de*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Directo	**M4**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo o campamentos, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de	Reportes en el **PVA** **Anexo Fotográfico**

			trazo, nivelación, excavaciones, compactaciones				aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	
		Paisaje	PAI1. **Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.** *Por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos en la etapa de Preparación del sitio*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Indirecto	**M6**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA** **Anexo Fotográfico**
	Habilitación de vialidades internas y drenaje pluvial	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** *Por el empleo de los vehículos y equipos durante la etapa de preparación del sitio, así como por la generación de polvos.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s**. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL**: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro.** *Debido al empleo de maquinaria y equipo empleado para la preparación del sitio*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los **horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto** dentro de la zona. **PERIODICIDAD**: Diario en los tiempos de trabajos obra. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

							OBJETIVO: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así como posibles contaminantes por residuos, además de **disminuir ruidos no deseados**. **PERIODICIDAD**: **Semestral**. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.** *Debido a la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad).*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, **para disminuir su presencia en el área del Proyecto**. **PERIODICIDAD**: Diario **ACCIÓN PRINCIPAL: Manejo de residuos, considerando su tipo y la metodología para cada tipo**. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI's, así como **posibles contaminantes por residuos en el suelo**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos**. **PERIODICIDAD**: Diario y trimestral, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **ACCIÓN PRINCIPAL: Ejecución de talleres con temas como el manejo de residuos.** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
			SUE2. **Incremento de la erosión y pérdida de suelo.** *Ocasionado por procesos erosivos, donde la capa superficial del suelo se puede desgastar, desplazar y ser transportadas a otra parte debido a la acción de agentes como el agua (lluvia) y el viento, e incluso la gravedad, ocasionando con ello la degradación de dicho suelo.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**M2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: **Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos**, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **PERIODO**: Etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Reportes en el **PVA** Anexo Fotográfico
		Hidrología superficial	HSUP1. **Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial (escurrimientos intermitentes).** *Por un incorrecto manejo de los*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: **Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reduc**ir las emisiones de GEI´s, **así como posibles contaminantes por residuos en los escurrimientos intermitentes,** además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODICIDAD**: Semestral.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

			residuos sólidos y líquidos generados, también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de escurrimientos intermitentes.				**<u>ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular</u>** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
						M1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** **OBJETIVO**: **<u>Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos</u>**, para evitar **la contaminación de los escurrimientos intermitentes**, con las características necesarias para su disposición. **PERIODICIDAD**: Diario **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **<u>capacitará a todo el personal</u>** que labore en la obra sobre la clasificación y **<u>el manejo de los residuos para evitar la contaminación de los escurrimientos intermitentes</u>.** **PERIODICIDAD**: Diario y trimestral, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Hidrología subterránea	HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** *Por los residuos líquidos que puedan generarse e infiltrarse por un mal manejo de*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** **OBJETIVO**: **<u>Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos</u>**, **<u>para evitar la contaminación del agua subterránea</u>**, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de

			residuos durante las obras y actividades en la etapa de preparación del sitio 9				**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI's, así como **posibles contaminantes por residuos**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
		Paisaje	PAI1. **Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.** *Por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos en la etapa de Preparación del sitio*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Indirecto	**M6**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes en el **PVA** **Anexo Fotográfico**
Construcción	**Excavación y cimentaciones de aerogeneradores y montaje de torres tubulares de aerogeneradores** **Instalación de nacelle, rotor y**	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** *Por el empleo de los vehículos y equipos durante la etapa de Construcción, así como por la generación de polvos.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s,** además de **disminuir ruidos no deseados**. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL:** Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

	palas de aerogeneradores **Construcción de la Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV y del Sistema BESS** **Instalación de torres de la Línea de Transmisión 400 kV**						**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro** *Debido al empleo de maquinaria y equipo empleado durante la etapa de construcción*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona. **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.** *Debido a la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad)*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** **OBJETIVO**: **Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos**, para evitar **la contaminación de los escurrimientos intermitentes**, con las características necesarias para su disposición. **PERIODICIDAD**: Diario **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
			SUE2. **Incremento de la erosión y pérdida de suelo.** *Ocasionado por las actividades de preparación del sitio, modificando el relieve*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**M9**	**NOMBRE PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO** **OBJETIVO: Proteger la capa edáfica a través de varias medidas** dentro del **AP**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C.	Relación de acciones propuestas contra las realizadas

			del sitio y ocasionando con ello procesos erosivos, donde la capa superficial del suelo se puede desgastar, desplazar y ser transportadas a otra parte debido a la acción de agentes como el agua (lluvia) y el viento, e incluso la gravedad, ocasionando con ello la degradación de dicho suelo. Aunado a lo anterior, los procesos erosivos también pueden cambiar la composición química del suelo incluidos sus nutrientes.				**PLAZO**: Con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
						M2	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: **Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos**, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **PERIODO**: Etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS.	Reportes en el **PVA** Anexo Fotográfico
		Hidrología superficial	HSUP1. **Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.** *Por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados, también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: **Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reduc**ir las emisiones de GEI´s, **así como posibles contaminantes por residuos en los escurrimientos intermitentes,** además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						M1	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** **OBJETIVO**: **Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos**, para evitar **la contaminación de los escurrimientos intermitentes**, con las características necesarias para su disposición.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos

							PERIODICIDAD: Diario **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal** que labore en la obra sobre la clasificación y **el manejo de los residuos para evitar la contaminación de los escurrimientos intermitentes.** **PERIODICIDAD**: Diario y trimestral, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Hidrología subterránea	HSUB1. **Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** *Por los residuos líquidos que puedan generarse e infiltrarse por un mal manejo de residuos durante las obras y actividades en la etapa de preparación del sitio*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS** **OBJETIVO**: **Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos**, **para evitar la contaminación del agua subterránea**, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
			HSUB2. **Disminución de la infiltración.** *Por las diversas actividades a desarrollar por el Proyecto, particularmente por las instalaciones de las obras principales*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Directo	**M4**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo o campamentos, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa. **PERIODO**: Etapas de PS y C.	Reportes en el **PVA** **Anexo Fotográfico**

							PLAZO: Durante los años de la etapa de PS y C.	
		Fauna	FAU2.**Afectación al hábitat de las especies de fauna**: *Específicamente por la pérdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Directo	**M10**	**NOMBRE: PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA CON ENFASIS EN LAS ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010** **OBJETIVO:** Acciones de rescate, reubicación y protección de individuos de especies de flora nativa con especial interés ecológico, mantenimiento y sobrevivencia de dichas especies. **PERIODICIDAD:** **Diario** en el periodo de construcción de las obras en la etapa de PS y C. **PLAZO**: Con plazo durante la etapa de PS y C.	Porcentaje % de individuos rescatados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico Sobrevivencia del 80% de los ejemplares rescatados y reubicados al término del periodo de 6 meses
	Instalación de canalizaciones y cableado de media tensión (34.5 kV) **Conexión eléctrica y puesta en servicio de aerogeneradores, Sistema de puesta a tierra y red de comunicaciones** **Instalación de torres meteorológicas**	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** *Por el empleo de los vehículos y equipos durante la etapa de preparación del sitio, así como por la generación de polvos*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s**. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL:** Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro.** *Debido al empleo de maquinaria y equipo*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona. **PERIODO**: Etapas de PS y C.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación

	Tendido de conductores y cables de guarda de la Línea de Transmisión 400 kV **Pruebas, puesta en servicio y energización**		*empleado para la etapa de construcción*				**PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así como posibles contaminantes por residuos, además de **disminuir ruidos no deseados**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados

Operación y mantenimiento	**Generación de energía eléctrica** **Mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo principalmente a los aerogeneradores, y obras asociadas**	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** *Por el empleo de los vehículos y equipos durante el mantenimiento*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s**. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro.** *Debido al empleo de maquinaria y equipo para las actividades de mantenimiento*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los **horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto** dentro de la zona. **PERIODICIDAD**: Diario en los tiempos de trabajos obra. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así como posibles contaminantes por residuos, además de **disminuir ruidos no deseados**. **PERIODICIDAD**: **Semestral**. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, **para disminuir su presencia en el área del Proyecto**.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos

			(calidad) del suelo. *Debido a la posible contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad) durante las actividades de mantenimiento*				**PERIODICIDAD**: Diario **<u>ACCIÓN PRINCIPAL: Manejo de residuos, considerando su tipo y la metodología para cada tipo</u>**. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **<u>reducir</u>** las emisiones de GEI's, así como **<u>posibles contaminantes por residuos en el suelo</u>**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODICIDAD**: Semestral. **<u>ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular</u>** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **<u>capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos</u>**. **PERIODICIDAD**: Diario y trimestral, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **<u>ACCIÓN PRINCIPAL: Ejecución de talleres con temas como el manejo de residuos.</u>** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Fauna	FAU2.**Afectación al hábitat de las especies de fauna**:	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Directo	**M7**	**NOMBRE: PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE CON ÉNFASIS EN LAS ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010**	Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados

			Específicamente por la pérdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento				**OBJETIVO:** Acciones principalmente de ahuyentamiento y si es necesario rescate y reubicación. **PERIODO**: **Diario** antes del periodo de remoción durante la etapa de PS. **PLAZO**: Durante los años de las etapas de PS y C.	Bitácora de rescate y reubicación de fauna Anexo fotográfico
						M8	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada **PERIODO**: Etapas de PS y C. **PLAZO**: Durante los años de la etapa de PS y C.	Reportes de actividades en el **PVA** **Anexo fotográfico** de las señalizaciones
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna**. **PERIODICIDAD**: **Diario y trimestral**, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
			FAU1 y FAU3. **Afectación a individuos de especies de fauna silvestre, en riesgo y endémicas** *Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el AP o AI.* ***EFECTOS NEGATIVOS:*** *por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Larga** EXTENCIÓN: **Regional** INTENSIDAD: **Moderada**	Directo	**P3**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna**. **PERIODICIDAD**: **Diario y trimestral**, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
						M7	**NOMBRE: PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE CON ÉNFASIS EN LAS**	Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento

			individuos de fauna como los más abundantes los siguientes: Aspidoccelis gularis, Lepus californicus, Tadaria brasiliensis, Myotis velifer, Lasiurus xanthinus, Odocoileus virginianus, Mimus polyglottos, Thrymanes bewickii y Amphispiza bilineata, ademas de las especies en riesgo Cophosaurus texanus, Crotaphytus collaris, Gopherus berlandieri, Masticophis flagellum, además de *Taxidea taxus*, frente a 3 especies Pr *Coleonyx brevis, Crotalus atrox y Passerina ciris* y con registros históricos *Accipiter cooperii, Parabuteo unicinctus esto derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del* ***Proyecto****. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de la fauna voladora por*				**ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010** **OBJETIVO:** Acciones principalmente de ahuyentamiento. **PERIODO**: Eventual en caso de localizar algún individuo.	rescatados y reubicados Bitácora de rescate y reubicación de fauna Anexo fotográfico
						M5	**NOMBRE: PROGRAMA ANTICOLISIÓN Y ELECTROCUSIÓN DE FAUNA VOLADORA** **OBJETIVO:** Seguimiento a las acciones preventivas para protección de la fauna voladora. **PERIODICIDAD**: **Diario** con incidencia en la etapa de Operación. **PLAZO**: Durante la etapa de O y M,	Porcentaje % de ejemplares afectados en el tiempo Anexo fotográfico

			*la posible mortalidad de individuos debido a la colisión por la presencia de los aerogeneradores, así como por la posible electrocución de fauna voladora por la presencia de una línea de transmisión, asimismo, afectaciones a los individuos de fauna voladora ocasionada por el vórtice de las aspas de los aerogeneradores, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento (pérdida de conectividad), por el efecto barrera, debido a la presencia del **Proyecto.***					
		Paisaje	PAI1. **Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.** Principalmente por las actividades de mantenimiento	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Para la etapa de operación. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**,	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta
Cierre y Abandono	**Desmontaje de infraestructura, retiro de residuos y valorización**	Aire	AIR1. **Afectación de la calidad del aire.** *Por el empleo de los vehículos y equipos durante la etapa de cierre y abandono*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**P1**	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir las emisiones de GEI´s**. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL:** Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular

							PLAZO: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	
			AIR2. **Modificación del nivel sonoro.** *Debido al empleo de maquinaria y equipo para las actividades de desmantelamient*o	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Directo	**P2**	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona. **PERIODO**: Etapas de cierre y abandono. **PLAZO**: Durante la etapa de cierre y abandono.	Reportes de actividades y horarios en el **PVA** **Anexo fotográfico** Bitácoras de verificación
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para reducir las emisiones de GEI´s, así como posibles contaminantes por residuos, además de **<u>disminuir ruidos no deseados</u>**. **PERIODO**: Todas las etapas, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
		Suelo	SUE1. **Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.** *Debido a la posible contaminación por el uso de aceites y*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Corta** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Mínima**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, **OBJETIVO**: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, **<u>para disminuir su presencia en el área del Proyecto</u>**. **PERIODICIDAD**: Diario **<u>ACCIÓN PRINCIPAL: Manejo de residuos, considerando su tipo y la metodología para cada tipo</u>**.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de

			combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad).				**PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	derrames atendidos de manera correcta
						P1	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.** **OBJETIVO**: Mantener en correcto funcionamiento la maquinaria y equipo para **reducir** las emisiones de GEI's, así como **posibles contaminantes por residuos en el suelo**, además de disminuir ruidos no deseados. **PERIODICIDAD**: Semestral. **ACCION PRINCIPAL: Mantenimiento de los vehículos y verificación vehicular** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo. Verificación vehicular
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos**. **PERIODICIDAD**: Diario y trimestral, con principal incidencia en las etapas de PS y C. **ACCIÓN PRINCIPAL: Ejecución de talleres con temas como el manejo de residuos.** **PLAZO**: Vida útil del **Proyecto**, pero con principal incidencia en los años de la etapa de PS y C.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Fauna	FAU1. **Afectación a las zonas de desplazamiento de fauna silvestre**	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Directo	**M7**	**NOMBRE: PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE CON ÉNFASIS EN LAS ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010**	Porcentaje % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados

							OBJETIVO: Acciones principalmente de ahuyentamiento y si es necesario rescate y reubicación. **PERIODO**: Durante la etapa de Cierre y abandono **PLAZO**: Durante la etapa de cierre y abandono	Bitácora de rescate y reubicación de fauna Anexo fotográfico
						M8	**NOMBRE**: **MEDIDA ESPECÍFICA** **OBJETIVO**: En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada **PERIODO**: Durante la etapa de Cierre y abandono **PLAZO**: Durante la etapa de cierre y abandono	Reportes de actividades en el **PVA** **Anexo fotográfico** de las señalizaciones
						P3	**NOMBRE**: **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL** **OBJETIVO**: Se **capacitará a todo el personal sobre temas ambientales como la protección de flora y fauna**. **PERIODO**: Durante la etapa de Cierre y abandono **PLAZO**: Durante la etapa de cierre y abandono.	Número de capacitaciones. Personal capacitado (%). Evidencias documentales de malas prácticas de los temas capacitados
		Paisaje	PAI1. **Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.** *Por la presencia de maquinaria y equipo para las actividades de desmantelamiento*	CARÁCTER: **Negativo** TIPO: **Acumulativo** DURACIÓN: **Permanente** EXTENCIÓN: **Puntual** INTENSIDAD: **Moderado**	Indirecto	**M1**	**NOMBRE: PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**, OBJETIVO: Separación, manejo y almacenamiento temporal de los residuos, con las características necesarias para su disposición. **PERIODO**: Con principal incidencia en la etapa de Cierre y abandono. **PLAZO**: En la etapa de cierre y abandono.	Bitácoras de residuos, manifiestos de traslado y disposición final. Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP. Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final. N° de derrames atendidos de manera correcta

(1) Los parámetros fueron tomados de la tabla de valoración de los impactos ambientales
Preparación del sitio: PS, Construcción: C, Operación y mantenimiento: O y M, Cierre de operaciones: CO, Desmantelamiento: M, Abandono: A, Restauración del sitio: RS.
(2) Los parámetros para las medidas son Prevención: P, Mitigación: M y Compensación: C.

IV. 5. Resumen del análisis de los impactos ambientales SIGNIFICATIVOS, ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS y RESIDUALES, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la Región Ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas.

Como se menciona en el **Capítulo III** de la **MIA-R**, en la **RE**, **AI** y **AP** se identifican pocas obras y actividades que son susceptibles de presentar acumulación de impactos ambientales como lo son las **áreas agrícolas**, los **asentamientos rurales**, los **caminos de terracería** y en una pequeña fracción una **vía férrea**, un banco **de material** y una vieja **mina**, principalmente, sin embargo, principalmente en la **RE** se observa vegetación de tipo matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, agricultura de temporal anual, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, desprovisto de vegetación.

Con base en estos usos de suelo se considera que existen otras actividades en la **RE** y **AI** aunque se considera que dichas actividades se encuentran muy focalizadas y en una superficie muy menor y por lo tanto la **RE** no está fragmentada.

Para determinar los componentes afectados previamente dentro del **RE**, se realizó una matriz, en la cual se identifican los indicadores relacionados con obras y actividades existentes.

Asimismo, se asignó el valor de acumulación conforme al criterio de la tabla de criterios básicos en donde el impacto presenta un valor de:

- ✓ 0 (nula): cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos,
- ✓ 1 (poca): cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental.
- ✓ 2 (media): cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente.
- ✓ 3 (alta): cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente).

Conforme a la tabla siguiente se observa que todos los impactos son acumulativos, sin embargo dicha acumulación se considera de varios niveles, ya que dicha acumulación es principalmente con respecto con alguna de las actividades que se desarrollan actualmente en la **RE**, **AI** y **AP**, esto considerando que actualmente la **RE**, se identifican pocas obras y actividades que son susceptibles de presentar acumulación de impactos ambientales como lo son las áreas agrícolas, los asentamientos rurales, los caminos de terracería y en una pequeña fracción una vía férrea, un banco de material y una vieja mina, principalmente, sin embargo, principalmente en la **RE** se observa vegetación de tipo matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, agricultura de temporal anual, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, desprovisto de vegetación. La **tabla de impactos ACUMULATIVOS** se presenta a continuación y también se ubica en los **ANEXOS** en la **Matriz de impactos ambientales.**

ANEXOS:

Anexo IV.2. Matriz de impactos ambientales

[redacted]

Figura IIV.11. Region Ecológica con la implementación del **Proyecto**.

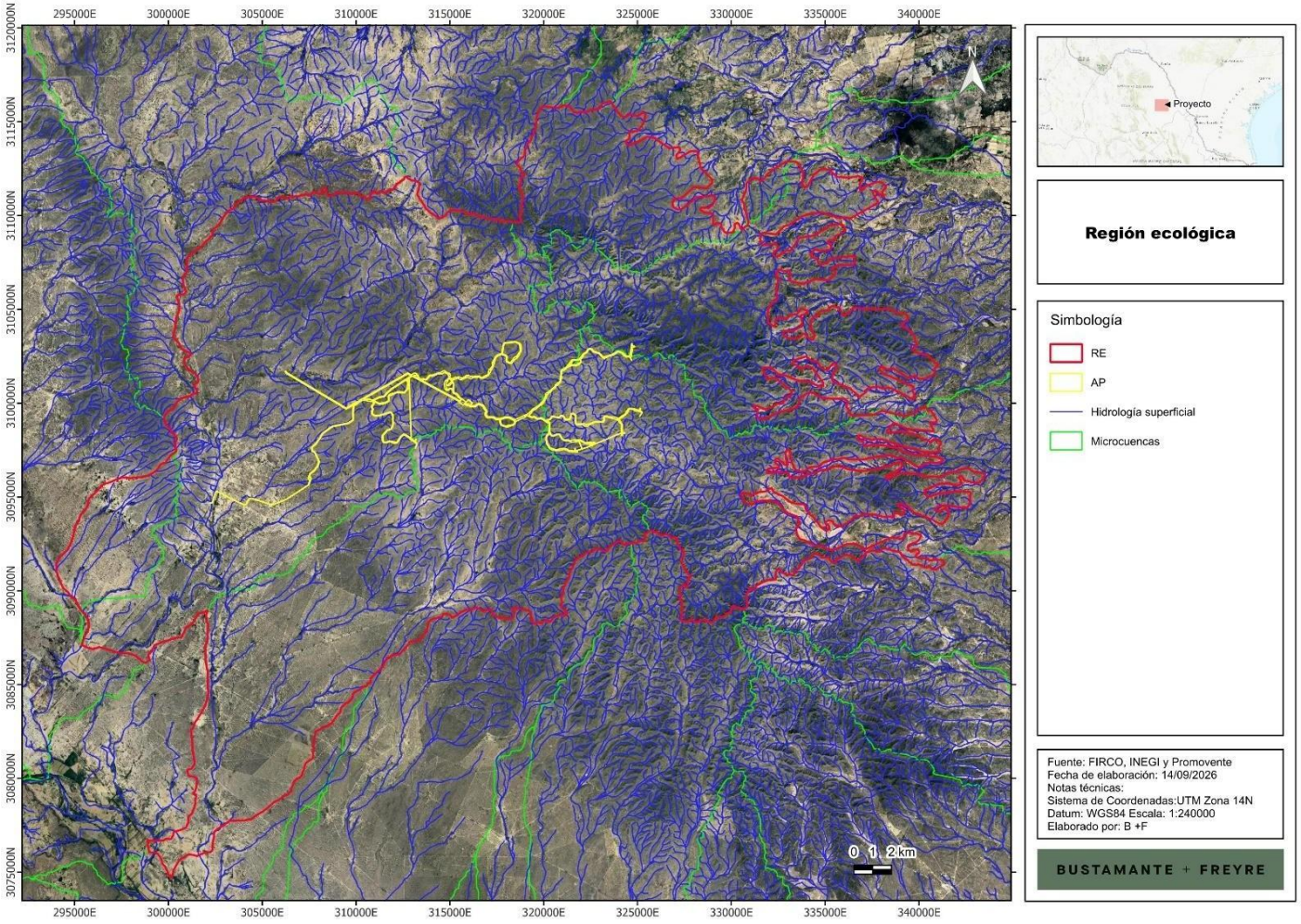


Tabla IV.8. Matriz de **ACUMULACIÓN** de **EFECTOS NEGATIVOS** en relación con las obras y actividades presentes en la **REGIÓN ECOLÓGICA**.

Clave y denominación del impacto	Actividades agropecuarias	Vía férrea y caminos	Asentamientos rurales	Proyecto	Valor con el proyecto
Cambio en la morfología del terreno.	♦	♦	♦	♦	3
Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦	♦	♦	2
Incremento de la erosión y pérdida de suelo.			♦	♦	2
Afectación de la calidad del aire.		♦	♦	♦	2
Incremento de los niveles de ruido.		♦	♦	♦	2
Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.			♦	♦	2
Modificación de escurrimientos superficiales.				♦	2
Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	♦			♦	2
Disminución en la infiltración.		♦	♦	♦	3
Afectación a la abundancia y riqueza de especies de flora silvestre.	♦	♦	♦	♦	3
Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦	♦	♦	3
Afectación a individuos de especies de flora en riesgo.	♦			♦	3
Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el AP o AI.	♦	♦	♦	♦	3
Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦	♦	♦	3
Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦	♦	♦	3
Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI.		♦	♦	♦	3

IV. 6. Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos

La delimitación del **Área de Influencia** (**AI**) se realizó con la finalidad de que los elementos abióticos y bióticos, que puedan tener alguna interacción con las obras y actividades del **Proyecto,** sean analizados. Tomando en cuenta lo anterior, el **AI** se determinó tomando como base las características de las obras y actividades que forman parte del **Proyecto** considerándose sus alcances y su naturaleza. Para determinar el área de influencia, entendida como la zona en la cual las interacciones entre **Proyecto**-**Ambiente** son más estrechas, se tomó en cuenta el alcance de los impactos ambientales más relevantes para el tipo de proyecto, por ejemplo, aquellos impactos que tienen un alcance fuera del área del **Proyecto** son las afectaciones a la calidad del aire por la

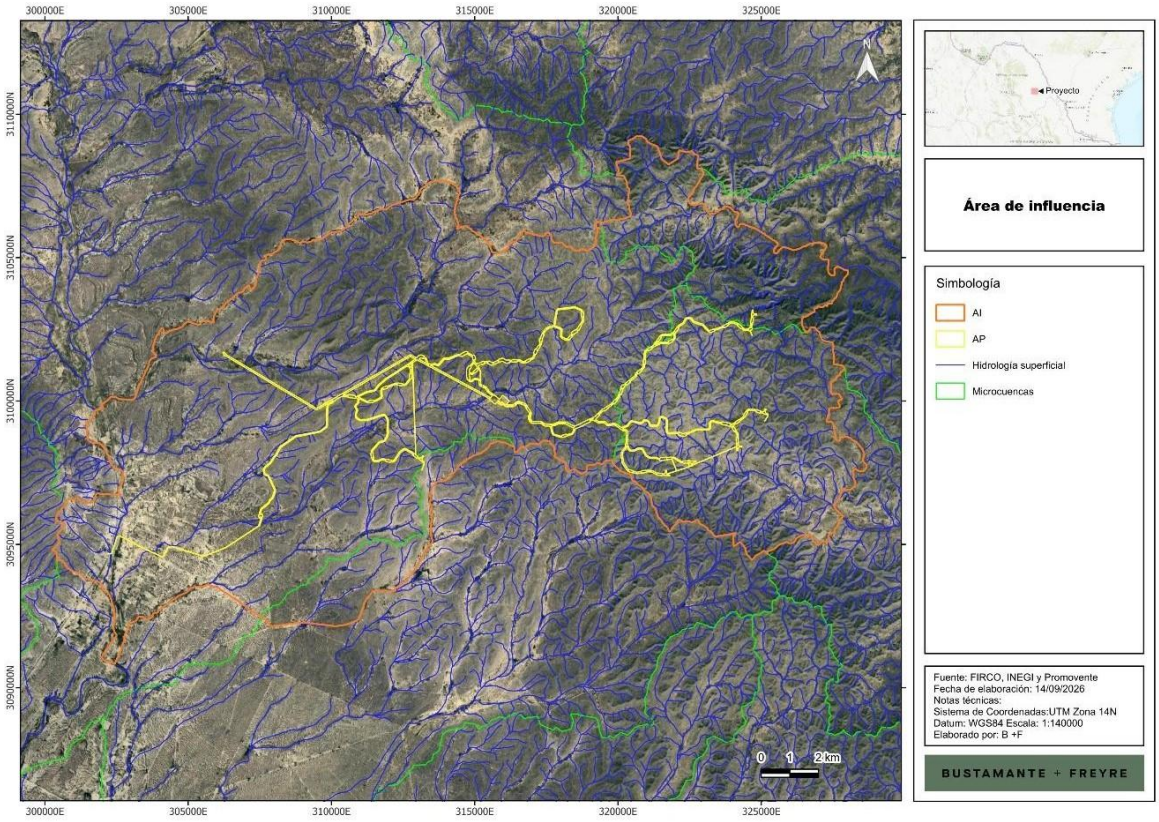
dispersión de polvos, emisiones de vehículos y maquinaria, impactos indirectos por el incremento de personas y vehículos que acceden al sitio durante la construcción así como durante la operación.

Por lo tanto, para la delimitación de la Zona o Área de Influencia (**AI**) del proyecto, se tomaron en cuenta las definiciones que este término implica, bajo el entendido de que el **AI**, es la zona en la que los impactos que generen las actividades del proyecto podrían tener algunas repercusiones en los ámbitos físicos y biológicos, dicha área se considera la zona de interacción directa con el **Proyecto**, ya que recibiría los impactos que rebasan el **AP**, tales como afectaciones a la calidad del aire durante la preparación del sitio y construcción, así como ruido, por citar algunos, por lo tanto se considera como una zona de amortiguamiento de los efectos.

De acuerdo con lo anterior se considera principalmente como zonas limites las siguientes:

- Al norte: Límites de microcuenca
- Al este: Límites de microcuenca
- Al sur: Límites de usos de suelo
- Oeste: Límites de microcuenca

Figura IV.12. Área de Influencia delimitado para el **Proyecto**.



ANEXOS:

Anexo IV.3. Plano del Área de Influencia
Anexo IV.4. Coordenadas del Área de Influencia

IV.6.1. Impactos Significativos

De acuerdo con la valoración presentada en la **matriz de impactos ambientales** (**Anexos**) realizada se destaca que bajo el escenario sin medidas ambientales se observó que, los impactos **GEO1**, **SUE1**, **AIR1**, **AIR2**, **HSUP1**, **HSUP2**, **HSUB2, FLO3** presentan un valor de “**SIGNIFICATIVO**”, mientras que los impactos **SUE2**, **HSUB1**, **FLO1**, **FLO2**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI1** presentan valores de “**MUY SIGNIFICATIVO**”.

Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que los impactos **SUE1, HSUP1,** y **HSUB1**, cambian su nivel de significancia a “**No Significativo**”; mientras que los impactos **SUE2, AIR1, AIR2, HSUP2, HSUB2**, **FLO1, FLO2, FAU1, FAU3** y **PAI1**cambia su valor a “**Poco Significativo**”, mientras que el impacto ambiental **GEO1** y **FAU2,** cambia su significancia a **“Moderadamente Significativo**. Los valores de significancia sin medidas y con medidas se resumen en la siguiente tabla:

Tabla IV.9. Significancia de los Impactos Ambientales y sus Efectos negativos.

Clave	Impacto Ambiental con sus Efectos Negativos	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
GEO1	**EFECTOS NEGATIVOS: Cambio en la morfología del terreno**, por las actividades de cortes, nivelaciones y rellenos para el desarrollo del **Proyecto**.	**S**	**MS**
SUE1	**Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo. EFECTOS NEGATIVOS:** debido principalmente la contaminación por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; : que deriva en la alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad), por las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie del suelo por el desplante de la infraestructura del **Proyecto**.	**S**	**NS**
SUE2	**Incremento de la erosión y pérdida de suelo. EFECTOS NEGATIVOS**: ocasionado por las actividades de preparación del sitio al requerir nivelar el terreno donde se construirá e instalará la infraestructura del **Proyecto**, modificando el relieve del sitio y ocasionando con ello procesos erosivos, donde la capa superficial del suelo se puede desgastar, desplazar y ser transportadas a otra parte debido a la acción de agentes como el agua (lluvia) y el viento, e incluso la gravedad, ocasionando con ello la degradación de dicho suelo. Aunado a lo anterior, los procesos erosivos también pueden cambiar la composición química del suelo incluidos sus nutrientes.	**MMS**	**PS**
AIR1	**Afectación de la calidad del aire. EFECTOS NEGATIVOS**: por la generación de gases contaminantes de efecto invernadero (GEI's) por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la generación de polvos.	**S**	**PS**
AIR2	**Incremento de los niveles de ruido. EFECTOS NEGATIVOS**: debido al empleo de maquinaria y equipo empleado para la preparación del sitio, construcción, mantenimientos y desmantelamiento.	**S**	**PS**
HSUP1	**Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial. EFECTOS NEGATIVOS**: por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**; también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.	**S**	**NS**
HSUP2	**Modificación de escurrimientos superficiales. EFECTOS NEGATIVOS**: por la posible afectación de los patrones de escorrentías intermitentes debido a la instalación de infraestructura del **Proyecto** y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	**S**	**PS**

Clave	Impacto Ambiental con sus Efectos Negativos	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
HSUB1	**Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea. EFECTOS NEGATIVOS**: por los residuos líquidos que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	**MMS**	**NS**
HSUB2	**Disminución en la infiltración. EFECTOS NEGATIVOS**: por las diversas actividades a desarrollar por el **Proyecto**, particularmente por las áreas de sellamiento que desarrollará el **Proyecto**.	**S**	**PS**
FLO1	**Afectación a la abundancia y riqueza de especies de flora silvestre. EFECTOS NEGATIVOS**: debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del **Proyecto** con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción y como especies más importantes dentro del área del Proyecto destacan (IVI) en el MDR para el estrato arbóreo*: Yucca rostrata, Yucca treculiana, Yucca rostrata*, arbustivo: *Agave lechuguilla, Euphorbia antisyphilitica, Senegalia berlandieri*, cactaceas: *Opuntia engelmannii, Neolloydia conoidea, Cylindropuntia leptocaulis, herbácea:Bouteloua gracilis, Aristida ternipes, Trixis californica*. En el caso del MDM para el estrato arbóreo: *Neltuma glandulosa, Parkinsonia texana, Yucca treculiana*, arbustiva: *Flourensia cernua, Larrea tridentata, Agave lechuguilla*, cactáceas: *Cylindropuntia leptocaulis, Opuntia engelmannii, Grusonia schottii,* herbácea: *Aristida purpurea, Thymophylla pentachaeta, Aristida ternipes.*	**MMS**	**PS**
FLO2	**Disminución de la cobertura vegetal forestal. EFECTOS NEGATIVOS**: debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el **AP** en una superficie de 396.5957 ha de vegetación tipo matorral desértico micrófilo en una superficie de 54.40 ha y matorral desértico rosetófilo en una superficie de 342.1955 ha, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO_2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas.	**MMS**	**PS**
FLO3	**Afectación a individuos de especies de flora en riesgo**. **EFECTOS NEGATIVOS**: por el cambio de uso de suelo se podrían afectar individuos de las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, siendo que en específico dentro del **AP**, se ubicó a la siguiente especie listada en la norma: Cinco (5) especies de flora registradas en campo, todas corresponden a cactáceas: 4 especies están como Pr (sujetas a protección especial), *Ariocarpus retusus, Echinocereus poselgeri, Epithelantha micromeris y Lophophora williamsii* y 1 como A (amenazada) *Coryphantha ramillosa* y la especie endémica *Segegalia gregii.*	**S**	**PS**

[redacted]

Clave	Impacto Ambiental con sus Efectos Negativos	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
FAU1	**Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el AP o AI**. **EFECTOS NEGATIVOS**: por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna como los más abundantes los siguientes: *Aspidoccelis gularis, Lepus californicus, Tadaria brasiliensis, Myotis velifer, Lasiurus xanthinus, Odocoileus virginianus, Mimus polyglottos, Thrymanes bewickii y Amphispiza bilineata*, esto derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de la fauna voladora por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión por la presencia de los aerogeneradores, así como por la posible electrocución de fauna voladora por la presencia de una línea de transmisión, asimismo, afectaciones a los individuos de fauna voladora ocasionada por el vórtice de las aspas de los aerogeneradores, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento (pérdida de conectividad), por el efecto barrera, debido a la presencia del **Proyecto**.	**MMS**	**PS**
FAU2	**Afectación al hábitat de las especies de fauna. EFECTOS NEGATIVOS**: generado por varias acciones del **Proyecto**, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal 396.5957 ha de vegetación tipo Matorral desértico micrófilo en una superficie de 54.40 ha y matorral desértico rosetófilo en una superficie de 342.1955 ha que deriva en la perdida de hábitat y con ello presentarse fragmentación del hábitat, y pérdida de alimento, refugio, así como áreas de descanso, percha y reproducción. Por otro lado, la presencia de los aerogeneradores en la etapa operativa puede producir perdida de conectividad de las áreas de desplazamiento, esto principalmente de las rutas de vuelo de la fauna voladora, esto al ocupar espacios (**AP**) que la fauna voladora utiliza principalmente para su desplazamiento, la perdida de hábitat puede ocasionar el incremento de especies exóticas y con ello darse la alteración del comportamiento de especies. Asimismo, puede darse afectaciones derivadas de los impactos visuales, el ruido, las vibraciones, así como el tránsito de vehículos o personal del área de trabajo tanto en la etapa de construcción, como en la etapa operativa.	**MMS**	**MS**
FAU3	**Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas**. **EFECTOS NEGATIVOS**: en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de la fauna voladora por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión por la presencia de los aerogeneradores, así como por la posible electrocución de fauna voladora por la presencia de una línea de transmisión, asimismo, afectaciones a los individuos de fauna voladora ocasionada por el vórtice de las aspas de los aerogeneradores, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento (pérdida de conectividad), por el efecto barrera, debido a la presencia del **Proyecto**.	**MMS**	**PS**
PAI1	**Afectación de la calidad visual del paisaje** en el **AP** y **AI**. **EFECTOS NEGATIVOS**: por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del **Proyecto**.	**MMS**	**PS**

[redacted]

IV.6.2. Impactos ambientales ACUMULATIVOS del Proyecto y dentro de la REGIÓN ECOLOGICA

De acuerdo con el análisis de impactos ambientales con respecto al **RE** y **AI** se observa que todos los impactos son acumulativos, sin embargo dicha acumulación se considera de varios niveles, ya que dicha acumulación es principalmente con respecto con alguna de las actividades que se desarrollan actualmente en la **RE**, **AI** y **AP**, esto considerando que actualmente la **RE**, se identifican pocas obras y actividades que son susceptibles de presentar acumulación de impactos ambientales como lo son las áreas agrícolas, los asentamientos rurales, los caminos de terracería y en una pequeña fracción una vía férrea, un banco de material y una vieja mina, principalmente, sin embargo, principalmente en la **RE** se observa vegetación de tipo matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, agricultura de temporal anual, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, desprovisto de vegetación. Ver en la **matriz de impactos ambientales** (**Anexos**).

IV.6.3. Impactos ambientales Sinérgicos

Para el caso de los impactos ambientales **SINÉRGICOS** se tiene los siguientes **HSUP2**, **FLO3**, son sinérgicos con una categoría de ligeros, mientras que los impactos ambientales **GEO1**, **SUE1**, **SUE2**, **AIR1**, **AIR2**, **HSUP1, HSUB1**, **HSUB2**, **FLO1**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI1** son sinérgicos con una categoría de moderada; y finalmente **FLO2** con categoría fuerte. Ver en la **matriz de impactos ambientales** (**Anexos**).

IV.6.4. Impactos Residuales

Se identificaron como impactos residuales susceptible de generarse por la implementación del Proyecto los impactos **GEO1**, **SUE2**, **AIR2**, **HSUB2**, **FLO1**, **FLO2**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI1**. Ver en la **matriz de impactos ambientales** (**Anexos**).

ANEXOS:

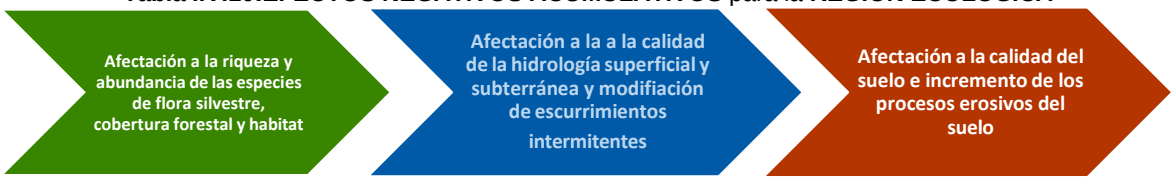
Anexo IV.2. Matriz de impactos ambientales

[redacted]

IV. 7. Estrategias de implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación

Como parte de la selección de medidas que podrían derivar de cada uno de los impactos negativos con potencial manifestación en la **RE** e identificados en el presente Capítulo, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IIV.10.EFECTOS NEGATIVOS ACUMULATIVOS para la **REGIÓN ECOLÓGICA**



En este sentido, la relación de impactos ambientales permitió la identificación de un conjunto de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, considerando principalmente los **IMPACTOS ACUMULATIVOS** dentro de la **Región Ecológica**.

Tabla IV.11. Medidas ambientales de prevención, mitigación y compensación seleccionadas para el **Proyecto** y considerando los **IMPACTOS ACUMULATIVOS** dentro de la **REGIÓN ECOLÓGICA**

Medidas ambientales
PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DEL SUELO.
PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS.
PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA SILVESTRE CON ÉNFASIS EN ESPECIES EN RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010
PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN
REVEGETACIÓN NATURAL
PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE CON ÉNFASIS EN ESPECIES EN RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010.
PROGRAMA DE PROTECCIÓN DEL COMPONENTE HÍDRICO

Posteriormente, en conjunto con los especialistas que participaron en todas las actividades técnicas de la **MIA-R**, se llevó a cabo el análisis para identificar aquellas medidas y/o acciones específicas que fueran viables. El grupo fue analizando cada impacto y discutiendo las posibilidades de reconocimiento de medidas que ayudaran a prevenir, mitigar y/o compensar el **EFECTO NEGATIVO**.

El resultado alcanzado se detalla en la siguiente tabla, donde se presentan las medidas seleccionadas por ser aquellas que satisfacen los criterios anteriormente señalados. Las medidas ambientales fueron analizadas según el alcance que se detectaba para cada una de ellas y, se agruparon en un conjunto más reducido que muestra el carácter polivalente de muchas de ellas, concluyendo en un conjunto de medidas, definidas en esta **MIA-R** como medidas de aplicación obligatoria.

Con el objetivo de compatibilizar adecuadamente el desarrollo del **Proyecto** con la conservación del medio natural y su biodiversidad, y sin menoscabo de las consideraciones incluidas anteriormente en este documento, se recomienda considerar la adopción de las siguientes medidas preventivas y correctoras para **EVITAR** o **MINIMIZAR** los **EFECTOS NEGATIVOS** por el desarrollo del **Proyecto**.

Tabla IV.12. Medidas ambientales de prevención y mitigación seleccionadas para el **Proyecto**.

Medidas ambientales especificas
Se implementarán el **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**
Se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.
Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera. El manejo de materiales con riego puede reducir hasta en un 50% la emisión de partículas.
Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos.
Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.
Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.
Se implementará un **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DEL SUELO.**
Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.
Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa.
Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.
Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles.
Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado.
Se implementará un **PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS**.
Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.
Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre.
El desmonte y despalme se llevará a cabo principalmente por medios manuales, y en último recurso mecánicos y de manera paulatina.
El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y troceado y troceado, y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento.
Se aplicarán un **PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA SILVESTRE CON ÉNFASIS EN ESPECIES EN RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010**
Se implementarán un **PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN** con especies nativas de la región, con el objetivo de contribuir con las medidas para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica en la región, y fortaleciendo con ello al **Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050**, y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto**.
El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal.
Se promoverá la **revegetación natural**: Una vez finalizada la etapa de construcción, se dejará la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en donde sea factible dentro del área del Proyecto.
Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre.
Se aplicarán un **PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE CON ÉNFASIS EN ESPECIES EN RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**

El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**.
En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada.
Para la fauna voladora, se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas.
Para la fauna voladora la colocación de antiperchas, será recomendable para evitar la percha de aves. Además de que reduce de forma preventiva el riesgo de interrupciones de energía por la electrocución de aves cuando perchan o cuando construyen sus nidos.
Para la fauna voladora se establecerá balizas anti colisión fluorescentes y reflectantes, estas están diseñadas para llamar la atención de las aves que, de esta forma, modifican su vuelo para evitar chocar con las instalaciones eléctricas, lo anterior sin modificar la calidad visual del paisaje.
Se aplicará un **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**.
Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan.
Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre.
Se realizará un **PROGRAMA ANTICOLISIÓN Y ELECTROCUSIÓN DE FAUNA VOLADORA.**
Se realizará un **PROGRAMA DE PROTECCIÓN DEL COMPONENTE HÍDRICO**

En los anexos se incluyen de manera detallada las acciones que detallan todas las estrategias para prevenir y mitigar los posibles impactos ambientales.

ANEXOS:

Anexo IV.5. Estrategias para la prevención, mitigación y compensación

Finalmente, y aunque en la Guía que se consideró para el desarrollo del presente estudio no lo incluye, en los Anexos del presente capítulo se incluirán los pronósticos ambientales y la identificación de los instrumentos metodológicos de conformidad con lo establecido en el artículo 13, fracciones VII y VIII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA); el cual establece lo siguiente:

"*… Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:*
(…)
VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
…"

Por lo anterior se incorporan el siguiente anexo: **Anexo IV.6 Pronósticos Ambientales.**

[redacted]

MEMORIA TÉCNICA DE LA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

"PARQUE EÓLICO LA NORIA"

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

VILLA UNIÓN, SABINAS, ESTADO DE COAHUILA DE ZARAGOZA

2026

[redacted]

ÍNDICE

I. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. 8
I.1. Información general del Proyecto, plan o programa. 8
I.1.1. Naturaleza del Proyecto, plan o programa. 9
I.1.2. Justificación. 10
I.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto. 13
I.1.3.1. Ubicación física del Proyecto. 13
I.1.3.2. Dimensiones del Proyecto. 16
I.1.3.3. Uso de suelo y vegetación. 19
I.1.3.4. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF). 21
I.1.4. Inversión requerida. 23
I.2. Características particulares del Proyecto, plan o programa. 23
I.2.1. Aerogeneradores. 24
I.2.1.1. Torre. 26
I.2.1.2. Góndola y tren de potencia. 26
I.2.1.3. Rotor, buje y palas. 27
I.2.1.4. Sistema de pitch. 27
I.2.1.5. Sistema de yaw (orientación). 27
I.2.1.6. Sistema de frenado. 27
I.2.1.7. Transformador integrado en góndola. 27
I.2.1.8. Sistema de puesta a tierra del aerogenerador. 28
I.2.1.9. Sistema de protección atmosférica. 28
I.2.1.10. Fundaciones (bases). 28
I.2.1.11. Plataformas de montaje (Crane pads). 29
I.2.2. Red eléctrica de Media Tensión 34.5 kV. 32
I.2.2.1. Líneas MT subterráneas. 33
I.2.2.2. Líneas MT aéreas. 35
I.2.2.3. Red de fibra óptica / SCADA. 36
I.2.3. Subestación Elevadora SET La Noria (34.5/400 kV). 36
I.2.3.1. Configuración general. 37
I.2.3.2. Transformadores de potencia 400/34.5 kV. 37
I.2.3.3. Sistema 34.5 kV (celdas primarias). 37
I.2.3.4. Sistema 400 kV (aparamenta intemperie). 37
I.2.3.5. Servicios auxiliares, control, protección y comunicaciones. 38

[redacted]

I.2.3.6. Bateas de contención y depósito sumidero. 38
I.2.3.7. Sistema de protección atmosférica de la SET. 38
I.2.3.8. Cerco perimetral y accesos. 38
I.2.4. Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS). 39
I.2.4.1. Descripción general. 39
I.2.4.2. Sistema de baterías. 40
I.2.4.3. Sistema de gestión de baterías (BMS). 41
I.2.4.4. Sistema de enfriamiento. 41
I.2.4.5. Sistema de supresión de incendios por gas. 41
I.2.4.6. Sistema de conversión de energía (PCS). 41
I.2.4.7. Transformador de distribución. 41
I.2.4.8. Controlador Inteligente de Planta de Energía. 42
I.2.4.9. Sistema inteligente de gestión de plantas. 42
I.2.4.10. Ubicación y superficie. 43
I.2.5. Línea de Transmisión Aérea de 400 kV. 43
I.2.5.1. Trazo y estructuras. 45
I.2.5.2. Tipos de estructuras. 45
I.2.5.3. Tipos de cimentaciones (CFE JA100-64). 46
I.2.5.4. Conductores y cables de guarda. 47
I.2.5.5. Aislamiento. 47
I.2.6. Obras civiles complementarias. 47
I.2.6.1. Caminos. 47
I.2.6.1.1. Huella del camino. 49
I.2.6.2. Taludes de corte y relleno. 50
I.2.6.3. Obras de drenaje. 50
I.2.6.3.1. Drenaje longitudinal (cunetas y contracunetas). 51
I.2.6.3.2. Obras de cruce transversal (alcantarillas). 51
I.2.6.3.3. Badenes o pasos de agua. 52
I.2.6.3.4. Protección y disipación de energía. 53
I.2.7. Torres meteorológicas operativas. 53
I.2.8. Edificios auxiliares permanentes. 54
I.2.8.1. Edificio de control y servicios. 54
I.2.8.2. Caseta de vigilancia. 54
I.2.8.3. Vallado perimetral limitado. 54
I.2.9. Áreas temporales de obra. 54

I.2.9.1. Campamento de obra. 55
I.2.9.2. Planta de concreto. 55
I.2.9.3. Área de acopio de material. 55
I.2.9.4. Depósitos de vegetación. 56
I.2.9.5. Almacenes / zonas de acopio de componentes de aerogeneradores. 56
I.2.9.6. Caseta de alimentos. 56
I.2.9.7. Sanitarios portátiles. 56
I.2.9.8. Almacenamiento transitorio de residuos peligrosos. 56
I.2.9.9. Suministro temporal de agua y energía. 56
I.2.9.10. Estacionamiento temporal. 56
I.3. Programa de trabajo. 56
I.3.1. Representación gráfica regional. 59
I.3.2. Representación gráfica local. 60
I.4. Descripción de las etapas del Proyecto. 63
I.4.1. Actividades Previas. 63
I.4.2. Preparación del sitio. 64
I.4.2.1. Delimitación del sitio del Proyecto. 64
I.4.2.2. Desmonte y despalme. 64
I.4.2.3. Instalación de infraestructura temporal y obras provisionales. 64
I.4.2.4. Delimitación y control de accesos del Proyecto. 65
I.4.3. Construcción. 65
I.4.3.1. Excavación, nivelación y movimiento de tierras. 65
I.4.3.2. Construcción de caminos internos y camino de acceso. 66
I.4.3.3. Construcción de obras de drenaje. 66
I.4.3.4. Construcción de plataformas de montaje (crane pads). 66
I.4.3.5. Excavación y construcción de fundaciones de los aerogeneradores. 66
I.4.3.6. Instalación de las redes subterráneas y aéreas de media tensión (34.5 kV). 67
I.4.3.7. Montaje electromecánico de los aerogeneradores. 67
I.4.3.8. Construcción de la Subestación Elevadora SET La Noria. 68
I.4.3.9. Instalación de torres de la Línea de Transmisión 400 kV. 68
I.4.3.10. Tendido del cable en el circuito de la Línea de Transmisión aérea 400 kV. 69
I.4.3.12. Instalación de mástiles meteorológicos operativos. 70
I.4.3.13. Pruebas de campo y control de calidad. 70
I.4.3.14. Pruebas y energización. 70
I.4.4. Operación y Mantenimiento. 71

[redacted]

I.4.4.1. Inspecciones y mantenimientos programados. 71
I.4.4.2. Overhauls periódicos. 71
I.4.4.3. Mantenimientos no programados. 71
I.4.4.4. Seguridad e higiene en el parque. 71
I.4.5. Desmantelamiento. 72
I.4.5.1. Desmontaje de aerogeneradores e infraestructura eléctrica. 72
I.4.5.2. Retiro de obras civiles y restauración del terreno. 72
I.4.5.3. Gestión y disposición de residuos generados durante el desmantelamiento. 73
I.5. Requerimientos de Recursos. 73
I.5.1. Personal. 74
I.5.2. Agua. 74
I.5.3. Energía eléctrica. 76
I.5.4. Combustibles. 76
I.5.5. Maquinaria y equipo. 77
I.5.6. Materiales de construcción (bancos de materiales). 78
I.5.7. Residuos y aguas residuales. 80
I.5.7.1. Manejo de aguas residuales. 80
I.5.7.2. Manejo de residuos. 80
I.5.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido. 81
I.6. Generación de Gases de Efecto Invernadero. 83
I.6.1. Emisiones a la atmósfera. 83
I.6.2. Fuentes de generación de GEI por etapa. 83
I.6.3. Conceptos básicos sobre GEI. 84
I.6.4. Cálculo de CO_2 equivalente. 85
I.6.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI. 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1. Características generales del Proyecto. 8
Tabla I. 2. Superficies del Proyecto por componente, tipo de obra y sellamiento. 18
Tabla I. 3. Uso de suelo y vegetación del Proyecto de acuerdo a visita de campo. 19
Tabla I. 4. Uso de suelo y vegetación de cada componente de acuerdo con la visita de campo. 20
Tabla I. 5. Vegetación forestal por componente del Proyecto. 21
Tabla I. 6. Resumen de superficie forestal. 22
Tabla I. 7. Características generales del Proyecto. 24
Tabla I. 8. Características técnicas del aerogenerador. 26

[redacted]

Tabla I. 9. Características generales de la Subestación Elevadora SET La Noria. 36
Tabla I. 10. Cantidades típicas y características generales de la Línea de Transmisión. 44
Tabla I. 11. Claves normalizadas CFE para estructuras de 400 kV. 45
Tabla I. 12. Coordenadas y detalles de las torres meteorológicas operativas. 53
Tabla I. 13. Programa de trabajo del Proyecto. 58
Tabla I. 14. Requerimiento de personal por etapa del Proyecto 74
Tabla I. 15. Resumen del requerimiento de agua por etapa. 75
Tabla I. 16. Maquinaria y equipo estimado por etapa 77
Tabla I. 17. Volúmenes estimados preliminares de residuos generados durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción. 80
Tabla I. 18. Emisiones atmosféricas principales por etapa. 83
Tabla I. 19. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de GEI. 84
Tabla I. 20. Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001). 85
Tabla I. 21. Factores de emisión para gasolina y diésel (UK GHG 2022). 86
Tabla I. 22. Estimación preliminar de generación de GEI por etapa del Proyecto (kg CO_2e). 87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1. Ubicación del Proyecto 13
Figura I. 2. Colindancias respecto al Proyecto. 14
Figura I. 3. Vías de acceso al Proyecto 16
Figura I. 4. Componentes del Proyecto. 19
Figura I. 5. Uso de suelo y vegetación de acuerdo a visita de campo 20
Figura I. 6. Zonas que requieren CUSTF. 22
Figura I. 7. Imagen ilustrativa del aerogenerador Nordex N175/6.X. 25
Figura I. 8. Corte esquemático de fundación. 28
Figura I. 9. Jaula de anclaje y esquema 3D de la fundación. 28
Figura I. 10. Ubicación plataformas 30
Figura I. 11. Esquema de plataforma básica. 31
Figura I. 12. Parámetros generales de la red de MT. 33
Figura I. 13. Ubicación LMT subterránea 34
Figura I. 14. Esquema de la obra de zanjado típico. 34
Figura I. 15. Ubicación LMT aérea 35
Figura I. 16. Ubicación de la SET La Noria. 36
Figura I. 17. Diagrama básico de los componentes de cada bloque modular del BESS. 39
Figura I. 18. Configuración física del sistema BESS 39
Figura I. 19. Apariencia del contenedor de baterías 40
Figura I. 20. Apariencia del Transformador de distribución 41
Figura I. 21. Apariencia del Controlador de Planta 42
Figura I. 22. Apariencia del Sistema de Control 43
Figura I. 23. Arreglo SET y Área BESS 43
Figura I. 24. Ubicación de LT 400 kV 44
Figura I. 25. Estructuras tipo de la Línea de Transmisión. 45

Figura I. 26. Ubicación pretendida de caminos 47
Figura I. 27. Huella de caminos 50
Figura I. 28. Corte transversal de drenaje superficial esquemático. 51
Figura I. 29. Elevación y Corte de alcantarilla tipo 51
Figura I. 30. Alcantarilla tipo cajón de H°A 52
Figura I. 31. Esquema de badén tipo 52
Figura I. 32. Ubicación instalaciones temporales 55
Figura I. 33. Representación gráfica regional del Proyecto 59
Figura I. 34. Región Hidrológica en el área del Proyecto 60
Figura I. 35. Cuenca Hidrológica en el área del Proyecto 60
Figura I. 36. Representación gráfica local del Proyecto 61
Figura I. 37. Subcuencas que inciden en el área del Proyecto 62
Figura I. 38. Microcuencas que inciden en el área del Proyecto 62

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

I.1. Información general del Proyecto, plan o programa.

El **Proyecto** denominado "Parque Eólico La Noria" (en adelante, el **Proyecto**) consiste en el desarrollo, construcción, montaje, operación, mantenimiento y eventual desmantelamiento de una central de generación eléctrica a partir del aprovechamiento del recurso eólico, mediante tecnología de aerogeneradores tripala de eje horizontal. El **Proyecto** será desarrollado por **Energía Renovable La Noria, S. DE R.L. DE C.V.** en los municipios de Villa Unión y Sabinas, estado de Coahuila de Zaragoza, aproximadamente 27.5 km al suroeste de la cabecera municipal.

El **Proyecto** considera una capacidad instalada hasta de 301.55 MW, conformada por 44 aerogeneradores modelo Nordex N175 (33 unidades de 6.8 MW y 11 unidades de 7.0 MW) con una altura de buje de 119 m y diámetro de rotor de 175 m. La energía generada será conducida en 400 kV mediante una Línea de Transmisión Aérea de 11.2881 km de longitud aproximada, hacia el Punto de Interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional (**SEN**), ubicado en las inmediaciones de la línea de transmisión existente RE–FRO 400 kV. Las obras de conexión al **SEN** posteriores a la Línea de Transmisión no forman parte del alcance del presente **Proyecto**.

El **Proyecto** integra una Subestación Elevadora denominada "SET La Noria" con relación de transformación 34.5/400 kV, una red interna de media tensión a 34.5 kV con tramos subterráneos y aéreos, un sistema de caminos internos y de acceso, plataformas de montaje (crane pads), fundaciones de los aerogeneradores, mástiles meteorológicos operativos, así como demás obras civiles, eléctricas y auxiliares necesarias para su operación. En la siguiente Tabla se presentan las características generales del **Proyecto**:

Tabla I. 1. Características generales del Proyecto.

Concepto	Descripción
Nombre del Proyecto	Parque Eólico La Noria
Promovente	Energía Renovable La Noria, S. DE R.L. DE C.V.
RFC del promovente	ERN1809286Z6
Representante legal	Jesús Alberto Flores Ayala
Domicilio para notificaciones	Avenida Paseo de la Reforma 115, Colonia Lomas de Chapultepec sección Lomas-Virreyes, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11000, Ciudad de México, México
Modalidad de evaluación	Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional (MIA-R)
Sector de actividad	Generación de electricidad a partir de energía eólica
Tipo de tecnología	Aerogeneradores tripala de eje horizontal, Nordex N175 (33 x 6.8 MW + 11 x 7.0 MW)

Concepto	Descripción
Ubicación general	Municipios de Villa Unión y Sabinas, Coahuila de Zaragoza, México (aprox. 27.5 km al suroeste de la cabecera municipal)
Potencia nominal total	Hasta 301.55 MW
Número de aerogeneradores	44 unidades Nordex N175 (33 aerogeneradores de 6.8 MW y 11 aerogeneradores de 7.0 MW)
Altura de buje	119 m
Diámetro del rotor	175 m
Longitud de cada pala	≈ 87.5 m
Nivel de tensión del sistema colector (MT)	34.5 kV
Subestación elevadora del Proyecto (SET La Noria)	34.5/400 kV, superficie aprox. 6 ha (incluye BESS y edificio de O&M), con dos transformadores de 190 MVA cada uno
Línea de Transmisión aérea	400 kV, longitud aproximada 11.2881 km, derecho de vía 50 m, ≈ 30 torres; conduce la energía hacia el Punto de Interconexión con el SEN
Punto de Interconexión (POI)	Ubicado en las inmediaciones de la línea existente RE–FRO 400 kV. Las obras de conexión al SEN posteriores a la Línea de Transmisión no forman parte del alcance del presente Proyecto
Duración del Proyecto	Preparación del sitio y construcción (3 años); Operación y mantenimiento (25 años); Desmantelamiento (2 años)
Inversión estimada	$511,733,189.5 USD (≈8,684,471,439.03 MXN)

I.1.1. Naturaleza del Proyecto, plan o programa.

El **Proyecto** corresponde a una nueva instalación de generación eléctrica a partir de fuente renovable eólica, en el sector energético, promovida por Energía Renovable La Noria, S. DE R.L. DE C.V. para operación continua durante 25 años.

El **Proyecto** se localiza en los municipios de Villa Unión y Sabinas, Coahuila de Zaragoza, aproximadamente 27.5 km al suroeste de la cabecera municipal. El sitio se emplaza en un entorno de vocación rural con baja densidad poblacional, sin colindancia directa con centros de población urbanos.

El **Proyecto** consiste en una central de generación eléctrica con capacidad instalada hasta de 301.55 MW, integrada por 44 aerogeneradores tripala de eje horizontal Nordex N175 (33 unidades de 6.8 MW y 11 unidades de 7.0 MW), una red colectora en media tensión (34.5 kV) con tramos subterráneos y aéreos, una Subestación Elevadora 34.5/400 kV con sistema de almacenamiento de energía en baterías (BESS) integrado, y una Línea de Transmisión Aérea en 400 kV, junto con las obras civiles, eléctricas y auxiliares asociadas. La infraestructura se opera de manera continua durante los 365 días del año.

La energía cinética del viento incide sobre las palas del rotor, provocando su giro y accionando el tren de potencia interno del aerogenerador. Este tren de potencia, conformado por el eje principal, la caja multiplicadora, el acoplamiento de alta velocidad y el generador de inducción doblemente alimentado (DFIG) con rotor bobinado, produce energía eléctrica que es entregada a través del transformador elevador integrado en la parte posterior de la góndola. Este transformador, de diseño en resina seca libre de aceite refrigerante de base PCB, eleva la tensión de generación hasta el nivel del sistema colector de 34.5 kV.

La energía generada por cada aerogenerador es conducida hacia la Subestación Elevadora SET La Noria a través de 13 circuitos de media tensión a 34.5 kV, mayoritariamente subterráneos, con tramos aéreos en las zonas donde el trazado técnico así lo justifica. La interconexión entre los circuitos subterráneos y los tramos aéreos se realiza mediante reconectadores automáticos dispuestos en el punto de transición. En la SET La Noria, la energía consolidada del parque se eleva del nivel de media tensión (34.5 kV) al nivel de alta tensión (400 kV). Desde la SET La Noria, la energía se conduce mediante una Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, con una longitud aproximada de 11.2881 km, hacia el Punto de Interconexión con el SEN, ubicado en las inmediaciones de la línea de transmisión existente RE–FRO en 400 kV. Las obras de conexión al SEN posteriores a la Línea de Transmisión no forman parte del alcance del presente **Proyecto**.

El **Proyecto** se desarrollará en tres etapas: (i) Preparación del sitio y Construcción (3 años); (ii) Operación y Mantenimiento (25 años); y (iii) Desmantelamiento (2 años).

I.1.2. Justificación.

México se encuentra en un proceso de transición energética orientado a diversificar su matriz de generación eléctrica y a reducir su dependencia de combustibles fósiles. Este proceso está enmarcado en la Ley de Transición Energética (LTE), que establece metas de participación mínima de energías limpias en la generación eléctrica; en la Ley General de Cambio Climático (LGCC), que define compromisos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero; y en los compromisos internacionales adquiridos por México en el marco del Acuerdo de París y sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC).

El **Proyecto** tiene como propósito contribuir al incremento de la capacidad instalada de generación eléctrica con fuentes renovables en México, aportando hasta 301.55 MW de energía limpia al Sistema Eléctrico Nacional (**SEN**) y fortaleciendo la seguridad y diversidad energética nacional, en línea con los instrumentos de política pública antes mencionados.

Para la caracterización del recurso eólico del emplazamiento, el **Proyecto** contó con registros disponibles desde el año 2018 hasta el año 2024. La evaluación del recurso eólico es fundamental para conocer la capacidad de generación eléctrica de la instalación, la cual depende principalmente de la velocidad del viento, de la densidad del aire, del área barrida por las palas de los aerogeneradores y del rendimiento global de la instalación.

La ubicación del **Proyecto** en los municipios de Villa Unión y Sabinas, Coahuila, se fundamenta en (i) la disponibilidad demostrada del recurso eólico durante más de seis años de mediciones continuas; (ii) la cercanía a la línea de transmisión existente RE–FRO en 400 kV, que permite conducir la energía generada hacia el Punto de Interconexión con el **SEN** mediante una Línea de Transmisión propia de longitud acotada, reduciendo el impacto de la infraestructura de transmisión asociada al **Proyecto**; (iii) la presencia de una red vial regional que reduce la necesidad de infraestructura logística adicional; y (iv) la vocación rural del sitio, con baja densidad poblacional y sin colindancias urbanas directas.

La generación eólica es una tecnología madura, con desempeño confiable en operación continua, costos de operación y mantenimiento competitivos y sin combustión durante la fase de operación. El modelo Nordex N175 seleccionado corresponde a un aerogenerador diseñado para condiciones de viento representativas del sitio, con altura de buje de 119 m y diámetro de rotor de 175 m, optimizado para maximizar el aprovechamiento del recurso disponible.

Durante la etapa constructiva, el **Proyecto** generará hasta aproximadamente 560 empleos en pico de obra distribuidos por frente (parque eólico, subestación elevadora, línea de transmisión y supervisión), dando prioridad a la contratación de mano de obra local, y aportará una derrama económica asociada a la contratación de servicios, transporte, hospedaje y suministro de bienes en la región. Durante la etapa de operación se mantendrán entre 20 y 40 puestos de trabajo permanentes para las actividades de operación, mantenimiento y monitoreo del parque, complementados con hasta 100 contratistas externos durante las temporadas de mantenimiento preventivo.

Desde la perspectiva ambiental, la central eólica presenta múltiples ventajas frente a fuentes convencionales de generación eléctrica:

- Cero emisiones directas de gases de efecto invernadero durante la operación, al no involucrar procesos de combustión.
- No requiere combustibles fósiles ni genera contaminantes atmosféricos locales durante la fase operativa.
- Demanda hídrica prácticamente nula durante la operación, evitando presión sobre acuíferos y cuerpos de agua.
- Contribución al desplazamiento de emisiones asociadas a la generación eléctrica con fuentes convencionales del **SEN** durante los 25 años de vida útil del **Proyecto**.
- Reversibilidad de la mayor parte de la ocupación del terreno tras la etapa de desmantelamiento.

Marco normativo y de política energética nacional.
El desarrollo del **Proyecto** se enmarca dentro de los instrumentos rectores de la política energética y ambiental del Estado Mexicano. En particular, se alinea con los objetivos establecidos en la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), la Ley de Transición Energética (LTE) y su Reglamento, la Ley General de Cambio Climático (LGCC), así como con el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) y la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).

En materia ambiental, el **Proyecto** se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en la materia, mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental en Modalidad Regional (MIA-R).

Compromisos internacionales asumidos por México.
El **Proyecto** contribuye al cumplimiento de los compromisos internacionales suscritos por México en materia de cambio climático, particularmente:

- Acuerdo de París (COP21, 2015): México se comprometió, en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) actualizada, a reducir el 35 % de sus emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes climáticos de vida corta al 2030 respecto al escenario tendencial, con posibilidad de incrementar la meta.

- Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: el **Proyecto** contribuye directamente al ODS 7 (Energía asequible y no contaminante), particularmente a las metas 7.2 (incrementar la proporción de energía renovable) y 7.a (fomentar la inversión en infraestructura energética limpia); al ODS 13 (Acción por el clima) mediante la reducción efectiva de emisiones de GEI; y de manera indirecta a los ODS 8, 9 y 11.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC): el **Proyecto** se alinea con los principios de mitigación y desarrollo bajo en carbono establecidos en la Convención.

Contexto energético nacional y necesidad de diversificación.
La matriz eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional presenta una elevada dependencia de combustibles fósiles, particularmente del gas natural, cuya proporción supera el 60 % de la generación bruta. Esta configuración genera vulnerabilidades asociadas a la volatilidad de precios internacionales, la seguridad energética y la huella de carbono del sector eléctrico. La incorporación de infraestructura de generación con fuentes renovables permite diversificar la matriz, reducir emisiones asociadas a la generación eléctrica y fortalecer la resiliencia del sistema.

Contexto energético estatal (Coahuila de Zaragoza).
El Estado de Coahuila de Zaragoza cuenta con condiciones favorables para el desarrollo de energía eólica en distintas regiones de su territorio, particularmente en zonas de baja densidad poblacional y con vientos consistentes durante buena parte del año. La incorporación de generación eólica en el estado contribuye a la diversificación de la matriz energética estatal y regional, al fortalecimiento del Sistema Eléctrico Nacional en la región noreste del país y al aprovechamiento del recurso eólico local.

Justificación técnica del emplazamiento.
La selección del sitio del **Proyecto** responde a la conjunción favorable de los siguientes factores técnicos:

- Recurso eólico: los municipios de Villa Unión y Sabinas, Coahuila, se ubican en una zona con condiciones favorables de viento; el entorno meteorológico se caracterizó durante más de seis años (2018 – 2024) y se medirá de manera continua durante toda la operación del parque mediante las tres torres meteorológicas operativas del **Proyecto**.
- Conectividad terrestre: acceso al predio del **Proyecto** mediante el corredor carretero federal Altamira – Ciudad Victoria – Monterrey, continuando por la Carretera Federal 53 hasta su empalme con la Carretera Federal 57 en las inmediaciones de Castaños, Coahuila; desde dicho punto, el recorrido prosigue por la Carretera Federal 57 hacia el norte a través de Monclova, Nueva Rosita y Sabinas, para finalmente acceder al sitio mediante el camino local existente. Esta conectividad facilita la logística de construcción, operación, mantenimiento y eventual desmantelamiento, incluyendo el transporte de los componentes extradimensionados de los aerogeneradores.
- Baja densidad poblacional en el entorno inmediato: el sitio se encuentra alejado de núcleos poblacionales significativos, lo cual minimiza los potenciales impactos por ruido y por proyección de sombras sobre asentamientos humanos.
- Cercanía a la infraestructura de transmisión existente: la proximidad a la línea de transmisión RE–FRO 400 kV, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), permite acotar la extensión de la Línea de Transmisión propia del **Proyecto** a aproximadamente 11.2881 km, reduciendo el impacto de la infraestructura de interconexión.

En síntesis, el **Proyecto** se justifica plenamente por su alineación con la política energética y climática nacional; por el aprovechamiento eficiente de un recurso eólico de calidad caracterizado durante más de seis años de mediciones continuas; por su contribución tangible al cumplimiento de compromisos internacionales de reducción de emisiones; por la selección de un emplazamiento con condiciones técnicas y ambientales favorables; y por la incorporación de tecnología madura y confiable adaptada a las condiciones del sitio, aportando hasta **301.55 MW** de capacidad instalada renovable al Sistema Eléctrico Nacional.

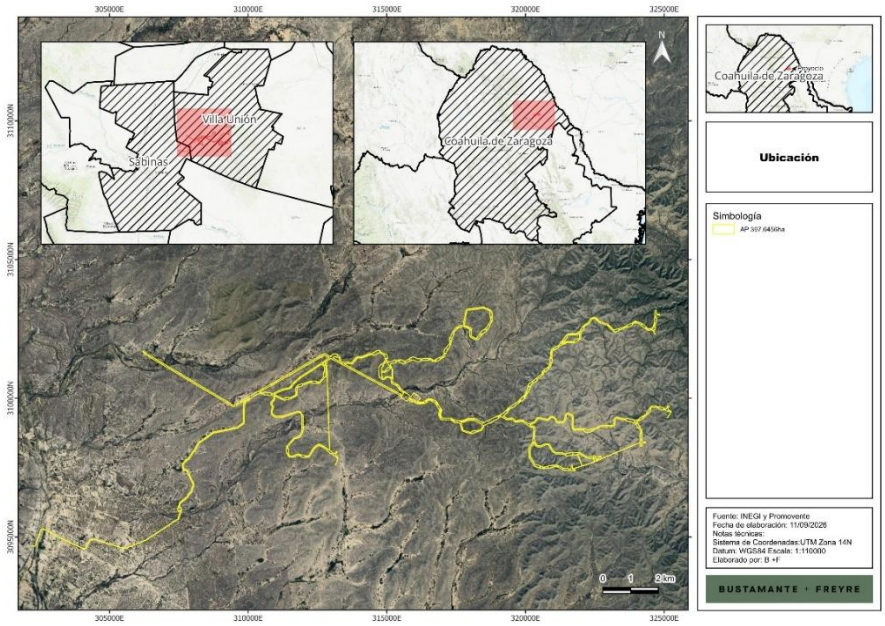
I.1.3. Ubicación física y dimensiones del Proyecto.

I.1.3.1. Ubicación física del Proyecto.

El **Proyecto** se localiza en el estado de Coahuila de Zaragoza, dentro de los municipios de Villa Unión y Sabinas, aproximadamente 27.5 km al suroeste de la cabecera municipal.

El acceso al predio del **Proyecto** se realiza a través del corredor carretero federal Altamira – Ciudad Victoria – Monterrey, continuando por la Carretera Federal 53 hasta su empalme con la Carretera Federal 57 en las inmediaciones de Castaños, Coahuila; desde dicho punto, el recorrido prosigue por la Carretera Federal 57 hacia el norte, a través de Monclova, Nueva Rosita y Sabinas, para finalmente acceder al predio mediante el camino local existente que conecta la zona de Sabinas con el sitio del proyecto.

Figura I. 1. Ubicación del Proyecto



Colindancias del Proyecto

Los municipios de Villa Unión y Sabinas, Coahuila de Zaragoza, donde se pretende instalar el **Proyecto**, forma parte de la Región Carbonífera del estado. Las colindancias son las siguientes:

Hacia el norte, el polígono del **Proyecto** colinda con superficies rurales conformadas por matorrales y áreas de aprovechamiento agropecuario extensivo, así como caminos rurales que conectan con la red vial local del Municipio de Villa Unión.

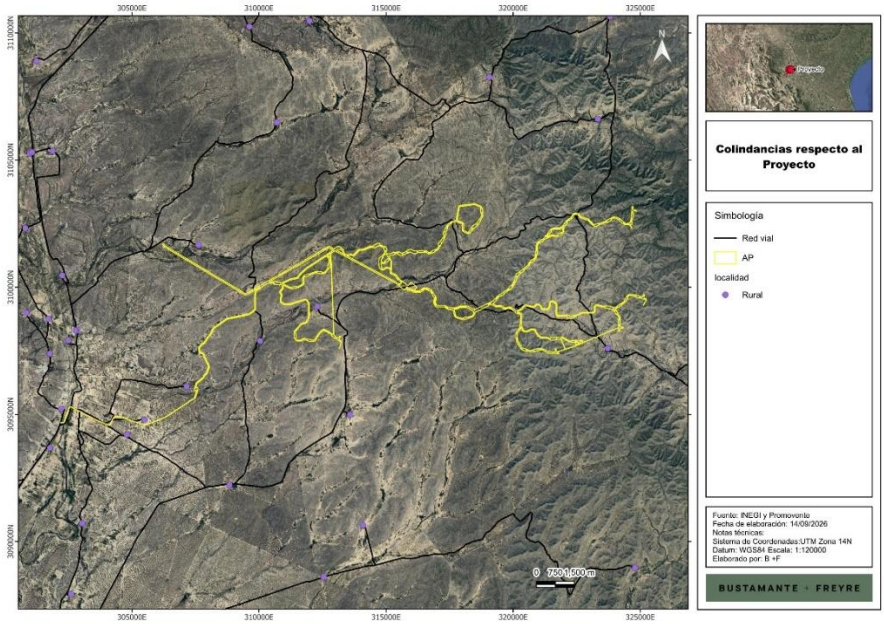
Hacia el sur, el polígono limita con terrenos rurales de uso agropecuario, con presencia de escurrimientos superficiales intermitentes y vegetación de matorral xerófilo, sin asentamientos inmediatos.

Hacia el este, el polígono se encuentra en contacto con predios de uso rural y con terrenos de aprovechamiento agropecuario extensivo característicos de la porción centro-sur del municipio de Villa Unión.

Hacia el oeste, el **Proyecto** colinda con superficies rurales de carácter agropecuario y con los caminos locales que conectan con la Carretera Federal 57 en el tramo Sabinas – Villa Unión, la cual constituye la principal vía de acceso al Proyecto desde la red carretera federal.

En términos generales, el área del **Proyecto** se encuentra rodeada predominantemente por superficies rurales de baja densidad poblacional, sin presencia de localidades urbanas que colinden de manera directa con los polígonos. Esta condición favorece la implementación del **Proyecto** y reduce la probabilidad de afectación directa a centros de población durante todas sus etapas.

Figura I. 2. Colindancias respecto al Proyecto.



Vías de acceso y logística de aprovisionamiento

Los componentes principales de los aerogeneradores (torres, góndolas, buje y palas) ingresarán al país por vía marítima a través del Puerto de Altamira, Tamaulipas, principal plataforma logística consolidada para proyectos eólicos del noreste de México, con conexión carretera directa hacia los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila.

Desde el puerto, el transporte terrestre se realizará mediante vehículos especializados para carga extradimensionada, siguiendo el corredor carretero Altamira – Ciudad Victoria – Monterrey, continuando por la Carretera Federal 53 hasta su empalme con la Carretera Federal 57 en las inmediaciones de Castaños, Coahuila. Desde dicho punto, el recorrido proseguirá por la Carretera Federal 57 hacia el norte, a través de Monclova, Nueva Rosita y Sabinas, para finalmente acceder al predio mediante el camino local existente que conecta la zona de Sabinas con el sitio del **Proyecto**. El esquema resumido de la ruta es el siguiente:

Puerto de Altamira Ciudad Victoria Monterrey Carretera Federal 53 (vía Escobedo, Castaños) empalme con Carretera Federal 57 en Castaños Carretera Federal 57 hacia el norte Sabinas camino local hacia el noreste (en paralelo a la vía férrea) predio del Proyecto.

La ruta descrita constituye el corredor de aproximación más probable en función de la infraestructura carretera federal existente y su uso habitual para el transporte de componentes eólicos en la región; no obstante, no reemplaza el estudio de ruta (route survey) específico que deberá realizarse antes del inicio de los transportes, a cargo de la transportista especializada en coordinación con el proveedor de aerogeneradores. Dicho estudio deberá contemplar, como mínimo:

- **Verificación de radios de giro y trayectorias de barrido** en la totalidad de las intersecciones, curvas, rotondas y accesos a poblaciones a lo largo de la ruta, mediante software de simulación de trayectoria de vehículos articulados, considerando las dimensiones reales del equipo de transporte y de los componentes más restrictivos (particularmente las palas).
- **Identificación de obstáculos aéreos** (líneas eléctricas de media y alta tensión, puentes peatonales, señalización elevada, arboledas) que pudieran interferir con el gálibo requerido para el transporte de torre, góndola y palas, y definición de las medidas de mitigación correspondientes (desvíos puntuales, izaje temporal de líneas, poda, entre otras).
- **Evaluación de la capacidad portante y el estado de conservación** de puentes, alcantarillas y pasos a desnivel a lo largo del recorrido, particularmente en el tramo carretero federal y en el camino local de aproximación final, a fin de determinar si requieren refuerzo o reconstrucción antes del paso de las cargas.
- **Relevamiento de las condiciones geométricas del camino local existente** entre la Carretera Federal 57 y el predio del **Proyecto** (ancho, pendiente, radios de curvatura y estado de la superficie de rodamiento), dado que corresponde a un camino no diseñado originalmente para el transporte de cargas extradimensionadas, y podrá requerir obras puntuales de acondicionamiento, ensanche o mejoramiento de firme.
- **Coordinación con las autoridades viales federales, estatales y municipales** correspondientes a cada tramo, para la obtención de los permisos de circulación de carga extradimensionada y la eventual necesidad de escoltas, cortes de tránsito programados o restricciones horarias.

[redacted]

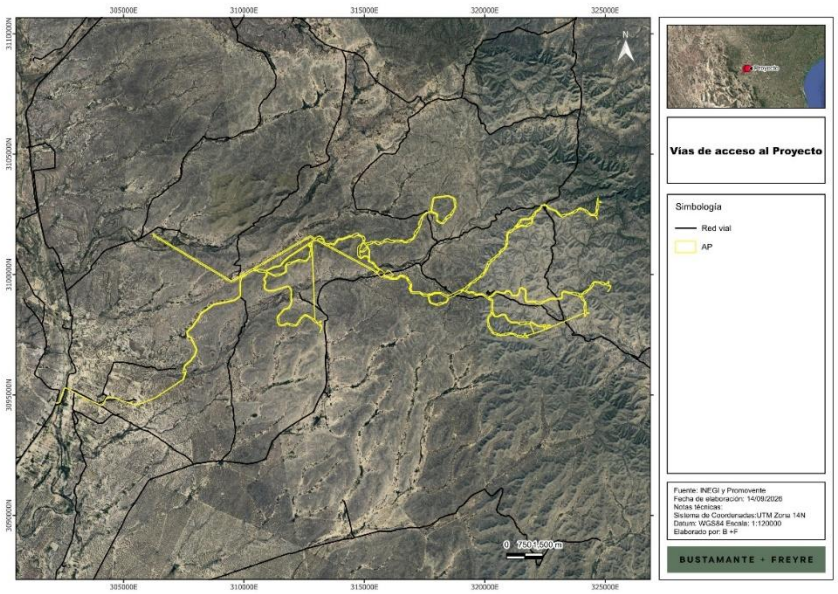
- **Realización de un recorrido de prueba** con un vehículo de dimensiones equivalentes a las del transporte real, previo al inicio de los envíos, con el fin de validar en campo los ajustes geométricos definidos en el estudio de ruta y detectar interferencias no identificadas en el análisis de gabinete.

Las adecuaciones que resulten necesarias en tramos puntuales de la ruta, ya sea en la red carretera federal o en el camino local de acceso al predio, quedarán sujetas a los resultados de dicho estudio y

se coordinarán oportunamente con las autoridades competentes y los propietarios de la infraestructura afectada, en caso de corresponder.

La red vial presente en la zona, conformada por carretera federal, caminos y brechas rurales, permite el tránsito de vehículos de carga, maquinaria y personal, reduciendo sustancialmente la necesidad de habilitar nuevas vialidades más allá de los caminos internos del propio parque eólico. Adicionalmente, se contempla un camino de acceso que conectará la infraestructura vial exterior con el sistema de caminos internos del **Proyecto**.

Figura I. 3. Vías de acceso al Proyecto



Coordenadas del área del Proyecto

La delimitación geográfica del polígono general del **Proyecto** se integra mediante la relación completa de vértices en coordenadas UTM, Zona 14 Norte, Datum WGS84. Las coordenadas individuales de aerogeneradores, torres meteorológicas, subestación elevadora y demás componentes, debido a la extensión de las mismas, se incorporan en el **Anexo I.2**.

Los aerogeneradores se emplazarán dentro del área del **Proyecto** y se vincularán mediante la red de caminos internos y el sistema colector de media tensión.

I.1.3.2. Dimensiones del Proyecto.

El **Proyecto** contempla diversos componentes eléctricos, civiles y operativos, entre los principales elementos se encuentran los 44 aerogeneradores con sus fundaciones y plataformas de montaje, la red interna de media tensión (34.5 kV) con tramos subterráneos y aéreos, la Subestación Elevadora 34.5/400 kV (SET La Noria), la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, los caminos internos y el camino de acceso, las torres meteorológicas operativas, los edificios auxiliares permanentes (edificio de control y caseta de vigilancia), el del **Proyecto**, y las áreas temporales de obra necesarias durante la etapa constructiva.

El área del **Proyecto** representa la superficie total requerida para la implantación de los componentes civiles y eléctricos. La superficie total ocupada por el conjunto de componentes asciende a 397.6458 ha, integrada por las áreas de afectación permanente (201.1285 ha, correspondientes a los componentes que ocuparán el suelo durante toda la vida útil del **Proyecto**) y las áreas de afectación temporal (196.5173 ha, correspondientes a las áreas ocupadas únicamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción).

Áreas permanentes (201.1285 ha). Corresponden a las superficies que serán ocupadas durante toda la vida útil del **Proyecto**, integradas por los siguientes componentes:

- Plataformas de montaje de aerogeneradores: 58.2607 ha.
- Línea de Transmisión Aérea de 400 kV y su derecho de vía (DDV): 53.6753 ha.
- Caminos internos y de acceso (calzada permanente): 51.1632 ha.
- Red colectora de Media Tensión subterránea (34.5 kV): 29.4382 ha.
- Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV con Sistema BESS: 6.0000 ha.
- Red colectora de Media Tensión aérea (34.5 kV): 2.5911 ha.

Áreas temporales (196.5173 ha). Corresponden a las superficies que serán ocupadas únicamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, sin materializar un uso permanente del suelo, integradas por:

- Huella de caminos (incluye franjas de maniobra, taludes de corte y relleno y áreas afectadas dentro del ancho de huella conceptual de 40 m descrito en el apartado I.2.6.1): 191.0032 ha.
- Instalaciones temporales de obra (campamento, planta de concreto, áreas de acopio y demás obras provisionales descritas en el apartado I.2.9): 5.5141 ha.

Sellamiento del suelo (64.2607 ha). Corresponde a las superficies con sellamiento permanente del suelo (imposibilidad de infiltración de agua por presencia de plancha de concreto o material impermeable), integradas por:

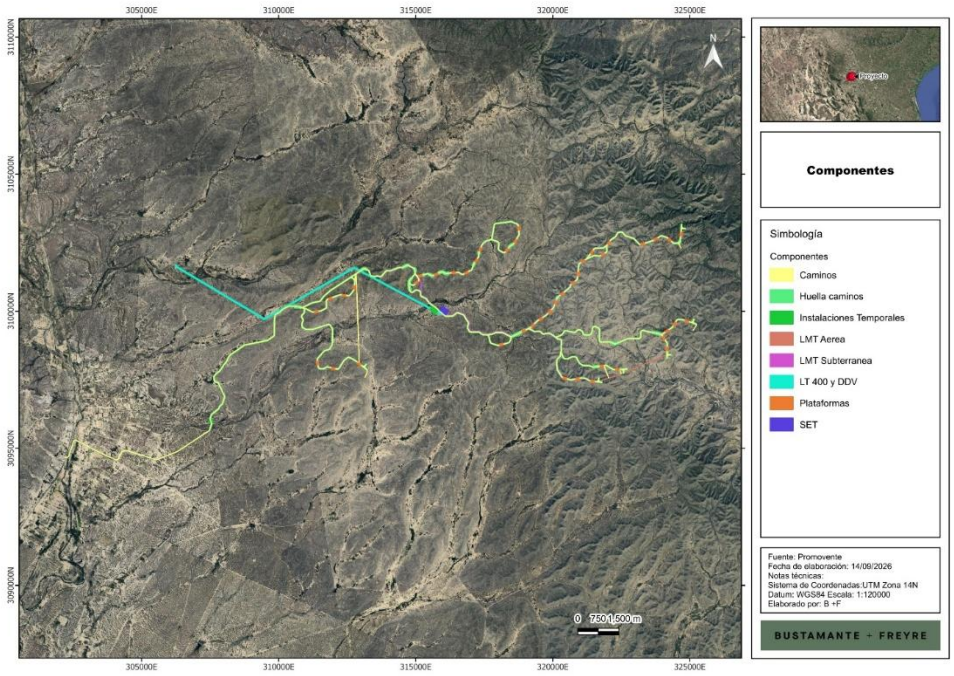
- Plataformas de montaje de aerogeneradores: 58.2607 ha.
- Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV con Sistema BESS: 6.0000 ha.

El resto de la infraestructura permanente del **Proyecto** (Línea de Transmisión, red colectora de Media Tensión subterránea y aérea, y caminos internos) mantiene condiciones que permiten la infiltración natural del agua de lluvia, dado que no involucra el sellado del suelo mediante planchas de concreto o materiales impermeables continuos.

Tabla I. 2. Superficies del Proyecto por componente, tipo de obra y sellamiento.

Obra y/o componente	Superficie total (ha)	Uso de suelo y tipo de vegetación	Permanente (ha)	Temporal (ha)	Sellamiento del suelo
LMT Aérea	2.5911	Matorral Desértico Micrófilo	0.1753		No
		Matorral Desértico Rosetófilo	2.4158		
LMT Subterránea	29.4382	Matorral Desértico Micrófilo	1.0611		No
		Matorral Desértico Rosetófilo	28.3771		
LT 400 y DDV	53.6753	Matorral Desértico Micrófilo	22.6836		No
		Matorral Desértico Rosetófilo	30.9917		
Huella caminos	191.0032	Matorral Desértico Micrófilo		12.1856	No
		Matorral Desértico Rosetófilo		178.4531	
		Agricultura de Temporal Anual		0.2098	
		Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo		0.1547	
Plataformas	58.2607	Matorral Desértico Rosetófilo	58.2607		Si
SET	6	Matorral Desértico Micrófilo	6		Si
Instalaciones Temporales	5.5141	Matorral Desértico Micrófilo		5.0113	No
		Matorral Desértico Rosetófilo		0.5028	
Caminos	51.1632	Matorral Desértico Micrófilo	6.4719		No
		Matorral Desértico Rosetófilo	43.1943		
		Agricultura de Temporal Anual	0.8403		
		Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	0.6567		
Subtotal			201.1285	196.5173	
Total	397.6458		397.6458		

Figura I. 4. Componentes del Proyecto.



I.1.3.3. Uso de suelo y vegetación.

El análisis del uso de suelo y la vegetación presente en el sitio del **Proyecto** se realizó a partir de la visita de campo realizada. El análisis del uso de suelo y la vegetación presente en el sitio del **Proyecto** se realizó con base en recorridos sistemáticos a lo largo del trazo y en las áreas destinadas a los distintos componentes, lo que permitió obtener un diagnóstico actualizado de las coberturas reales al interior del polígono.

Tabla I. 3. Uso de suelo y vegetación del Proyecto de acuerdo a visita de campo.

Uso de suelo y vegetación (verificación en campo)	Superficie (ha)
Agricultura de Temporal Anual	1.0501
Matorral Desértico Micrófilo	53.5888
Matorral Desértico Rosetófilo	342.1955
Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	0.8114
Total	397.6458

Con base en la clasificación verificada en campo, se realizó el desglose de superficies por componente del **Proyecto**, a efecto de identificar con precisión las coberturas que serán intervenidas por cada obra o actividad.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La siguiente Figura muestra la distribución espacial de las coberturas de uso de suelo y vegetación de acuerdo con la visita de campo, y la Tabla siguiente presenta el desglose por componente:

Figura I. 5. Uso de suelo y vegetación de acuerdo a visita de campo

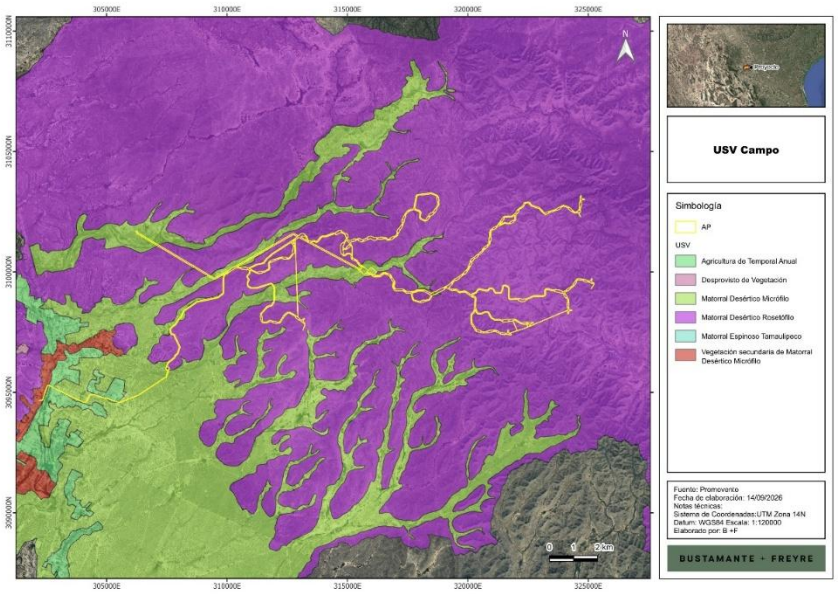


Tabla I. 4. Uso de suelo y vegetación de cada componente de acuerdo con la visita de campo.

Obra y/o componente	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (ha)
LMT Aérea	Matorral Desértico Micrófilo	0.1753
	Matorral Desértico Rosetófilo	2.4158
LMT Subterránea	Matorral Desértico Micrófilo	1.0611
	Matorral Desértico Rosetófilo	28.3771
LT 400 y DDV	Matorral Desértico Micrófilo	22.6836
	Matorral Desértico Rosetófilo	30.9917
Huella caminos	Matorral Desértico Micrófilo	12.1856
	Matorral Desértico Rosetófilo	178.4531
	Agricultura de Temporal Anual	0.2098
	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	0.1547
Plataformas	Matorral Desértico Rosetófilo	58.2607
SET	Matorral Desértico Micrófilo	6
Instalaciones Temporales	Matorral Desértico Micrófilo	5.0113
	Matorral Desértico Rosetófilo	0.5028

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Obra y/o componente	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (ha)
Caminos	Matorral Desértico Micrófilo	6.4719
	Matorral Desértico Rosetófilo	43.1943
	Agricultura de Temporal Anual	0.8403
	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	0.6567
Total		397.6458

I.1.3.4. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF).

La superficie sujeta al procedimiento de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**) se determinará a partir de la verificación en campo realizada en cada componente del **Proyecto**. Este enfoque permite obtener una estimación precisa de la vegetación forestal realmente presente, evitando sobreestimaciones derivadas del uso de cartografía generalizada y asegurando que la superficie reportada corresponda únicamente a las áreas efectivamente afectadas por la ejecución del **Proyecto**.

La superficie considerada como forestal dentro del polígono del **Proyecto** forma parte de un conjunto más amplio de coberturas de uso de suelo, dentro de una superficie total de 397.6458 ha. En este contexto, las coberturas que de acuerdo con la normatividad aplicable califiquen como vegetación forestal serán las que se reconozcan para efectos del procedimiento de **CUSTF**.

Mediante la inspección directa de campo, se identifica la superficie forestal por cada componente. La distribución detallada por componente se presenta a continuación:

Tabla I. 5. Vegetación forestal por componente del Proyecto.

Obra y/o componente	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (ha)
LMT Aérea	Matorral Desértico Micrófilo	0.1753
	Matorral Desértico Rosetófilo	2.4158
LMT Subterránea	Matorral Desértico Micrófilo	1.0611
	Matorral Desértico Rosetófilo	28.3771
LT 400 y DDV	Matorral Desértico Micrófilo	22.6836
	Matorral Desértico Rosetófilo	30.9917
Huella caminos	Matorral Desértico Micrófilo	12.1856
	Matorral Desértico Rosetófilo	178.4531
	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	0.1547
Plataformas	Matorral Desértico Rosetófilo	58.2607
SET	Matorral Desértico Micrófilo	6
Instalaciones Temporales	Matorral Desértico Micrófilo	5.0113
	Matorral Desértico Rosetófilo	0.5028
Caminos	Matorral Desértico Micrófilo	6.4719

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

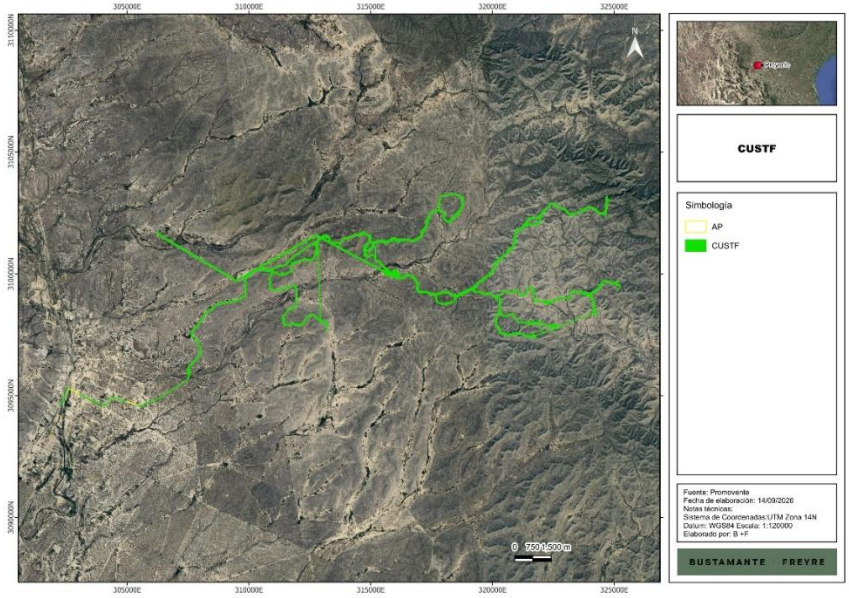
Obra y/o componente	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie (ha)
	Matorral Desértico Rosetófilo	43.1943
	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	0.6567
Total		396.5957

A partir de esta información, se integra la superficie forestal total identificada dentro del polígono general, así como aquella que será efectivamente removida para la construcción del **Proyecto**. La superficie sujeta a remoción considera tanto las áreas de ocupación permanente como aquellas sujetas a intervención temporal que implican la remoción de vegetación forestal, conforme a los criterios definidos para cada componente. La síntesis se muestra en la siguiente tabla

Tabla I. 6. Resumen de superficie forestal.

Concepto	Superficie (ha)
Superficie forestal total en polígono del Proyecto	396.5957
Superficie forestal sujeta a remoción (CUSTF)	396.5957
Superficie forestal sin afectación	0

Figura I. 6. Zonas que requieren CUSTF.



Es importante precisar que la superficie forestal total corresponde a la totalidad de la vegetación clasificada como forestal dentro de los polígonos del **Proyecto**, mientras que la superficie sujeta a **CUSTF** se limita

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

estrictamente a aquellas áreas donde se realizará remoción de vegetación, incluyendo tanto intervenciones permanentes como temporales, evitando así la sobreestimación de la superficie afectada. Esta metodología garantiza que la superficie reportada corresponde fielmente a la afectación real y permite establecer medidas de prevención, mitigación y compensación proporcionales al impacto identificado, asegurando el cumplimiento del procedimiento de **CUSTF**.

I.1.4. Inversión requerida.

Para la construcción del **Proyecto** se estima una inversión total del orden de $ **511,733,189.5 dólares (USD),** monto que integra los costos asociados a la adquisición de equipos, obra civil, instalación de infraestructura, habilitación de caminos, obras de interconexión, servicios de ingeniería y logística necesaria para su ejecución.

Para efectos de referencia, el monto anterior corresponde a un valor aproximado de $8,684,471,439.03 de pesos (MXN), calculado al tipo de cambio de $16.9707 MXN/USD, publicado por el Banco de México en fecha 11 de septiembre de 2026. La conversión en moneda nacional podrá actualizarse conforme al tipo de cambio oficial vigente al momento de la ejecución del **Proyecto**.

Adicionalmente, para la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, se considera un monto equivalente al 0.5% de la inversión requerida, el cual se ajustará conforme a los alcances técnicos establecidos en el Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**) y en los instrumentos técnicos que se generen para su implementación. Este presupuesto permitirá la aplicación adecuada de las medidas ambientales previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

La inversión estimada garantiza la disponibilidad de recursos financieros para la correcta ejecución del **Proyecto** durante sus fases constructiva, operativa y de desmantelamiento, así como para el cumplimiento de las medidas y obligaciones ambientales que se establezcan en la resolución correspondiente emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**).

I.2. Características particulares del Proyecto, plan o programa.

El **Proyecto** consiste en la instalación y operación de una central eólica con capacidad hasta de 301.55 MW conformada por 44 aerogeneradores Nordex N175 (33 unidades de 6.8 MW y 11 unidades de 7.0 MW) a 119 m de altura de buje, diseñada para generar energía eléctrica a partir del aprovechamiento del recurso eólico. La energía generada será conducida hacia el Punto de Interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional mediante una Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, con una longitud aproximada de 11.2881 km, ubicado en las inmediaciones de la línea existente RE–FRO en 400 kV.

La energía cinética del viento es transformada en energía eléctrica mediante los aerogeneradores tripala de eje horizontal, cuyo tren de potencia interno (eje principal, caja multiplicadora combinada de engranajes planetarios y helicoidales, acoplamiento de alta velocidad y generador de inducción doblemente alimentado – DFIG con rotor bobinado) entrega la energía al transformador elevador integrado en la parte posterior de la góndola, con diseño en resina seca libre de aceite refrigerante de base PCB, el cual eleva la tensión de generación hasta 34.5 kV. La energía es conducida hacia la Subestación Elevadora del **Proyecto** (SET La Noria) a través de 13 circuitos de media tensión y, desde allí, elevada a 400 kV para su conducción hacia el Punto de Interconexión con el SEN mediante la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La infraestructura del **Proyecto** también incluye los caminos internos y camino de acceso, plataformas de montaje (crane pads), fundaciones de los aerogeneradores, obras de drenaje, la red eléctrica de media tensión (34.5 kV) mayoritariamente subterránea con tramos aéreos, la Subestación Elevadora 34.5/400 kV, la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, las torres meteorológicas operativas, los edificios auxiliares permanentes y las áreas temporales de obra. A continuación, se describen los principales componentes del **Proyecto**.

Tabla I. 7. Características generales del Proyecto.

Componente / Parámetro	Descripción general
Ubicación	Municipios de Villa Unión y Sabinas, Coahuila de Zaragoza, México. Aproximadamente 27.5 km al suroeste de la cabecera municipal. Acceso por la Carretera Federal 57.
Huella del parque eólico	397.6458 ha
Capacidad de generación	Hasta 301.55 MW
Tecnología	Aerogeneradores tripala de eje horizontal, Nordex N175 (33 x 6.8 MW + 11 x 7.0 MW)
Aerogeneradores	44 unidades Nordex N175 (33 aerogeneradores de 6.8 MW y 11 aerogeneradores de 7.0 MW); altura de buje 119 m; diámetro de rotor 175 m; longitud de pala ≈ 87.5 m
Tensión interna (sistema colector)	34.5 kV
Subestación elevadora del Proyecto (SET La Noria)	34.5/400 kV; superficie aproximada 6 ha (incluye edificio de Operación y Mantenimiento y área BESS); dos transformadores de 190 MVA cada uno; diseño convencional aislado en aceite; MT en configuración simple barra; AT en configuración barra principal y transferencia
Interconexión	La energía es conducida desde la SET La Noria hacia el Punto de Interconexión con el SEN, ubicado en las inmediaciones de la línea de transmisión existente RE–FRO en 400 kV. Las obras de conexión al SEN posteriores a la Línea de Transmisión no forman parte del alcance del presente **Proyecto**
Línea de Transmisión	Aérea, 400 kV, longitud aproximada 11.2881 km, ≈ 30 torres; DDV 50 m
Red interna MT (34.5 kV)	13 circuitos, cableado subterráneo con tramos aéreos
Etapas del Proyecto	Preparación del sitio y Construcción (3 años); Operación y mantenimiento (25 años); Desmantelamiento (2 años).

I.2.1. Aerogeneradores.

El **Proyecto** contará con 44 aerogeneradores del modelo Nordex N175 a 119 m de altura de buje, distribuidos en 33 unidades con potencia nominal de 6.8 MW y 11 unidades con potencia nominal de 7.0 MW, otorgando

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

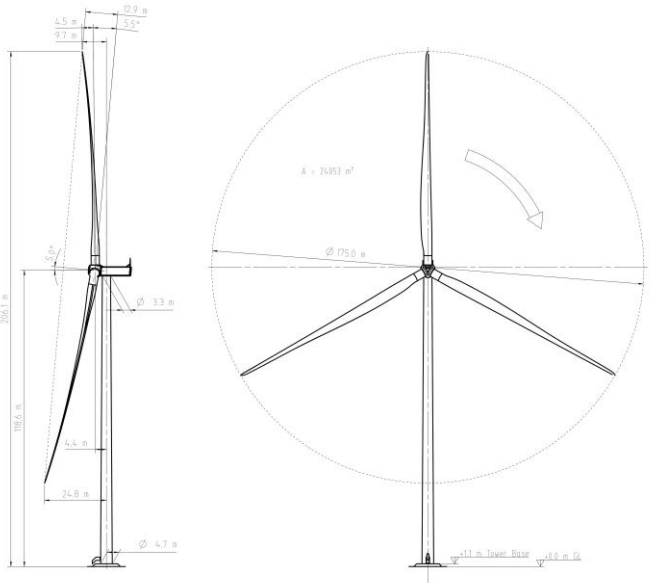
al parque una potencia nominal hasta de 301.55 MW. El diámetro del rotor es de 175 metros, y está compuesto por 3 palas de aproximadamente 87.5 m de longitud, separadas 120° entre ellas.

En líneas generales, las turbinas eólicas seleccionadas consisten en tres elementos principales que son armados y montados durante la construcción: la torre, la góndola y el rotor de tres palas. Otros componentes menores incluyen el cubo, el cono frontal, el cableado, los paneles de control y las instalaciones internas de la torre, escaleras, entre otros. La vida útil mínima de una turbina eólica ronda los 20 años, bajo condiciones de viento extremo. Para vientos moderados y bajas intensidades de turbulencia es probable que las turbinas originales alcancen los 25 años de servicio antes de requerir reemplazos o redimensionamientos.

Los equipos aerogeneradores se encuentran recubiertos con pintura de acabado semi-brillante (60–80 unidades de brillo medidas a 60° según ISO 2813) en palas, góndola y buje, mientras que la torre de acero presenta un acabado de entre 30–60 unidades de brillo a 60°. Para evitar riesgos para las aeronaves que circulen por la zona, los equipos se encontrarán adecuadamente balizados con pintura y luces, conforme a lo requerido por la autoridad aérea.

Adicionalmente, el parque eólico, en especial el sistema de transmisión de electricidad de media tensión y alta tensión, conforma fuentes de radiaciones electromagnéticas con potenciales interferencias relacionadas con sistemas de telecomunicaciones terrestres (radio AM/FM, radioenlaces, entre otras), a los sistemas de radionavegación aérea y a los sistemas de radar. La ubicación del parque eólico respecto a poblaciones cercanas y la altura de los equipos hacen suponer que las afectaciones de interferencia electromagnética ocurrirán en el radio de 1 a 2 km de las turbinas siendo percibidas por el personal de mantenimiento de la empresa, ocasionales transeúntes y pobladores rurales.

Figura I. 7. Imagen ilustrativa del aerogenerador Nordex N175/6.X.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla I. 8. Características técnicas del aerogenerador.

Concepto	Especificación
Fabricante	Nordex
Modelo	N175
Cantidad total	44 unidades (33 de 6.8 MW + 11 de 7.0 MW)
Potencia nominal por unidad	6.8 MW o 7.0 MW
Potencia total del Proyecto	Hasta 301.55 MW
Altura de buje	119 m
Diámetro del rotor	175 m
Número de palas	3
Longitud de cada pala	≈ 87.5 m
Separación angular entre palas	120°
Vida útil estimada	20 – 25 años
Nivel de potencia sonora (LwA) referencia	109.7 dB(A) máximo en la fuente (Nordex, doc. 9003489)
Balizamiento	Pintura y luces conforme a requisitos de la autoridad aérea

I.2.1.1. Torre.

La torre corresponde a la estructura de soporte del aerogenerador, con una altura de buje de 119 m, sobre la cual se instala la góndola y el rotor. La torre de acero presenta un acabado semi-brillante de entre 30 y 60 unidades de brillo medidas a 60° según ISO 2813. Una abertura central en la base de la góndola provee acceso desde el interior de la torre a los componentes internos de la máquina, incluyendo las instalaciones internas de la torre, escaleras, cableado y paneles de control.

I.2.1.2. Góndola y tren de potencia.

La góndola aloja el tren de potencia del aerogenerador. La cobertura de fibra de vidrio reforzada protegerá a todos los componentes dentro de la góndola de las condiciones ambientales (lluvia, nieve, polvo, luz solar, entre otras). Un puente grúa de 800 kg se encontrará instalado en el interior de la góndola; dicha grúa podrá reemplazarse por aparejos de hasta 7,500 kg cuando se requiera para tareas de mantenimiento mayor.

El tren de potencia está conformado por el eje principal, la caja multiplicadora, el acoplamiento de alta velocidad y el generador. El eje principal transmitirá la energía al generador a través de la caja multiplicadora,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

que será una caja combinada de engranajes planetarios y helicoidales. Desde la multiplicadora, el movimiento se transmitirá a través de un acoplamiento de alta velocidad al generador. Este último será un generador de inducción doblemente alimentado (DFIG) con rotor bobinado.

A cualquier régimen de viento, los equipos optimizarán la generación de energía, independientemente de la temperatura y densidad del aire. A altas velocidades de viento, la producción de energía se mantendrá en su valor nominal.

I.2.1.3. Rotor, buje y palas.

El rotor está compuesto por 3 palas de aproximadamente 87.5 m de longitud, separadas 120° entre ellas, con un diámetro de rotor de 175 m. Las palas estarán construidas de material compuesto: resina poliéster o epoxi reforzada con fibra de vidrio y, en algunos casos, fibra de carbono. Cada pala constará en dos vainas unidas a una viga de apoyo con sujeciones de acero especiales que conectan las palas al cojinete de soporte. Este último será un cojinete de bolas de cuatro puntos de contacto abulonado al buje de la pala.

El acabado de palas, góndola y buje corresponde a pintura semi-brillante de 60 a 80 unidades de brillo medidas a 60° según ISO 2813.

I.2.1.4. Sistema de pitch.

La regulación del pitch (rotación de las palas) se realizará por tres cilindros hidráulicos, uno por cada pala. La unidad hidráulica estará instalada en la góndola y proveerá la presión hidráulica adecuada tanto para la regulación del pitch como para el sistema de frenado. Estos sistemas estarán equipados con acumuladores hidráulicos para garantizar una parada segura y controlada durante interrupciones eléctricas en la red.

I.2.1.5. Sistema de yaw (orientación).

En la parte superior de la torre, un sistema de rotación compuesto de cuatro engranajes orientará la góndola de acuerdo con la dirección del viento. Este sistema estará compuesto por engranajes del tipo plano de fricción interna.

I.2.1.6. Sistema de frenado.

La turbina estará equipada con un sistema de frenado aerodinámico, el cual detendrá la rotación en caso de que se requiera tal acción. El sistema de frenado realizará un cambio del ángulo de ataque de las palas llevando así a la velocidad de rotación del rotor al valor de control deseado. Además, un sistema de freno de disco se encontrará montado en el eje de alta velocidad del multiplicador. Este freno sólo podrá activarse manualmente presionando un pulsador de parada de emergencia ubicado dentro de la turbina.

I.2.1.7. Transformador integrado en góndola.

El transformador elevador de tensión se ubicará en un compartimiento separado en la parte posterior de la góndola. El diseño del transformador será de resina seca, especialmente desarrollado para la operación en aerogeneradores. Es de destacar que dicho transformador se encontrará libre de aceite refrigerante de base PCB conforme a lo indicado por la legislación internacional vigente. Este transformador eleva la tensión de generación hasta el nivel del sistema colector de 34.5 kV.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.2.1.8. Sistema de puesta a tierra del aerogenerador.

Las bases de los aerogeneradores se encontrarán conectadas a una malla de acero que oficiará de puesta a tierra. Las instalaciones eléctricas auxiliares también contarán con puesta a tierra.

I.2.1.9. Sistema de protección atmosférica.

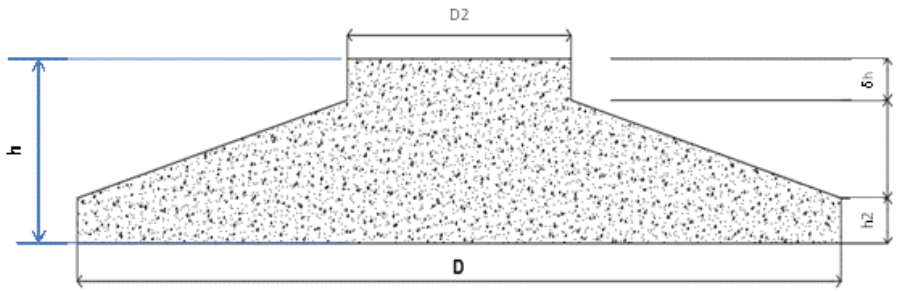
Cada equipo contará con un pararrayos. Las instalaciones eléctricas auxiliares también contarán con pararrayos incorporados.

I.2.1.10. Fundaciones (bases).

Las fundaciones de los aerogeneradores tienen como función principal transferir las cargas estructurales generadas por la torre, la góndola y el rotor hacia el terreno, garantizando una adecuada relación entre el peso propio de la base y la resistencia al vuelco, deslizamiento y hundimiento requerida para la estabilidad del conjunto. Su diseño definitivo dependerá del modelo de aerogenerador seleccionado, de las cargas estructurales asociadas, y de las condiciones geotécnicas particulares de cada emplazamiento.

Conceptualmente, cada fundación consiste en una cimentación superficial aislada de hormigón armado, de sección circular, conformada por una base de diámetro D sobre la cual se construye un pedestal macizo, también de sección circular, de diámetro D2 y altura h2, alcanzando el conjunto una altura total h. La geometría definitiva de estos parámetros dependerá del diseño estructural y de los resultados geotécnicos específicos del Proyecto.

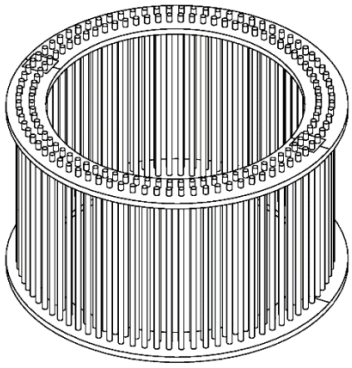
Figura I. 8. Corte esquemático de fundación.

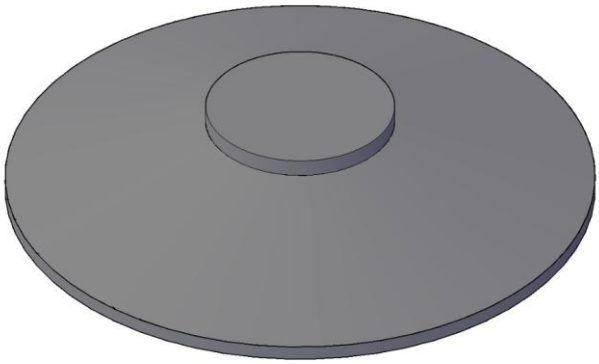


En el pedestal se encuentra embebida la denominada jaula de anclaje, estructura conformada por pernos y armadura circular que constituye la conexión entre la base de la torre del aerogenerador y la fundación de hormigón, permitiendo la transferencia directa de las cargas hacia la cimentación.

Figura I. 9. Jaula de anclaje y esquema 3D de la fundación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas





Una vez concluida la obra, el único elemento visible a nivel de superficie es el zócalo tubular sobre el cual se fija la base de la torre; el resto de la fundación permanece enterrado. El proceso constructivo comprende, de manera general, las siguientes etapas:

- Excavación del área correspondiente mediante maquinaria pesada, manteniendo el fondo firme, nivelado, limpio y seco.
- Colocación de una base de nivelación de hormigón de espesor reducido.
- Armado de la estructura de refuerzo de acero, que incluye la jaula de anclaje.
- Colocación del encofrado.
- Colado del hormigón, el cual se realizará preferentemente en una única fase para asegurar la homogeneidad estructural de la fundación.

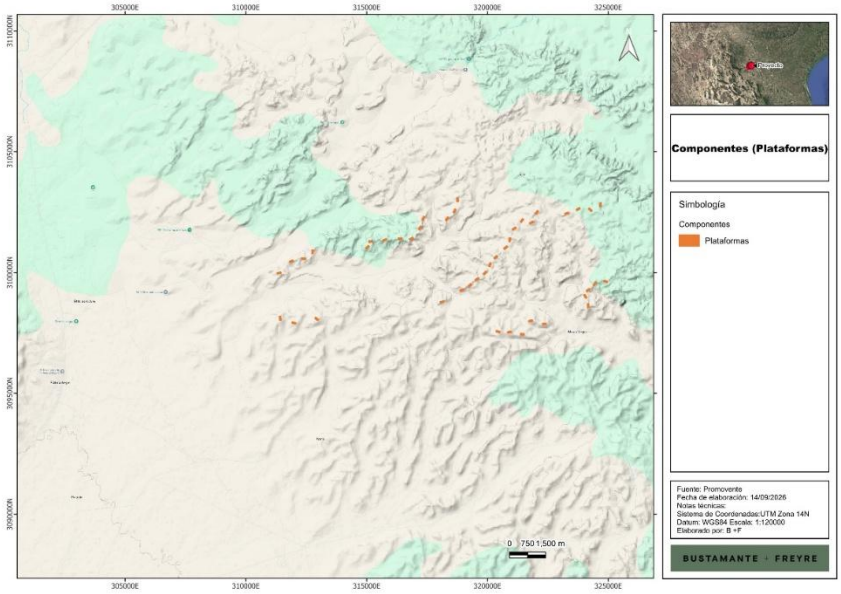
Una vez concluido el proceso constructivo y en las áreas que no interfieran con la operación y el mantenimiento del aerogenerador, se procederá a la restitución del terreno a su condición original en la medida en que las condiciones del sitio lo permitan. La geometría definitiva de cada fundación (diámetros, altura y profundidad de desplante) así como el volumen de excavación, concreto y acero de refuerzo requeridos, se determinarán en etapas posteriores de ingeniería, a partir del estudio geotécnico específico del sitio y de las cargas de fundación correspondientes al modelo seleccionado.

I.2.1.11. Plataformas de montaje (Crane pads).

Para el montaje de cada aerogenerador se habilitará una plataforma de montaje, conformada por la plataforma de grúa principal, el área de armado del brazo de grúa, las plataformas de grúas auxiliares, las áreas de acopio de componentes principales y la extensión de camino asociada. La configuración y dimensiones de estas áreas corresponden al modelo de aerogenerador seleccionado, según las especificaciones técnicas del fabricante para dicho modelo. A continuación, se presenta la ubicación pretendida de las plataformas:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I. 10. Ubicación plataformas



La plataforma de grúa principal se construirá con capacidad portante suficiente para soportar las cargas transmitidas por la grúa principal y las grúas auxiliares durante el izaje de los componentes, considerando presiones de apoyo del orden de 2 a 4 kg/cm² según el modelo de grúa finalmente seleccionado, con un módulo de deformación EV2 mínimo de 120 MPa. La plataforma se conformará con grava triturada, grava natural o suelo compactado, con una pendiente entre 0.2% y 1% orientada hacia atrás de la plataforma, de modo que el entorno inmediato del aerogenerador constituya el punto más alto y se favorezca el escurrimiento superficial. La plataforma de grúa se ubicará al mismo nivel que el camino del parque y que el punto de arranque de la torre.

Dado que la alternativa de grúa principal contemplada como más probable (grúa de pluma de celosía sobre chasis de ruedas de gran porte, tipo LG1750, por su mayor disponibilidad en el país) requiere ser armada y desarmada en cada posición de montaje, cada plataforma deberá contar con un área específica, transitable y libre de obstáculos, destinada al armado del brazo de la grúa principal, con sectores puntuales de 4×4 m compactados para los soportes de armado y la plataforma de apoyo del gancho. Esta área se complementará con una o más plataformas de grúa auxiliar (grúa móvil de 100 a 250 t), niveladas y compactadas, con una separación entre sí del orden de 26 m.

En caso de optarse, en etapas posteriores de ingeniería, por una alternativa de grúa oruga (tipo LR1600) que permita su traslado parcialmente armada entre posiciones, el requerimiento de área de armado de brazo podría reducirse o limitarse a determinadas plataformas, lo cual quedará sujeto a la definición final del esquema de montaje con el proveedor de aerogeneradores.

El acopio de palas, buje, tren de potencia, góndola y tramos de torre en cada plataforma dependerá de la estrategia logística de aprovisionamiento que se adopte para el **Proyecto**. En caso de resultar viable una

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

entrega coordinada de componentes en modalidad "justo a tiempo" (just in time) desde el punto de acopio general hacia cada posición, podrá prescindirse parcialmente de las áreas de acopio en la propia plataforma, reduciendo la huella temporal de la obra. De no ser viable dicha coordinación, cada plataforma deberá contar con las áreas de acopio correspondientes, niveladas y compactadas para una capacidad portante de 2 kg/cm², ubicadas al mismo nivel que la plataforma de grúa y el camino, con un camino de acceso de al menos 3 m de ancho hasta la raíz y la punta de las palas para permitir la circulación de montacargas todoterreno.

En los casos en que se almacenen componentes en la plataforma, se habilitará una extensión de camino que conecte el camino del parque con el área de acopio, construida con las mismas características técnicas que el camino principal y al mismo nivel que la plataforma de grúa.

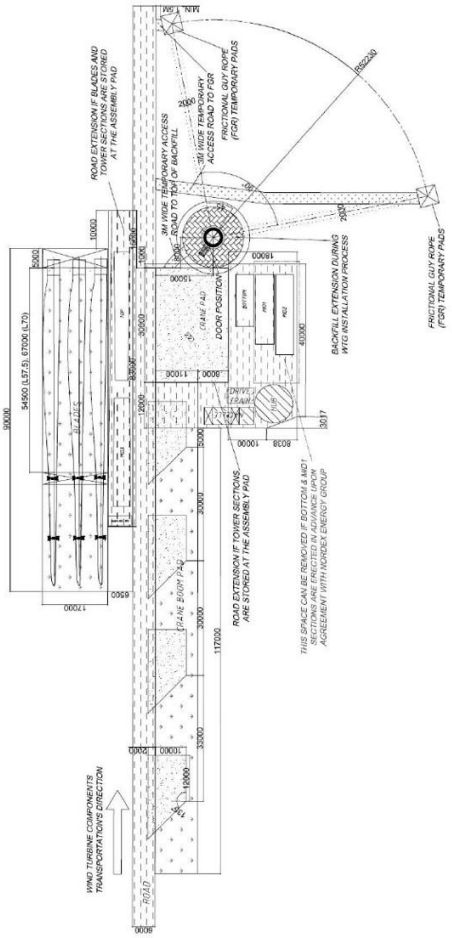
La puerta de acceso a la torre se orientará hacia la plataforma de grúa. En caso de que la fundación quede elevada respecto del nivel de la plataforma, se ejecutará un relleno de acceso engravado, compactado en capas de 30 cm al 95% de la densidad máxima Proctor Modificado, con un área transitable de aproximadamente 2 m alrededor de la fundación. Dado que el modelo de torre TS119-02 presenta brida externa entre secciones (unión inferior-intermedia), se preverá además un área transitable adicional de aproximadamente 5 m de ancho en dicho punto.

Las plataformas y áreas de acopio se ubicarán respetando una distancia mínima de 40 m entre el área de acopio de palas y cualquier línea eléctrica aérea existente, y de L + 10 m entre la fundación y dichas líneas, siendo L la longitud de la pala.

El diseño de la plataforma de grúa y de las áreas asociadas incorporará un sistema de drenaje adecuado para evitar el estancamiento de agua o lodo en la superficie, con especial atención en los sectores construidos por debajo del nivel del terreno circundante.

Figura I. 11. Esquema de plataforma básica.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



La configuración definitiva de la plataforma para cada posición del **Proyecto** (incluyendo la necesidad de áreas de acopio, la disposición de grúas auxiliares y la longitud total requerida según la posición del marco de transporte de pala empleado) se definirá en etapas posteriores de ingeniería, en conjunto con el proveedor de aerogeneradores y el contratista de montaje.

I.2.2. Red eléctrica de Media Tensión 34.5 kV.

La energía generada por los 44 aerogeneradores será transportada hacia la Subestación Elevadora SET La Noria a través de los 13 circuitos que se estima conformen la línea de media tensión de 34.5 kV. Los cables serán de aluminio con núcleo de acero galvanizado.

Los tendidos 34.5 kV principales de cada circuito del **Proyecto** serán principalmente subterráneos y habrá tramos aéreos. La interconexión entre los circuitos subterráneos y aéreos de media tensión se realizará a través de un reconectador automático, dispuesto en el punto de transición entre ambas tipologías de tendido.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El trazado será, en la medida que sea conveniente, paralelo a los caminos de circulación internos diseñados, prestando atención a zonas de difícil acceso, para evadirlas o bien acondicionarlas, lo que facilitará el acceso para tareas de reparación y/o mantenimiento.

Los tendidos de líneas eléctricas subterráneas deberán contar con las medidas de protección que resulten necesarias de acuerdo con las condiciones del sitio. Los criterios de diseño y las soluciones de protección serán definidos durante la siguiente etapa de ingeniería, en función de los resultados del estudio hidrológico y de las condiciones hidráulicas que allí se identifiquen.

Figura I. 12. Parámetros generales de la red de MT.

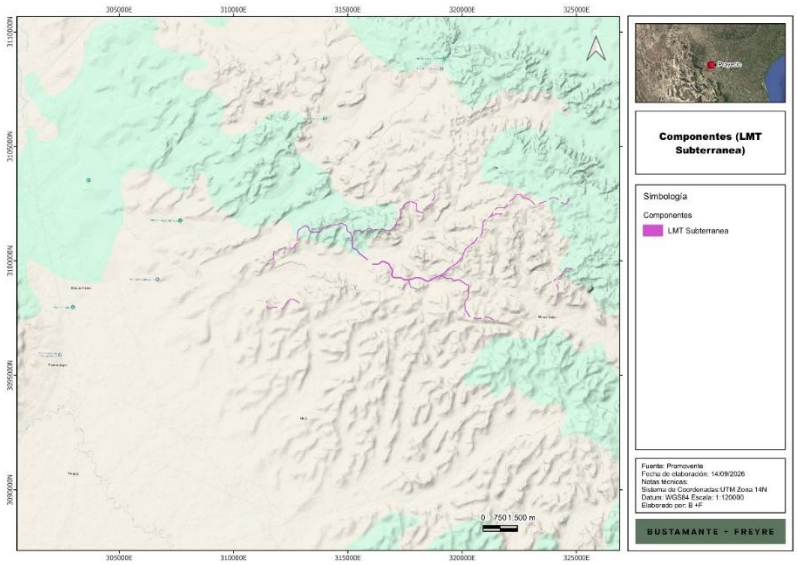
Concepto	Especificación
Nivel de tensión de operación	34.5 kV
Tipo de red	Radial (subterránea + tramos aéreos)
Número de circuitos	13 circuitos estimados
Longitud aérea (líneas MT sobre estructuras)	≈ 6,441.87 m
Material del conductor	Aluminio con núcleo de acero galvanizado
Punto de transición subterráneo–aéreo	Reconectador automático
Origen de los circuitos	Aerogeneradores
Destino	Subestación Elevadora SET La Noria (34.5/400 kV)
Naturaleza de los trabajos	Permanente

I.2.2.1. Líneas MT subterráneas.

Cada turbina generará su energía de manera individual en una tensión de 34.5 kV, con lo cual la recolección del conjunto de aerogeneradores deberá ser en dicha tensión. El egreso de los cables al exterior de la torre se realiza a través de tubos rígidos embutidos en la base de hormigón. Una vez fuera de la misma, se realizará un pequeño canalizado desde cada aerogenerador hasta el tendido aéreo, al cual se vinculará mediante un reconectador automático. A continuación, se presenta la ubicación pretendida para la línea de media tensión subterránea:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I. 13. Ubicación LMT subterránea



La zanja se realizará a una profundidad de 1.2 metros aproximadamente, y un ancho que varía dependiendo del número de ternas que circulen por el tramo. Los cables serán depositados a 10 cm del fondo del zanjado previa una primera capa de arena. Los restantes 30 cm estarán rellenos también con arena, para colocar luego, a 40 cm del fondo, una placa de protección para los conductores. El resto del zanjado será recubierto con tierra seleccionada proveniente de la excavación, dentro de la cual se colocará, a 50 cm del inicio de la placa protectora, la señalización de precaución correspondiente.

Dependiendo de la cantidad de ternas a evacuar, el zanjeo puede tener un ancho máximo de 12 metros. En caso de que la canalización cruce por debajo de algún camino, plataforma o construcción provisoria, los cables deberán estar protegidos por tubería de material PVC.

Figura I. 14. Esquema de la obra de zanjado típico.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

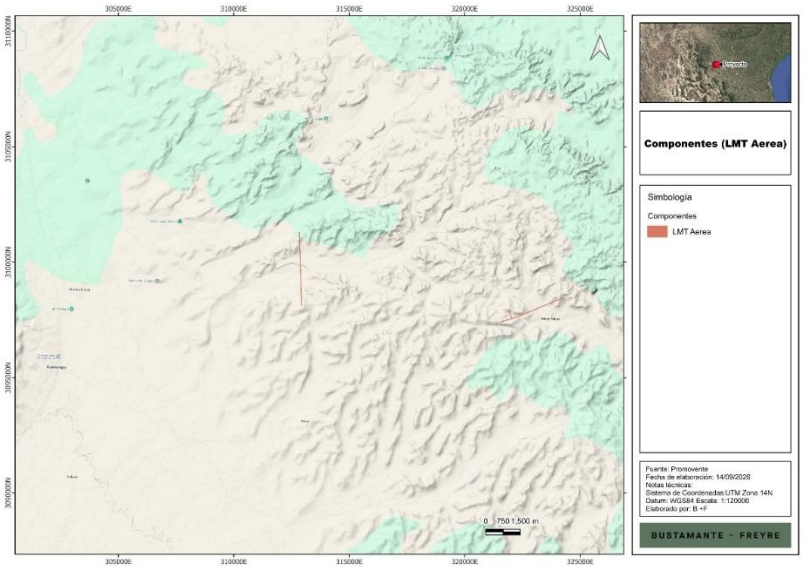


I.2.2.2. Líneas MT aéreas.

Los tramos aéreos de media tensión se dispondrán, en la medida que sea conveniente, paralelos a los caminos internos y en aquellas zonas donde el trazado técnico así lo justifique. Todas las estructuras de suspensión de los tramos aéreos serán de hormigón armado, poste metálico o de madera, fundadas de hormigón simple o armado, y con sus respectivas puestas a tierra de seguridad.

La interconexión entre los circuitos subterráneos y los tramos aéreos se realiza mediante reconectadores automáticos dispuestos en el punto de transición.

Figura I. 15. Ubicación LMT aérea



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.2.2.3. Red de fibra óptica / SCADA.

Los aerogeneradores estarán vinculados con la sala de control del **Proyecto** por medio de una red de fibra óptica. Los cables se encontrarán soterrados o aéreos, dependiendo del tramo de media tensión correspondiente, con la separación debida respecto a los cables de potencia. En el caso de cables de fibra del tipo subterráneo, se deben utilizar cubiertas dieléctricas que brinden protección contra la acción del agua, los roedores y el fuego. Los detalles constructivos de las líneas serán definidos en las siguientes etapas de la ingeniería.

I.2.3. Subestación Elevadora SET La Noria (34.5/400 kV).

El **Proyecto** contará con una estación transformadora denominada SET La Noria. La misma tendrá un diseño convencional aislado en aceite, adoptándose para la parte de media tensión en 34.5 kV la utilización de celdas primarias para uso interior en configuración de simple barra, mientras que para alta tensión (400 kV) se optó por el esquema de barra principal y transferencia, con campo de transferencia para instalaciones a intemperie.

Este componente proporcionará los medios para transformar la media tensión procedente de los circuitos asociados del parque eólico (34.5 kV) a un voltaje mayor (400 kV) requerido para la transferencia de energía a través de una línea de transmisión y, a su vez, hacia la red de energía eléctrica.

La nueva estación transformadora ocupará, sobre el terreno, una superficie aproximada de 6 ha, que incluye el edificio de Operación y Mantenimiento y el área destinada al Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS), y será construida acorde a la licencia técnica de la empresa transportadora de energía de la región y a los procedimientos del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).

Figura I. 16. Ubicación de la SET La Noria.

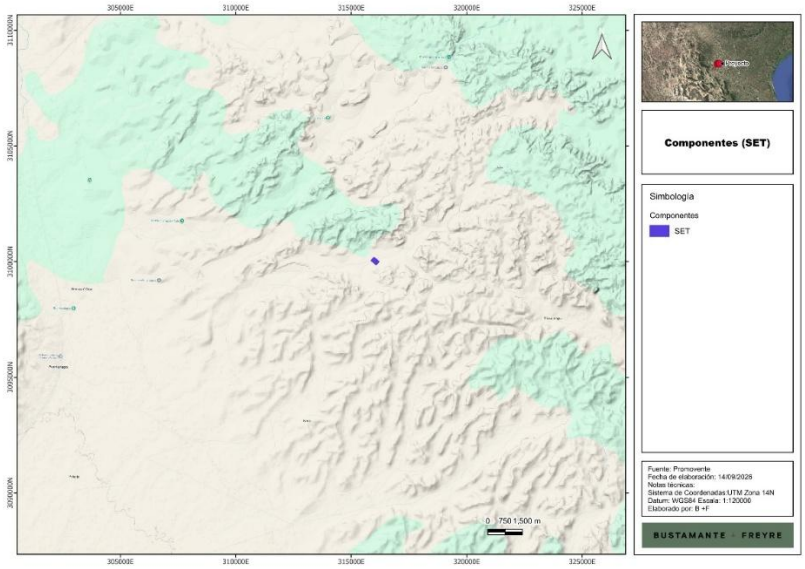


Tabla I. 9. Características generales de la Subestación Elevadora SET La Noria.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Especificación
Número de subestaciones	1 (SET La Noria)
Niveles de tensión	34.5 kV / 400 kV
Función principal	Elevación de tensión y acoplamiento al SEN
Configuración AT (400 kV)	Barra principal y transferencia (con campo de transferencia), aparamenta aislada en aire (intemperie)
Configuración MT (34.5 kV)	Simple barra, celdas primarias para uso interior
Tipo de operación	Continua, en régimen base
Superficie aproximada	6 ha (60,000 m² aprox.)
Frecuencia	60 Hz

I.2.3.1. Configuración general.

La subestación estará constituida por los siguientes subsistemas: Sistema de 34.5 kV; Sistema de 400 kV; Transformadores de 400/34.5 kV (dos unidades de 190 MVA cada una); Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS); Sistema de servicios auxiliares; Sistema de control, protección y comunicaciones; Sistema de protección atmosférica; Sistema de puesta a tierra; y Sistema de servicios auxiliares. Adicionalmente, dentro del área de la SET se ubicará el edificio de Operación y Mantenimiento del parque.

I.2.3.2. Transformadores de potencia 400/34.5 kV.

La SET contará con dos transformadores de potencia 400/34.5 kV, de 190 MVA cada uno, con conmutador de tomas bajo carga (OLTC) en el lado de alta tensión. Conforme a las buenas prácticas de la industria, se recomienda considerar la inclusión de un transformador de reserva. Esta medida permitirá garantizar el despacho de la potencia máxima del parque eólico ante la falla de cualquiera de los transformadores principales, minimizando la energía no suministrada durante el evento.

Los transformadores se montarán sobre sendas bases de hormigón armado. La separación segura entre ambos equipos se proveerá con un muro cortafuego de hormigón armado. Se utilizará aceite como método de refrigeración para los transformadores y, conforme avance el Proyecto, se evaluará si será necesario utilizar un sistema ONAN u ONAF para disipación del calor.

I.2.3.3. Sistema 34.5 kV (celdas primarias).

El sistema de 34.5 kV se resuelve mediante celdas primarias para uso interior, dispuestas en configuración de simple barra. Este sistema recibe la energía del conjunto de aerogeneradores a través de los 13 circuitos de la red de media tensión y la entrega a los transformadores de potencia para su elevación al nivel de 400 kV.

I.2.3.4. Sistema 400 kV (aparamenta intemperie).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El sistema de 400 kV se resuelve mediante el esquema de barra principal y transferencia, con campo de transferencia, en aparamenta aislada en aire (intemperie). Este sistema recibe la energía elevada de los transformadores y la entrega a la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, que la conduce hacia el Punto de Interconexión con el SEN.

I.2.3.5. Servicios auxiliares, control, protección y comunicaciones.

Los sistemas de servicios auxiliares, control, protección y comunicaciones (SOTR y RTU) se integrarán en el edificio de control asociado a la SET. La subestación contará adicionalmente con los sistemas de iluminación y de seguridad, alarma e incendios necesarios para su operación segura y continua.

I.2.3.6. Bateas de contención y depósito sumidero.

La presencia de aceite en los transformadores requerirá un medio para la contención de este en caso de contingencia por fuga o rotura del transformador. Para ello se prevé contar con una batea de contención de derrames que posea un 10% adicional al volumen total del aceite de los transformadores y un 10% adicional para otros líquidos que el personal de emergencia pudiera incorporar en caso de una extinción de incendio. La batea de almacenamiento se construirá a partir de paneles prefabricados de hormigón.

De ocurrir un derrame, el líquido drenará directamente (por gravedad) desde la batea hacia el depósito sumidero. El depósito sumidero se ubicará contiguo a la instalación de los equipos transformadores (en un lateral), a una distancia de un metro de estos. Contará con batea de contención de derrames construida a partir de paneles prefabricados de hormigón y techo de chapa a dos aguas para evitar la acumulación de líquido por precipitaciones.

El líquido que ingrese en el tanque sumidero será retirado por un sistema de bombeo y extracción de líquidos. El retiro de este líquido será realizado por una empresa transportista de residuos peligrosos, habilitada por la autoridad ambiental competente y será trasladado para su tratamiento/disposición final por empresa habilitada por la autoridad ambiental competente.

I.2.3.7. Sistema de protección atmosférica de la SET.

Como parte de los sistemas de protección, la SET requerirá de un sistema de protección atmosférica. El sistema se erigirá dentro del cerco perimetral de la misma y tendrá una altura mayor que la estructura más alta dentro de la misma conforme el método de dimensionamiento adoptado para el diseño del sistema. La función de este será dirigir la carga eléctrica producida por un rayo o sobretensiones producidas por maniobras de la red eléctrica directamente hacia la tierra, previniendo los daños que se podrían generar en los sistemas eléctricos.

I.2.3.8. Cerco perimetral y accesos.

El cierre del recinto donde se instalará la subestación estará formado por mallas metálicas rematadas en su parte superior con alambre de espino. La sujeción de los postes al suelo se realizará mediante dados de hormigón. Para el acceso a la subestación se instalarán unas puertas metálicas de dos hojas.

En los edificios de control de la subestación se ubicarán dos salas: control y celdas. Para la instalación del transformador se construirá una bancada, formada por una fundación de apoyo y una cubeta para recogida de aceite, que en caso de un hipotético derrame se canalizará hacia un depósito en el que quedará confinado.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Se construirán todas las canalizaciones eléctricas necesarias para el tendido de los correspondientes cables de potencia y control.

I.2.4. Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS).

El **Proyecto** incorpora un Sistema de Almacenamiento de Energía Inteligente (BESS, por sus siglas en inglés Battery Energy Storage System) integrado al área de la Subestación Elevadora SET La Noria. Este sistema permite el almacenamiento de energía eléctrica generada por el parque eólico para su posterior inyección al Sistema Eléctrico Nacional, aportando flexibilidad operativa, gestión de la variabilidad del recurso eólico y capacidad de respuesta ante requerimientos del operador de la red.

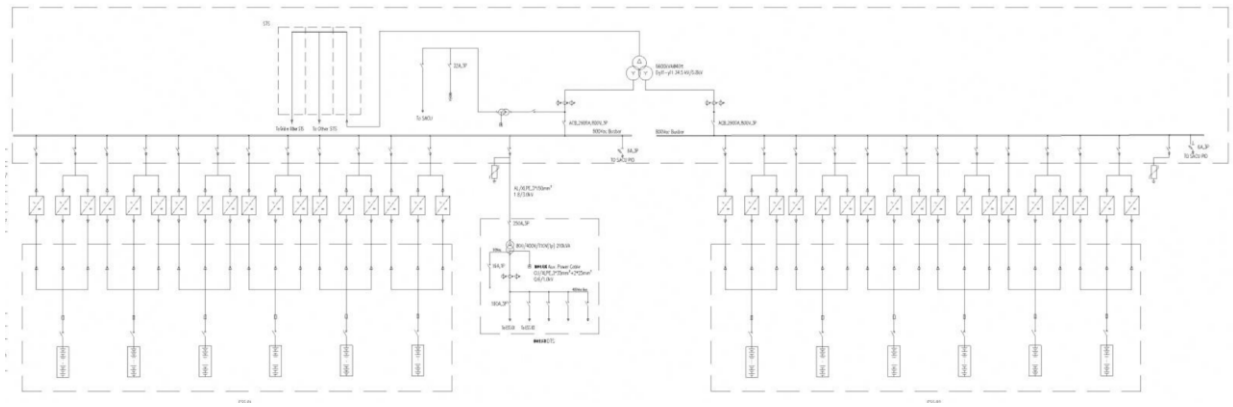
I.2.4.1. Descripción general.

El sistema de planta de almacenamiento de energía inteligente (BESS) consiste en el suministro, instalación y puesta en servicio de:

- Módulos de batería basados exclusivamente en la tecnología Li-ion (LFP).
- Sistema de conversión de energía eléctrica CA/CC (PCS).
- Transformador de potencia BT/MT.
- Transformador auxiliar.
- Sistema de Gestión de Energía (independiente del SCADA del sitio).
- Controlador de Planta Eléctrica.

El sistema estará conformado por bloques modulares hasta alcanzar la energía requerida por el CENACE. A continuación, se muestra un diagrama básico de los componentes de cada bloque modular.

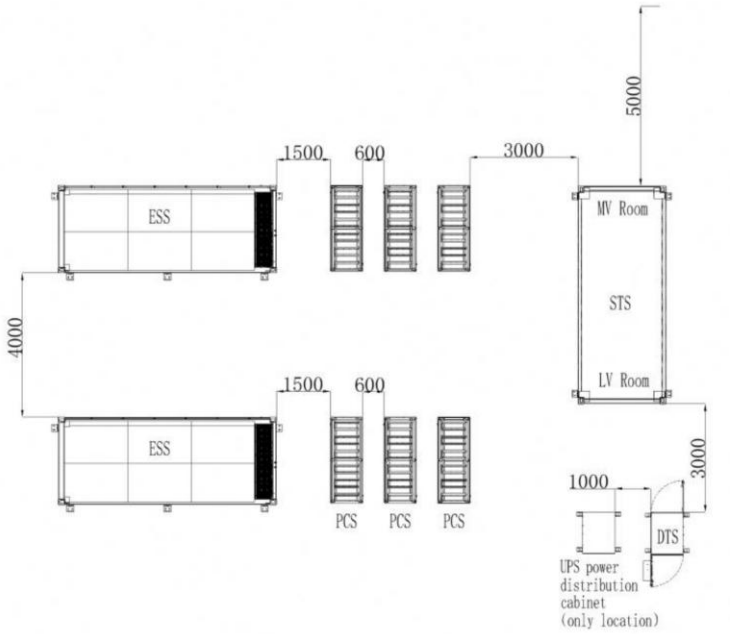
Figura I. 17. Diagrama básico de los componentes de cada bloque modular del BESS.



La configuración física del sistema BESS se conforma conforme al esquema que se presenta a continuación:

Figura I. 18. Configuración física del sistema BESS

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



Para garantizar la energía disponible por el sistema durante toda su vida útil y para compensar la degradación de las baterías, se prevé la realización de repotenciaciones en los años 5, 12 y 18 (estimado) de la vida del **Proyecto**.

I.2.4.2. Sistema de baterías.

El sistema considera contenedor de baterías, PCS (sistema de conversión de potencia), transformador ESS (Energy Storage System), así como todos los sistemas de comunicación necesarios entre los componentes mencionados.

Figura I. 19. Apariencia del contenedor de baterías



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El sistema tiene un diseño modular y consta de la cabina de la batería, la cabina de la unidad de enfriamiento líquido y la cabina de la unidad de control, integradas en un contenedor estándar de 20 pies.

I.2.4.3. Sistema de gestión de baterías (BMS).

El sistema de gestión es el componente central del ESS (Energy Storage System). Implementa detección, protección y gestión inteligente para el sistema de baterías.

La unidad de monitoreo del paquete de baterías supervisa y recopila información sobre el funcionamiento de la batería y proporciona múltiples mecanismos de autoevaluación y seguridad para garantizar la fiabilidad del muestreo.

La unidad de gestión del rack de baterías recopila la información sobre todos los paquetes de baterías, recibe el voltaje y la corriente a nivel de rack, calcula el estado de carga y el estado de salud del rack de baterías, genera alarmas y activa la protección si ocurre alguna excepción en el rack de baterías.

I.2.4.4. Sistema de enfriamiento.

El sistema dispone de una cabina de unidad de control, una cabina de baterías y una cabina de unidad de enfriamiento líquido.

En el contenedor ESS, la unidad de enfriamiento líquido proporciona agua fría o caliente (con una concentración volumétrica del 50 % de solución de glicol de etileno). La bomba de agua circulante en la unidad de enfriamiento líquido transmite el agua fría o caliente a los diferentes componentes del sistema, manteniéndolos en su rango óptimo de operación.

I.2.4.5. Sistema de supresión de incendios por gas.

El sistema integra un sistema centralizado de supresión de incendios. El sistema consta del panel de control de alarma contra incendios (FACP), detectores de humo y calor, alarma sonora/estroboscópica, punto de llamada manual, sistema de ventilación de gas combustible, dispositivo manual de activación y demás elementos requeridos para la detección y supresión temprana de eventuales incidentes.

I.2.4.6. Sistema de conversión de energía (PCS).

El Smart PCS es uno de los componentes principales que convierte de AC a DC y viceversa. Su función principal es convertir la energía DC generada por el sistema de baterías en energía AC y alimentarla a la red, así como convertir la energía AC de la red en energía DC para almacenarla en el sistema de baterías.

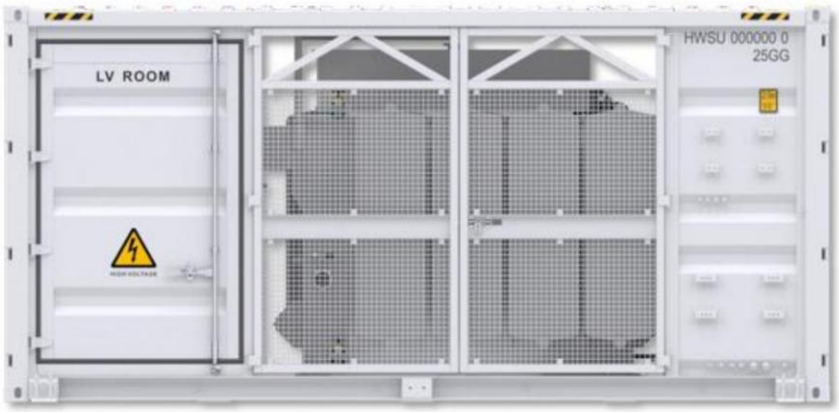
I.2.4.7. Transformador de distribución.

El DTS (transformador de distribución) es un transformador de distribución de energía utilizado en escenarios de almacenamiento de energía. Obtiene energía de la Estación de Transformadores Inteligentes (STS) y suministra energía a los dispositivos de corriente alterna (AC) en el Sistema de Almacenamiento de Energía en Cadenas Inteligentes (ESS).

Este componente es el encargado de acondicionar el voltaje para permitir su conexión en la Subestación Elevadora.

Figura I. 20. Apariencia del Transformador de distribución

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



I.2.4.8. Controlador Inteligente de Planta de Energía.

El Controlador Inteligente de Planta de Energía es un sistema de control que se comunica con el centro de despacho, el sistema SCADA, el sistema AGC/AVC y el dispositivo de regulación de frecuencia de energía renovable para ajustar de manera dinámica y precisa la energía de los sistemas de generación y del ESS.

El SPPC (Smart Power Plant Controller) detecta y calcula la corriente, el voltaje, la potencia y la frecuencia en el punto de conexión a la red de la planta. También ofrece capacidades de control en tiempo real, como control de potencia activa, control de potencia reactiva, control de la tasa de cambio de potencia y control de participación en respuesta primaria de frecuencia.

Los dispositivos involucrados incluyen el inversor, la recolección de datos, PT/CT en el punto de conexión a la red, RTU, medidor de electricidad, SVG/SVC, panel de corriente directa, interruptor automático y controlador periférico. Se utilizan protocolos basados en Ethernet IEC104 y Modbus-TCP para la comunicación entre estos elementos.

Figura I. 21. Apariencia del Controlador de Planta



I.2.4.9. Sistema inteligente de gestión de plantas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El Sistema de Gestión Inteligente de Plantas es un sistema integrado de monitorización y control que implementa la monitorización en tiempo real, diagnóstico inteligente y análisis y programación optimizada para las centrales eléctricas, con el objetivo de garantizar la seguridad, fiabilidad y estabilidad de la planta.

Asimismo, facilita la gestión centralizada y proporciona información para las operaciones y mantenimiento puntuales; ofrece sugerencias para ayudar a corregir rápidamente fallos, aliviar la presión de la red eléctrica durante las horas punta, reducir el coste operativo de la red eléctrica y mejorar la eficiencia global del sistema.

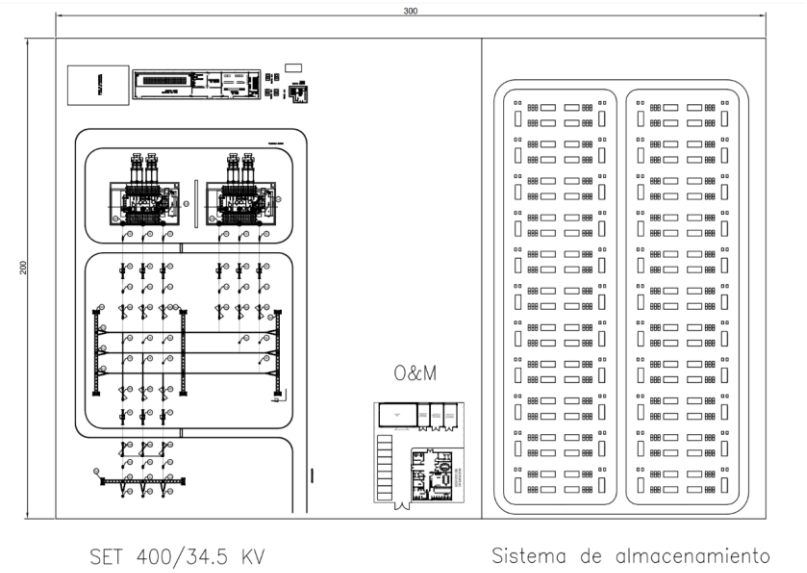
Figura I. 22. Apariencia del Sistema de Control



I.2.4.10. Ubicación y superficie.

El BESS se emplaza dentro del área de la Subestación Elevadora SET La Noria, compartiendo con esta el área destinada, los servicios auxiliares y el edificio de Operación y Mantenimiento del **Proyecto**.

Figura I. 23. Arreglo SET y Área BESS



I.2.5. Línea de Transmisión Aérea de 400 kV.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Se prevé la construcción de una Línea de Transmisión Aérea en 400 kV para conducir la energía generada por el parque eólico hacia el Punto de Interconexión con el SEN, ubicado en las inmediaciones de la línea de transmisión existente RE–FRO en 400 kV. La línea consistirá en un sistema de transmisión aérea en 400 kV, con doble circuito y dos/tres conductores por fase (haz), configurada con dos cables de guarda (uno convencional y un cable OPGW con fibra óptica integrada). Las obras de conexión al SEN posteriores a la Línea de Transmisión no forman parte del alcance del presente **Proyecto**.

Figura I. 24. Ubicación de LT 400 kV

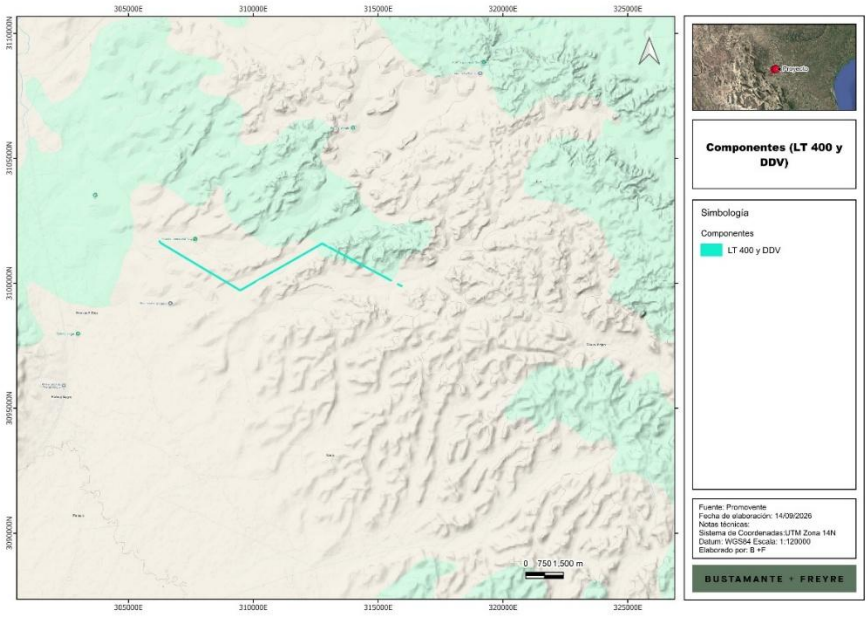


Tabla I. 10. Cantidades típicas y características generales de la Línea de Transmisión.

Concepto	Especificación / Parámetro
Longitud de la Línea de Transmisión	11.2881 km (desde SET La Noria hacia el Punto de Interconexión con el SEN)
Ancho de derecho de vía (DDV)	50 m (25 m respecto al eje)
Superficie	53.6753 ha
Cantidad de estructuras estimada	30 torres
Tensión nominal del sistema	400 kV (AC, 3ϕ, 60 Hz)
Configuración de estructuras	Simple o Doble Circuito (geometría vertical / tipo Barril), dependiendo del tramo
Tipo de torres principal	Celosía de acero galvanizado (Serie EA4A, EA4B, EA4X, EA4W)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Concepto	Especificación / Parámetro
Conductor de fase	Haz de 2 conductores 1113 kcmil ACSR/AS (o 795 kcmil) por fase
Cables de guarda	1 cable de acero recubierto de aluminio (EHS) + 1 cable OPGW
Aislamiento	Cadenas sintéticas (poliméricas) o de vidrio templado en V o I

I.2.5.1. Trazo y estructuras.

La Línea de Transmisión Aérea de 400 kV parte de la SET La Noria y se desarrolla a lo largo de aproximadamente 11.2881 km en dirección al Punto de Interconexión con el SEN, mediante aproximadamente 30 torres de celosía de acero galvanizado.

I.2.5.2. Tipos de estructuras.

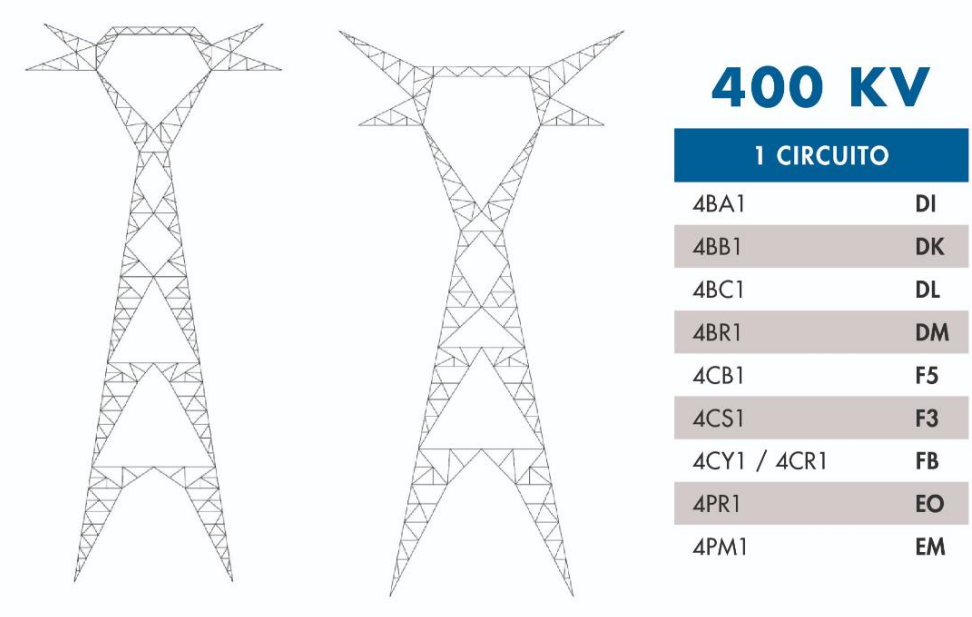
Las torres para 400 kV se dividen principalmente por la configuración del circuito: 1 Circuito (geometría horizontal tipo "Gato" / Delta) y 2 Circuitos (geometría vertical tipo "Barril"). Las claves normalizadas de CFE definen la función estructural, ángulo de deflexión y capacidad de carga:

Tabla I. 11. Claves normalizadas CFE para estructuras de 400 kV.

Clave CFE	Tipo de uso	Ángulo de deflexión	Configuración
4CS1 / 4CB1	Suspensión lineal	0°	Monocircuito (Gato/Delta)
EA4A22MB / EA4B22MB	Suspensión	0° – 3°	Doble Circuito
EA4X22MB	Deflexión / Ángulo	30° – 65°	Doble Circuito
EA4W22MB	Remate / Tensión final	30° – 90°	Doble Circuito
EA4T22MB	Transposición	0°	Doble Circuito

Figura I. 25. Estructuras tipo de la Línea de Transmisión.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



400 KV

1 CIRCUITO	
4BA1	DI
4BB1	DK
4BC1	DL
4BR1	DM
4CB1	F5
4CS1	F3
4CY1 / 4CR1	FB
4PR1	EO
4PM1	EM

I.2.5.3. Tipos de cimentaciones (CFE JA100-64).

Se dispondrá de una combinación de cimentaciones de acuerdo con las necesidades del tipo de terreno en cada caso. Según la especificación CFE JA100-64 ("Cimentaciones para Estructuras de Líneas de Transmisión"), la Comisión Federal de Electricidad clasifica y normaliza las cimentaciones para torres autosoportadas (incluyendo el nivel de voltaje de 400 kV) en tres categorías principales según las condiciones geotécnicas del terreno y la magnitud de las cargas mecánicas (tensión, compresión, cortante y momento de volteo):

1. Cimentaciones Superficiales

Se emplean cuando los estratos resistentes del suelo se encuentran a poca profundidad:

- **Zapatas aisladas (individuales por pata):** constan de una losa o zapata de concreto (escalonada, piramidal o rectangular) y un dado o fuste vertido in situ donde se ahoga el stube/ángulo de arranque de la pata de la torre.
- **Zapatas ligadas con contratrabes / trabes de liga:** zapatas individuales bajo cada pata unidas estructuralmente mediante trabes de liga para equilibrar momentos y esfuerzos cortantes entre las cuatro patas de la estructura.
- **Losas de cimentación:** placas continuas de concreto armado utilizadas en terrenos heterogéneos o de baja capacidad de carga superficial.
- **Cimentaciones ancladas en roca:** anclas o pernos de fricción inyectados en matriz rocosa sana para resistir los esfuerzos de arrancamiento/tensión.
- **Muertos de anclaje:** bloques masivos de concreto enterrados utilizados principalmente para el anclaje de retenidas en estructuras tensionadas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

2. Cimentaciones Profundas

Se utilizan en suelos blandos, colapsables, con nivel freático alto o con altas cargas de tensión/compresión:

- **Pilas de cimentación:** excavaciones cilíndricas coladas in situ que trabajan por fricción lateral, por punta o de forma mixta.
- **Pilotes (hincados o perforados):** arreglos de pilotes integrados bajo cabezales de concreto.
- **Requisito obligatorio para torres sobre pilas/pilotes:** las cuatro patas de la torre deben quedar interconectadas de manera solidaria mediante trabes de liga y cabezales con un peralte mínimo de 100 cm para trabajar en grupo ante cortante y momentos.

3. Cimentaciones Especiales

Incluyen combinaciones de sistemas superficiales y profundos (como pilas cortas con zapatas) o soluciones no convencionales para suelos expansivos o zonas marinas/lacustres.

I.2.5.4. Conductores y cables de guarda.

La línea consistirá en un sistema de transmisión aérea en 400 kV con haz de 2 conductores 1113 kcmil ACSR/AS (o 795 kcmil) por fase. Adicionalmente contará con dos cables de guarda: uno convencional (acero recubierto de aluminio, EHS) y un cable OPGW con fibra óptica integrada para comunicaciones.

I.2.5.5. Aislamiento.

El aislamiento se resolverá mediante cadenas sintéticas (poliméricas) o de vidrio templado en configuración V o I, según la aplicación específica de cada estructura y las condiciones ambientales del trazado.

I.2.6. Obras civiles complementarias.

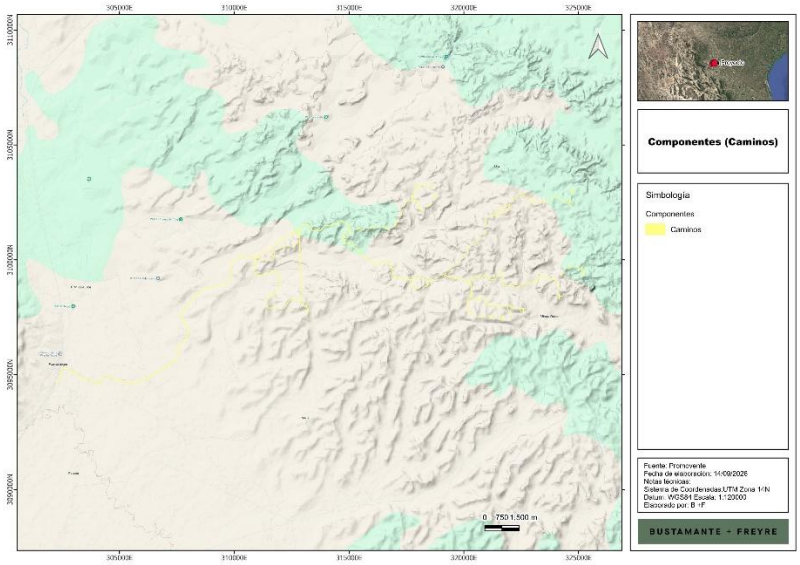
Bajo este apartado se agrupan las obras civiles del **Proyecto** asociadas al sistema vial (caminos internos y caminos de acceso, tanto nuevos como reacondicionados), los taludes de corte y relleno resultantes de la adecuación topográfica del terreno, y las obras de drenaje longitudinal y transversal que permiten la evacuación segura de los escurrimientos superficiales del sitio.

I.2.6.1. Caminos.

El acceso al Parque Eólico La Noria se realizará mediante un camino de acceso externo que conecta el predio con la red vial pública, complementado por una red de caminos internos que interconectará las posiciones de los aerogeneradores, la subestación y las instalaciones auxiliares del **Proyecto**. El sistema vial del **Proyecto** contempla tres categorías: caminos de acceso reacondicionados (aprovechando trazas existentes), caminos de acceso nuevos y caminos internos.

Figura I. 26. Ubicación pretendida de caminos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



Los caminos se diseñarán considerando las siguientes características técnicas, conforme a los requerimientos técnicos del fabricante de los aerogeneradores para caminos de parques eólicos:

- **Ancho de calzada**: 6 m, correspondiente a la superficie de rodamiento efectiva. Adicionalmente, dentro de la huella se representa un ancho de 8 m que contempla los 6 m de calzada, 1 m para las cunetas laterales y un margen de seguridad adicional de 1 m.
- **Ancho huella de camino:** del orden de 40 m, correspondiente a la totalidad de la superficie afectada temporalmente durante las obras. Este ancho contempla la calzada de rodamiento, las cunetas laterales, los taludes de corte y relleno resultantes de la adecuación topográfica del terreno, las obras de drenaje asociadas (cunetas longitudinales, contracunetas y obras de cruce transversal), así como las franjas de maniobra requeridas para el tránsito de equipos, camiones y vehículos de carga durante la etapa constructiva. Este valor constituye una estimación conceptual y podrá ajustarse en función de la topografía particular de cada tramo.
- **Capacidad portante:** diseñada para soportar una presión mínima de 2 kg/cm² y una carga mínima por eje de 12 t, de forma de garantizar el tránsito de camiones de concreto, equipos de montaje y transporte de componentes.
- **Radio de giro:** 80 m como valor de partida, sujeto a verificación mediante un análisis de trayectoria de barrido (swept path) específico para el transporte de la pala del modelo de aerogenerador seleccionado.
- **Pendiente longitudinal:** no se establece un valor máximo fijo con carácter general; como criterio de trabajo para esta instancia del **Proyecto** se adopta una pendiente longitudinal máxima de 14%. Pendientes del orden del 16% requerirán aviso y estudio puntual.
- **Pendiente transversal:** aproximadamente 1%, a fin de garantizar el escurrimiento superficial sin generar pendientes bidireccionales en cruces y curvas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Curvas verticales:** el parámetro de curvatura vertical (Kv) se maximizará en la medida de lo posible para evitar interferencias del transporte de componentes con el terreno.
- **Paquete estructural:** conformado por una capa de subrasante, subbase y base o carpeta de rodamiento, con un espesor conjunto estimado en el orden de 0.30 m, compactado a un mínimo de 95% de la densidad máxima obtenida mediante ensayo Proctor Modificado.
- **Drenaje**: se incorporarán cunetas longitudinales a ambos lados del camino y dispositivos de cruce transversal (alcantarillas, badenes u otros) en los puntos donde el trazado intercepte escurrimientos naturales, cuya geometría y dimensionamiento se definirán en etapas posteriores de ingeniería. El detalle de estas obras se desarrolla en el apartado I.2.6.3 Obras de drenaje.
- **Secciones transversales típicas**: el diseño geométrico del camino contempla tres secciones transversales tipo, definidas en función de la relación entre la rasante proyectada y el terreno natural: (i) en terraplén, cuando la rasante se ubica por encima del terreno natural, con taludes de pendiente variable en función de las condiciones geotécnicas del sitio; (ii) a nivel de terreno, en los sectores de menor desnivel respecto del terreno natural; y (iii) en desmonte, cuando la rasante se ubica por debajo del terreno natural, con taludes de corte a ambos lados de la calzada. En todos los casos la calzada mantiene un ancho de 6.00 m, con una pendiente transversal de 1 a 2 % hacia ambos lados que favorece el escurrimiento superficial, sobre un paquete estructural compuesto por subrasante, subbase y base o carpeta de rodamiento. A ambos lados de la calzada se disponen cunetas laterales cuya profundidad y sección se ajustan a las condiciones topográficas de cada sector.
- **Identificación preliminar de cruces potenciales:** a los efectos de contar con una referencia preliminar de los sectores del trazado que podrían requerir una obra de cruce transversal, se identificarán sobre la planimetría del **Proyecto** los puntos donde los cauces naturales relevados en el sitio interceptan geométricamente la traza de caminos. Esta identificación tiene carácter preliminar y conservador, dado que no contempla el efecto de las obras de drenaje longitudinal (cunetas y contracunetas) que, una vez definidas en etapas posteriores de ingeniería, podrán derivar o conducir el escurrimiento evitando el cruce directo en algunos de los puntos señalados. La necesidad y el tipo de obra de cruce a materializar en cada punto quedará sujeta al desarrollo de etapas posteriores de ingeniería, en función de los resultados del estudio hidrológico e hidráulico correspondiente.

Cabe precisar que el trazo geométrico presentado en las figuras y cartografía del **Proyecto** corresponde a un diseño conceptual de caminos tipo, elaborado como base para la estimación preliminar de superficies, volúmenes de movimiento de tierras y volúmenes de material granular. El trazo definitivo, la ubicación exacta y las dimensiones específicas de cada tramo (incluyendo secciones transversales, radios de curvatura, pendientes, longitudes de tangentes y obras de drenaje asociadas) se establecerán en la ingeniería de detalle del **Proyecto**, en función del relevamiento topográfico particular, del estudio geotécnico y del análisis hidrológico del sitio, así como de las condiciones específicas del terreno relevadas al momento de la ejecución de las obras.

I.2.6.1.1. Huella del camino.

La huella del camino del **Proyecto** corresponde a la totalidad de la superficie temporalmente afectada durante las obras a lo largo del trazado de los caminos internos y de acceso, dentro del ancho conceptual de 40 m

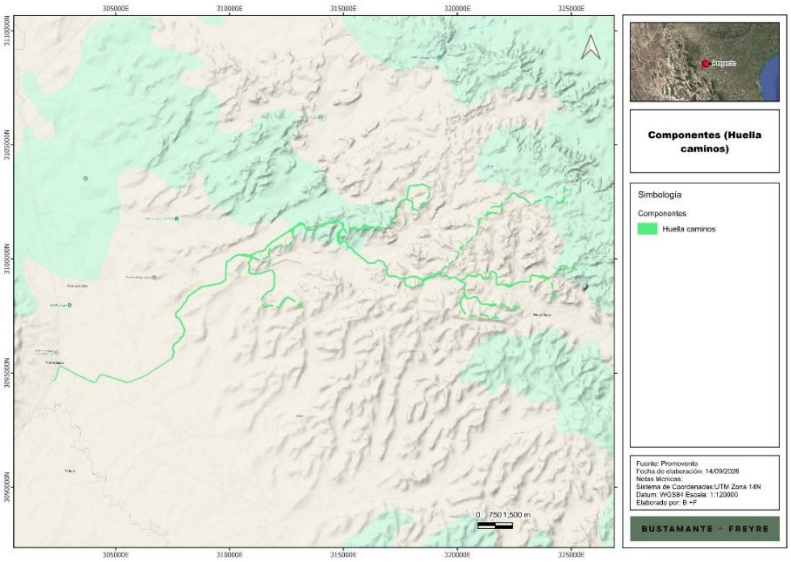
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

descrito en el apartado I.2.6.1. Esta superficie integra el conjunto de áreas necesarias para el correcto desarrollo de las actividades constructivas y logísticas asociadas al sistema vial del **Proyecto**.

Dentro de esta huella se contemplan la calzada de rodamiento (superficie permanente del camino, con ancho de 6 m), las cunetas laterales, los taludes de corte y relleno resultantes de la adecuación topográfica del terreno, las obras de drenaje asociadas (cunetas longitudinales, contracunetas y obras de cruce transversal), así como las franjas de maniobra y acceso alrededor de las plataformas de aerogeneradores requeridas para el armado del brazo de la grúa principal, las maniobras de izaje y el manejo temporal de componentes durante la construcción y las actividades de mantenimiento mayor.

La superficie total de la huella del camino asciende a 191.0032 ha, y corresponde a superficie de afectación temporal del **Proyecto**. La superficie complementaria dentro de la huella (correspondiente a taludes, obras de drenaje, franjas de maniobra y áreas de acceso) será liberada al concluir la etapa constructiva.

Figura I. 27. Huella de caminos



I.2.6.2. Taludes de corte y relleno.

Los taludes de corte y relleno constituyen los elementos del terreno modificado resultantes de la adecuación topográfica del sitio para la conformación de los caminos del **Proyecto**. Estas superficies quedan integradas en el ancho de huella conceptual de 40 m.

Los taludes de corte se generan al rebajar las partes altas del terreno para conseguir la pendiente longitudinal admisible del camino, mientras que los taludes de relleno resultan del aporte de material en las partes bajas del trazado. La geometría específica de cada talud (altura, pendiente, ancho) dependerá de la topografía particular de cada tramo y se definirá en etapas posteriores de ingeniería.

I.2.6.3. Obras de drenaje.

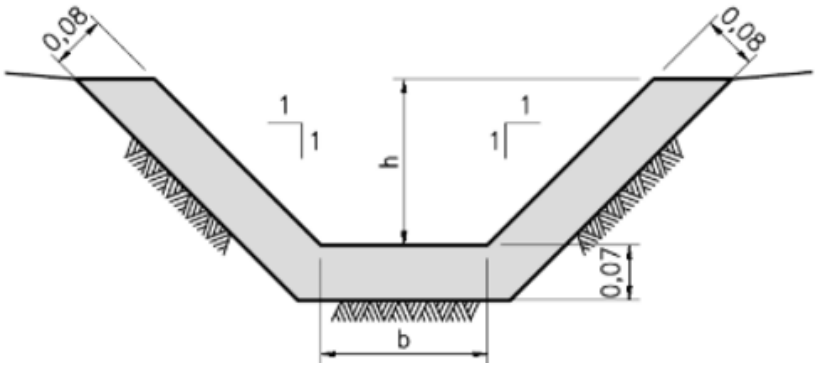
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El sistema de drenaje del Parque Eólico La Noria tendrá por objetivo la evacuación segura y eficiente de las aguas superficiales generadas por precipitaciones, minimizando el impacto sobre el entorno y protegiendo la infraestructura del **Proyecto** (caminos, plataformas y demás instalaciones) frente a la erosión y el anegamiento. El diseño conceptual del sistema combina obras de drenaje longitudinal, obras de cruce transversal y elementos de protección y disipación de energía, cuya geometría y dimensionamiento definitivos se determinarán en etapas posteriores de ingeniería a partir del estudio hidrológico específico del sitio.

I.2.6.3.1. Drenaje longitudinal (cunetas y contracunetas).

A lo largo de los tramos de camino ejecutados en desmonte se dispondrán cunetas laterales a ambos márgenes, destinadas a captar y conducir tanto el agua de escorrentía superficial como la infiltrada desde el firme del camino. La sección tipo adoptada como criterio conceptual es de geometría trapezoidal, revestida en hormigón o conformada en suelo compactado según las condiciones particulares de cada tramo.

Figura I. 28. Corte transversal de drenaje superficial esquemático.



I.2.6.3.2. Obras de cruce transversal (alcantarillas).

En los puntos bajos relativos del trazado y en los cruces con escurrimientos naturales se dispondrán obras de paso que permitan restituir el flujo de agua sin alterar su régimen natural. Según el caudal y la sección requerida, estas obras podrán resolverse mediante alcantarillas tubulares, para escurrimientos de menor magnitud, o mediante alcantarillas de tipo cajón de hormigón armado, para escurrimientos de mayor caudal o secciones que así lo requieran, instaladas bajo el relleno del camino y dimensionadas para soportar las mismas cargas de tránsito que la plataforma de rodamiento.

Figura I. 29. Elevación y Corte de alcantarilla tipo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

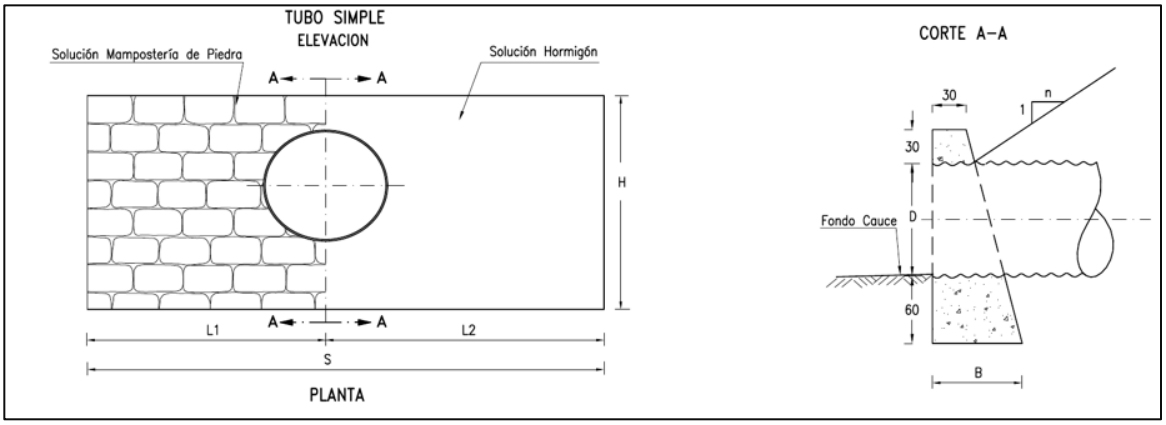
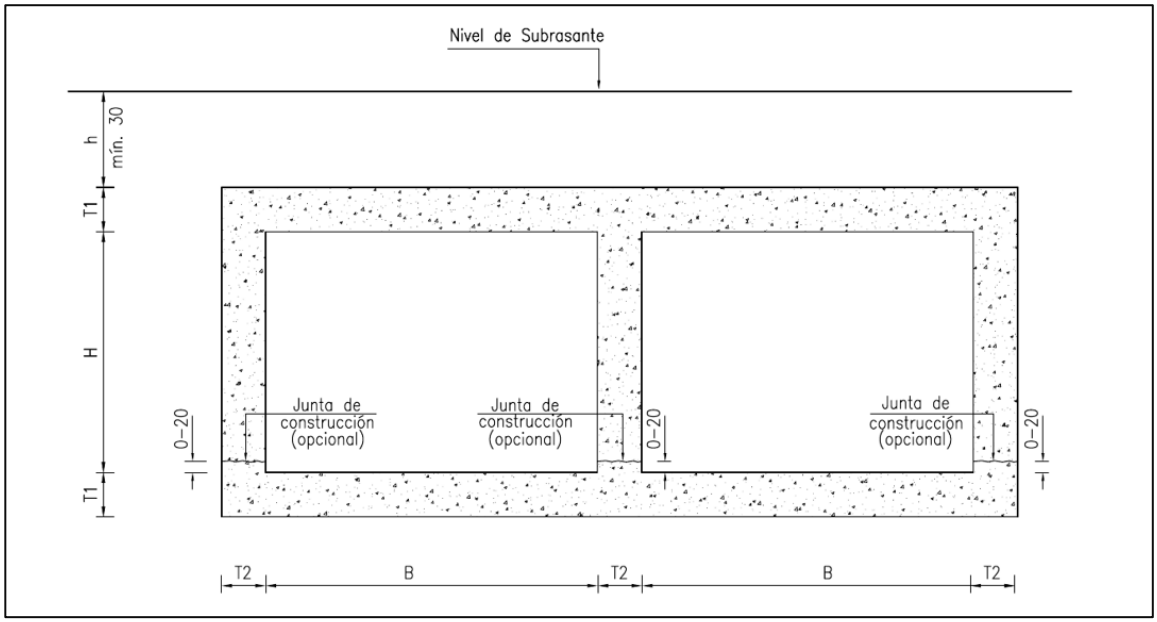


Figura I. 30. Alcantarilla tipo cajón de H°A

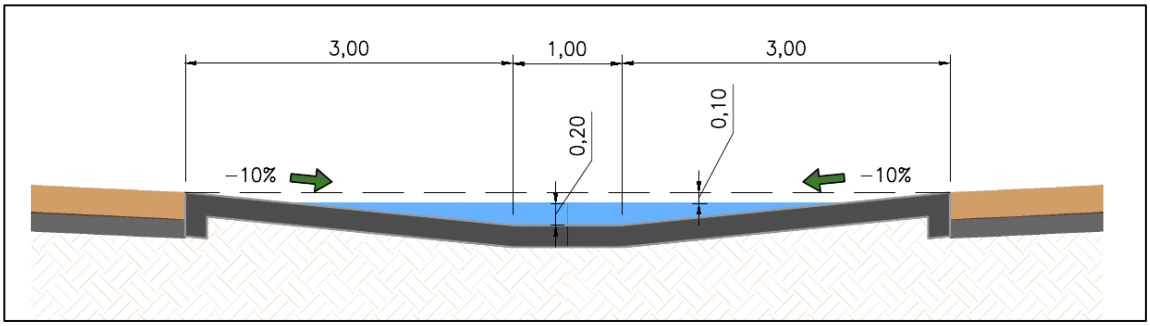


I.2.6.3.3. Badenes o pasos de agua.

En los sectores donde el escurrimiento cruce el camino a nivel de la rasante, sin requerir una obra de paso enterrada, podrá optarse por un badén o paso de agua, consistente en un tramo de camino con pendientes de aproximación suaves y una superficie de rodamiento reforzada, diseñado para permitir el paso ocasional del escurrimiento sobre la calzada sin comprometer su transitabilidad.

Figura I. 31. Esquema de badén tipo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



I.2.6.3.4. Protección y disipación de energía.

A la salida de cunetas y alcantarillas se dispondrán, donde las condiciones de pendiente y caudal lo requieran, dispositivos disipadores de energía, conformados típicamente por enrocado o piedra acomodada, con el fin de reducir la velocidad de escurrimiento y prevenir la erosión del terreno natural aguas abajo de la descarga. En los sectores de camino con mayor pendiente longitudinal, particularmente en los tramos identificados con pendientes cercanas al máximo admisible, podrá requerirse la incorporación de bajadas de agua escalonadas.

El sistema de drenaje se diseñará de manera integrada con el trazado de caminos y plataformas, aprovechando en la medida de lo posible el relieve natural y los patrones de escurrimiento existentes en el predio, con el fin de minimizar la necesidad de obras de drenaje adicionales y reducir la alteración del régimen hídrico superficial del sitio.

I.2.7. Torres meteorológicas operativas.

Como parte del **Proyecto** se contempla la instalación de torres meteorológicas destinadas a la medición de viento para la certificación de la curva de potencia de los aerogeneradores. Estas mediciones permitirán obtener registros de calidad para la evaluación del desempeño de los equipos, de acuerdo con los requisitos establecidos por la normativa aplicable.

El diseño, la instrumentación y la instalación de las torres meteorológicas se desarrollarán de conformidad con normas y reglamentos aplicables, tales como la IEC 61400-12-1, Wind energy generation systems – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines, entre otras. Las especificaciones técnicas detalladas correspondientes al diseño, suministro, instrumentación, montaje, pruebas, puesta en marcha y operación de las torres meteorológicas serán desarrolladas en etapas posteriores del **Proyecto**.

La cantidad y ubicación de las torres meteorológicas fueron definidas por el tecnólogo en función de los requerimientos para la certificación de curva de potencia. En la siguiente tabla se presentan las posiciones previstas para cada torre:

Tabla I. 12. Coordenadas y detalles de las torres meteorológicas operativas.

Estación Meteorológica	X (m)	Y (m)	WTG asociado	Potencia nominal del WTG asociado (MW)
M_T17	313,150	3,097,585	17	6.8

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estación Meteorológica	X (m)	Y (m)	WTG asociado	Potencia nominal del WTG asociado (MW)
M_T33	324,686	3,102,290	33	6.8
M_T44	325,118	3,099,293	44	7.0

I.2.8. Edificios auxiliares permanentes.

Como parte de la infraestructura permanente del **Proyecto** se contemplan los edificios auxiliares destinados a la operación, el mantenimiento y el control de accesos al parque eólico, así como el vallado perimetral limitado a las áreas más sensibles del sitio.

I.2.8.1. Edificio de control y servicios.

Para la etapa de operación y mantenimiento se construirá un edificio de control, emplazado en la periferia de la subestación del parque, que incorporará una sala de control y monitoreo, oficinas administrativas, sala de reuniones, sanitarios y vestuarios, y un sector de taller y almacén permanente para el personal de mantenimiento de la planta, destinado al resguardo de repuestos, herramientas e insumos de operación. El edificio contará con accesos consolidados y una zona de estacionamiento para los vehículos livianos del personal de operación y mantenimiento, así como con las instalaciones sanitarias, eléctricas y de vigilancia necesarias para su funcionamiento.

I.2.8.2. Caseta de vigilancia.

Adicionalmente, se construirá una caseta de vigilancia en el ingreso del predio, destinada a restringir el paso de personas no autorizadas y registrar el acceso del personal, contratistas y subcontratistas durante todas las etapas del **Proyecto**, constituyendo el punto principal de control de accesos permanente del parque.

La superficie, distribución y cantidad definitiva de estas instalaciones se determinarán en etapas posteriores de ingeniería, en función del programa de obra, la dotación de personal permanente y el layout definitivo del **Proyecto**.

I.2.8.3. Vallado perimetral limitado.

En cuanto al vallado perimetral, se prevé, como criterio preliminar, la delimitación puntual de las áreas más sensibles del **Proyecto**, tales como la subestación y las torres meteorológicas, sin que esto implique necesariamente el cercado perimetral de la totalidad del predio, lo cual quedará sujeto a definición conforme avance el diseño de detalle y los requerimientos de seguridad del **Proyecto**.

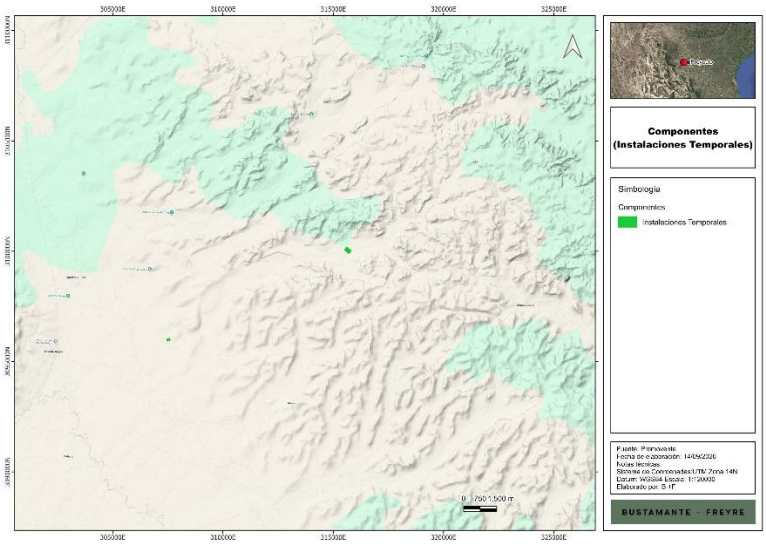
I.2.9. Áreas temporales de obra.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se habilitarán distintas áreas temporales de obra destinadas al alojamiento de las actividades constructivas, la administración de la obra y el apoyo logístico, sin que las mismas constituyan infraestructura permanente. Estas áreas serán retiradas y sus superficies restauradas al concluir la etapa constructiva del **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No se contempla la instalación de un taller formal durante la etapa de construcción; en caso de requerirse una reparación de emergencia que no pueda realizarse trasladando el equipo o la maquinaria a una superficie impermeable, se aplicará un procedimiento específico de protección del suelo mediante charolas de contención, materiales absorbentes y remoción manual de cualquier derrame.

Figura I. 32. Ubicación instalaciones temporales



I.2.9.1. Campamento de obra.

Se habilitará un campamento de obra que alojará las oficinas del promotor, la contratista y las subcontratistas, así como los servicios de apoyo a la construcción (control de calidad, seguridad y salud ocupacional, y administración de obra), resuelto mediante casetas u oficinas tipo contenedor. Su ubicación respetará una distancia mínima respecto de cualquier aerogenerador en operación equivalente a la zona de exclusión definida para las maniobras de izaje.

I.2.9.2. Planta de concreto.

Se instalará una planta de concreto para el abastecimiento de las actividades de cimentación y demás obras civiles del **Proyecto**, la cual incluirá el almacenamiento de cemento y agregados, el sistema de dosificación y mezclado, el suministro de agua industrial, y las medidas de control de polvo, manejo del agua de lavado y contención de derrames correspondientes.

I.2.9.3. Área de acopio de material.

Se dispondrán áreas temporales para el acopio de materiales de construcción, suelo producto de excavaciones y material pétreo, distribuidas estratégicamente dentro del predio según el avance de las distintas frentes de obra. Complementariamente, el **Proyecto** contempla dos áreas temporales adicionales, destinadas al acopio de materiales y oficinas, aledañas al camino interno.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.2.9.4. Depósitos de vegetación.

En el marco de las actividades de desmonte y despalme se habilitarán depósitos de vegetación, destinados al acopio temporal del material vegetal y del suelo orgánico removido, con el fin de preservarlo para su eventual reutilización en las labores de restauración y revegetación de las superficies temporales del **Proyecto**.

I.2.9.5. Almacenes / zonas de acopio de componentes de aerogeneradores.

Para el acopio de los componentes principales de los aerogeneradores (palas, tramos de torre, góndola y demás elementos) se evaluará la conveniencia de habilitar almacenes/zonas temporales centralizadas entre posiciones de aerogeneradores estratégicas, en función de la logística de aprovisionamiento que se adopte para el **Proyecto**. De no resultar viable dicha centralización, el acopio de componentes se realizará de manera individual en cada plataforma de montaje, sin requerir una instalación de acopio adicional.

I.2.9.6. Caseta de alimentos.

No se prevé la construcción de un comedor permanente, destinándose en su lugar un sector o caseta habilitada para el consumo de alimentos del personal de obra, próxima al campamento, que permita un adecuado control de la generación y manejo de residuos y de las condiciones de higiene.

I.2.9.7. Sanitarios portátiles.

Las instalaciones sanitarias del personal de obra se resolverán mediante el servicio de una empresa especializada en renta y mantenimiento de sanitarios portátiles, complementado con los sanitarios propios de las casetas del campamento.

I.2.9.8. Almacenamiento transitorio de residuos peligrosos.

Se habilitarán sectores de almacenamiento transitorio de residuos peligrosos generados durante la etapa constructiva (principalmente aceites usados, grasas, filtros, absorbentes contaminados, envases de sustancias químicas y materiales de limpieza contaminados), con piso impermeable, paredes sólidas, techo y sistema de contención de derrames, previo a su entrega a un prestador de servicios autorizado.

I.2.9.9. Suministro temporal de agua y energía.

Se dispondrá de suministro temporal de agua para las actividades constructivas (mediante pipas autorizadas) y de energía eléctrica mediante generadores diésel para las áreas temporales de obra y frentes de trabajo.

I.2.9.10. Estacionamiento temporal.

Se habilitarán zonas de estacionamiento para los vehículos del personal y de las distintas contratistas, con control de acceso al predio durante toda la etapa constructiva.

I.3. Programa de trabajo.

A continuación, se presenta el programa de trabajo del **Proyecto** de conformidad con las etapas que lo conforman:

- Preparación del sitio y Construcción: 3 años.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Operación y Mantenimiento: 25 años.
- Desmantelamiento: 2 años.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla I. 13. Programa de trabajo del Proyecto.

Actividad/meses/años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	[…]	28	29	30
Preparación del sitio y construcción (3 años)																		
Actividades previas (ingeniería, permisos, procura)																		
Habilitación de instalaciones auxiliares																		
Desmonte y despalme																		
Trazo, nivelación y movimiento de tierras																		
Habilitación de vialidades internas y drenaje pluvial																		
Excavación y cimentaciones de aerogeneradores																		
Montaje de torres tubulares de aerogeneradores																		
Instalación de nacelle, rotor y palas de aerogeneradores																		
Instalación de canalizaciones y cableado de media tensión (34.5 kV)																		
Conexión eléctrica y puesta en servicio de aerogeneradores																		
Sistema de puesta a tierra y red de comunicaciones																		
Instalación de torres meteorológicas																		
Construcción de la Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV y del Sistema BESS																		
Instalación de torres de la Línea de Transmisión 400 kV																		
Tendido de conductores y cables de guarda de la Línea de Transmisión 400 kV																		
Pruebas, puesta en servicio y energización																		
Operación y mantenimiento (25 años)																		
Mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo																		
Desmantelamiento y abandono (2 años)																		
Desmontaje de infraestructura																		
Retiro de residuos y valorización																		
Restauración y revegetación del sitio																		

I.3.1. Representación gráfica regional.

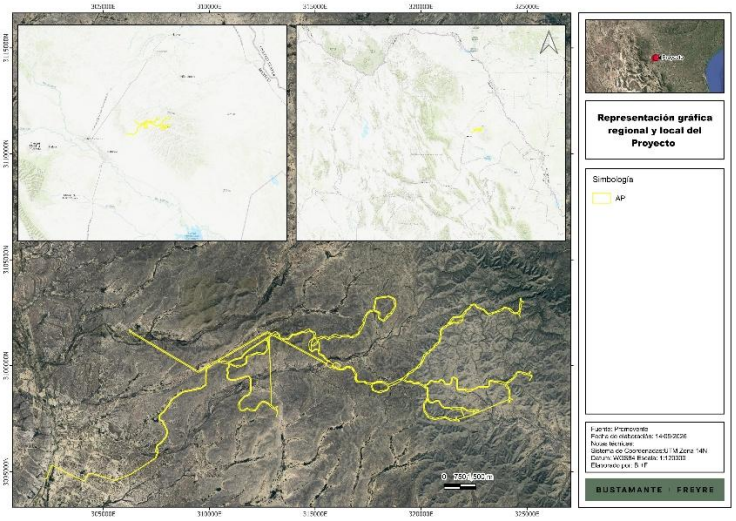
De acuerdo con la representación geográfica del Proyecto, éste se localiza en el estado de Coahuila de Zaragoza, dentro de los municipios de Villa Unión y Sabinas, en la porción norte-centro de la entidad. El Proyecto se emplaza en un entorno de baja densidad poblacional, en las cercanías de la línea de transmisión existente RE–FRO 400 kV, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad.

Desde el punto de vista hidrológico, el área del **Proyecto** se ubica en la Región Hidrológica RH24 "Bravo–Conchos", y específicamente dentro de la cuenca del Río Bravo (CH1424), conforme a la clasificación hidrológica oficial de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Esta delimitación corresponde a una unidad hidrológica de carácter regional que integra la porción norte y noreste del estado de Coahuila, drenando en última instancia hacia el Río Bravo.

El área del **Proyecto** presenta conectividad regional a través del corredor carretero federal Altamira – Ciudad Victoria – Monterrey, complementado por la Carretera Federal 53 (hasta su empalme con la Carretera Federal 57 en las inmediaciones de Castaños) y la Carretera Federal 57 en el tramo Monclova – Nueva Rosita – Sabinas – Villa Unión. Desde este último punto, el acceso al sitio se realiza mediante caminos locales existentes. Esta red vial permite el enlace con las cabeceras municipales, con la red carretera estatal y con las principales ciudades de la región noreste del país.

La ubicación municipal y su integración dentro de la red hidrológica y de comunicación regional proporcionan el marco territorial para la implantación y operación del **Proyecto**.En las siguientes figuras se presenta la ubicación regional del **Proyecto**, indicando su posición dentro del estado y municipio, la región hidrológica correspondiente y las principales vías de comunicación.

Figura I. 33. Representación gráfica regional del Proyecto



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I. 34. Región Hidrológica en el área del Proyecto

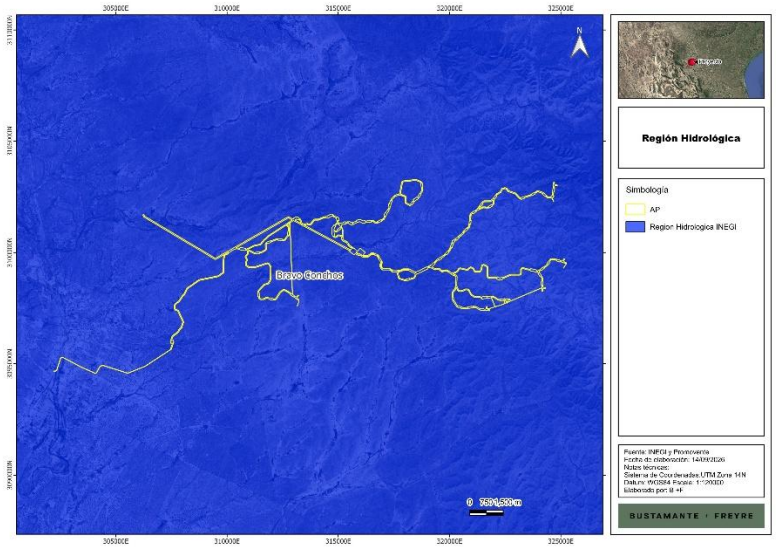
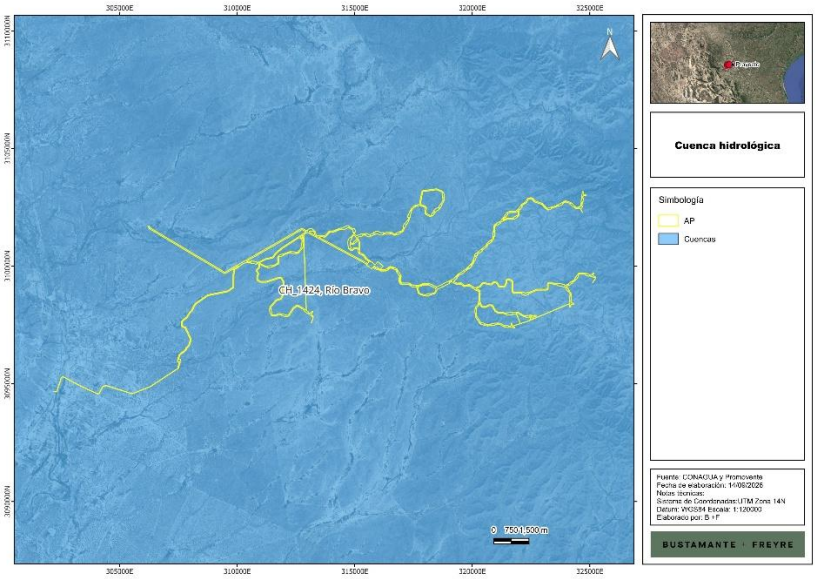


Figura I. 35. Cuenca Hidrológica en el área del Proyecto



I.3.2. Representación gráfica local.

A nivel local, el **Proyecto** se ubica en el estado de Coahuila de Zaragoza, en los territorios municipales de Villa Unión y Sabinas, en un entorno predominantemente rural, caracterizado por parcelas de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

aprovechamiento agropecuario extensivo y vegetación de matorral xerófilo característica del noreste del país. El **Proyecto** se encuentra en las cercanías de la línea de transmisión existente RE–FRO 400 kV de la Comisión Federal de Electricidad, a la cual se conectará mediante la Subestación de Maniobras y el entronque asociados (tramitados de manera independiente bajo modalidad particular).

Desde el punto de vista hidrológico, el área se inserta dentro de la Región Hidrológica RH24 "Bravo–Conchos", específicamente en la cuenca del Río Bravo (CH1424). A escala de mayor detalle, el sitio del **Proyecto** se localiza dentro de las subcuencas hidrológicas "Río Bravo 9" y "Río Bravo 10", las cuales forman parte del sistema hidrológico regional que define las condiciones generales de escurrimiento en esta porción del estado.

En un nivel aún más específico, el **Proyecto** se distribuye en diversas microcuencas hidrológicas del sistema de escurrimientos superficiales de la porción norte-centro del estado de Coahuila. Estas unidades delimitan el comportamiento local del drenaje superficial y permiten reconocer la dirección general de los escurrimientos, los cuales, en la región, se caracterizan por su naturaleza intermitente y por drenar en última instancia hacia el Río Bravo. La identificación específica de subcuencas y microcuencas interceptadas por el **Proyecto** se detalla en el Anexo cartográfico correspondiente.

En cuanto a la conectividad local, el **Proyecto** mantiene vinculación con una red de caminos rurales y con las vialidades de mayor jerarquía que articulan los municipios de Villa Unión y Sabinas con la Carretera Federal 57, la cual constituye el eje regional principal en el norte de Coahuila. La traza se apoya en esta infraestructura vial existente, complementada por caminos internos que se habilitarán durante la etapa constructiva para el acceso a las posiciones de los aerogeneradores, la Subestación Elevadora SET La Noria y las instalaciones auxiliares del **Proyecto**. Esta configuración facilita el acceso para las etapas de construcción, operación y mantenimiento sin requerir la habilitación de nuevas vialidades regionales.

En conjunto, la representación gráfica local permite contextualizar la ubicación precisa del **Proyecto** dentro de su entorno inmediato, identificando las unidades hidrológicas en las que se inserta, los límites municipales que atraviesa y la infraestructura vial disponible, elementos fundamentales para la planeación territorial y el análisis ambiental del sitio.

En las figuras siguientes se muestran los mapas correspondientes a la ubicación local del **Proyecto**, y las unidades hidrológicas a nivel de subcuenca y microcuenca.

Figura I. 36. Representación gráfica local del Proyecto

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

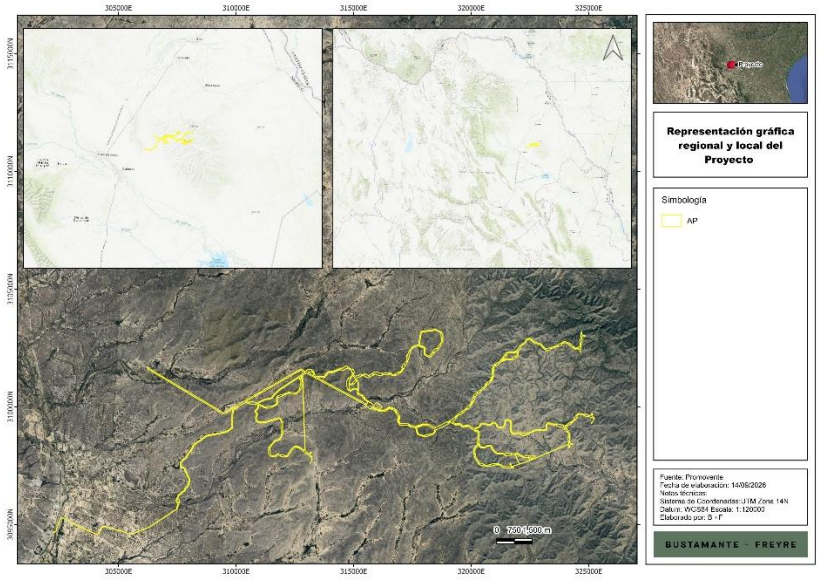


Figura I. 37. Subcuencas que inciden en el área del Proyecto

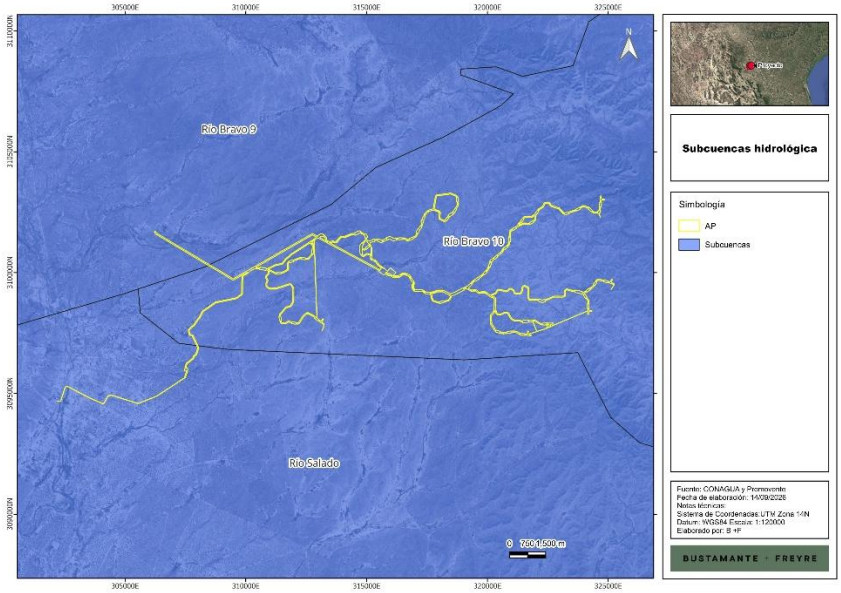
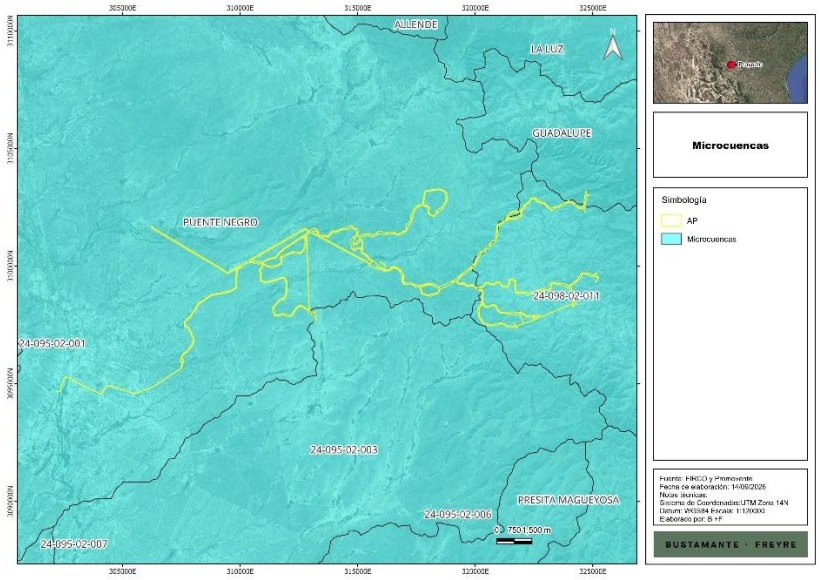


Figura I. 38. Microcuencas que inciden en el área del Proyecto

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



I.4. Descripción de las etapas del Proyecto.

A continuación, se describen las actividades principales por etapa del **Proyecto**, conforme al programa general de obra presentado en el apartado anterior.

I.4.1. Actividades Previas.

Las Actividades Previas del **Proyecto** (incluidas en la etapa de preparación del sitio y construcción) incluirán principalmente actividades de gabinete, gestión y planeación, sin intervención física al sitio. Entre las actividades consideradas se encuentran:

- Estudios de prospección del recurso eólico y evaluación complementaria mediante las estaciones meteorológicas ya instaladas en sitio.
- Estudios de interconexión y transmisión ante CFE Transmisión y CENACE.
- Diseño del parque (layout de aerogeneradores, plataformas de montaje, caminos, red de media tensión, subestación elevadora y línea de transmisión) y solicitud de permisos.
- Estudios de ingeniería básica y de detalle: mecánica, eléctrica, civil, geotécnica, hidrológica e hidráulica.
- Estudios ambientales (línea base, MIA-R, estudios técnicos justificativos, etc.).
- Gestión de permisos, autorizaciones y licencias ante autoridades federales (SEMARNAT, CONAGUA, CFE/CENACE), estatales y municipales aplicables.
- Trámites administrativos y legales asociados a la tenencia de la tierra, contratos de arrendamiento o uso del suelo, servidumbres de paso y demás instrumentos jurídicos requeridos.
- Selección de contratistas y formalización de contratos de obra y servicios.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Estudio de ruta (route survey) específico para el transporte de componentes extradimensionados de los aerogeneradores, a cargo de la transportista especializada en coordinación con el proveedor Nordex.

Durante esta etapa no se prevé la generación significativa de aguas residuales dentro del sitio del **Proyecto**, debido a que las actividades estarán enfocadas principalmente en estudios, ingeniería, gestión de permisos y actividades administrativas.

I.4.2. Preparación del sitio.

La Preparación del sitio comprende las siguientes actividades principales:

I.4.2.1. Delimitación del sitio del Proyecto.

Se delimitan con banderines o estacas mediante el levantamiento topográfico con estación total las áreas requeridas para el desarrollo del **Proyecto**, que sean autorizadas por los resolutivos ambientales, incluyendo las posiciones de los 44 aerogeneradores, las plataformas de montaje, el trazado de caminos internos y camino de acceso, el corredor de la red MT, el área de la SET La Noria, la traza de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV y las áreas temporales de obra.

I.4.2.2. Desmonte y despalme.

Consiste en la remoción de la vegetación presente dentro de las áreas autorizadas para la construcción de las obras permanentes y temporales del **Proyecto**, así como en el retiro de la capa superficial del suelo necesaria para la ejecución de las actividades constructivas. Estas labores permitirán acondicionar el terreno para la instalación de la infraestructura proyectada, incluyendo las fundaciones y plataformas de los aerogeneradores, los caminos internos y de acceso, la subestación elevadora, la Línea de Transmisión y demás obras asociadas.

Los materiales vegetales y el suelo removido serán manejados conforme a los procedimientos y medidas ambientales aplicables, procurando su aprovechamiento o disposición adecuada dentro de las áreas autorizadas del **Proyecto**. Se habilitarán depósitos de vegetación destinados al acopio temporal del material vegetal y del suelo orgánico removido, con el fin de preservarlo para su eventual reutilización en las labores de restauración y revegetación de las superficies temporales del **Proyecto.**

Las actividades se realizarán de manera progresiva y planificada, favoreciendo el desplazamiento natural de la fauna hacia zonas adyacentes con menor nivel de perturbación. Se implementarán medidas de manejo y conservación de suelo orientadas a minimizar los procesos erosivos, incluyendo la conservación o restitución de suelo orgánico en áreas aplicables y el establecimiento de cobertura vegetal herbácea compatible con la operación del parque eólico.

I.4.2.3. Instalación de infraestructura temporal y obras provisionales.

Se habilitarán las áreas temporales de obra descritas en el apartado I.2.9 del presente Capítulo, destinadas a las actividades de preparación del sitio y construcción. Las obras provisionales incluyen:

- Campamento de obra con oficinas del promotor, contratista y subcontratistas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Servicios de apoyo a la construcción (control de calidad, seguridad y salud ocupacional, administración de obra) mediante casetas u oficinas tipo contenedor.
- Planta de concreto para el abastecimiento de las actividades de cimentación y demás obras civiles, incluyendo almacenamiento de cemento y agregados, sistema de dosificación y mezclado, suministro de agua industrial y medidas de control de polvo, manejo del agua de lavado y contención de derrames.
- Depósitos temporales de vegetación, suelo producto de excavaciones y material pétreo.
- Almacenes/zonas temporales para el acopio de los componentes principales de los aerogeneradores (palas, tramos de torre, góndola y demás elementos), en función de la logística de aprovisionamiento adoptada ("just in time" o acopio centralizado).
- Sector o caseta habilitada para el consumo de alimentos del personal de obra (comedor no permanente).
- Sanitarios portátiles con mantenimiento por empresas autorizadas (1 baño por cada 10 trabajadores).
- Sectores de almacenamiento transitorio de residuos peligrosos.
- Suministro temporal de agua y energía para las actividades constructivas.
- Estacionamiento temporal para vehículos del personal de obra y contratistas.

Los frentes de trabajo serán móviles y se desarrollarán de manera progresiva, aplicando en todo momento las medidas de seguridad y protección ambiental correspondientes. Las áreas temporales de obra serán ubicadas estratégicamente en el interior de los polígonos del **Proyecto** y retiradas al concluir las actividades.

I.4.2.4. Delimitación y control de accesos del Proyecto.

Previo al inicio de las actividades constructivas se implementarán medidas para la delimitación y control de acceso a las áreas de trabajo, mediante la instalación de cercos temporales, señalización y puntos de control que permitan restringir el ingreso a personal autorizado. La caseta de vigilancia en el ingreso del predio constituirá el punto principal de control de accesos permanente del parque.

I.4.3. Construcción.

La etapa de Construcción comprenderá las siguientes actividades constructivas:

I.4.3.1. Excavación, nivelación y movimiento de tierras.

Se realizarán actividades de excavación, nivelación, conformación y compactación del terreno mediante el empleo de maquinaria y equipo especializado, con la finalidad de acondicionar las áreas destinadas a las fundaciones de los aerogeneradores, plataformas de montaje, subestación elevadora SET La Noria, edificio de control, cimentaciones de torres de la Línea de Transmisión 400 kV, caminos internos y demás infraestructura asociada al **Proyecto**.

Sobre la base de un análisis preliminar de corte y relleno del trazado de caminos del **Proyecto**, se estima un volumen de movimiento de suelos del orden de 1,000,000 a 1,500,000 m³ de corte y de 650,000 a 1,000,000 m³ de relleno, resultando en un excedente neto de material (corte sobre relleno) del orden de 350,000 a 500,000 m³. Estos valores constituyen una primera aproximación de trabajo, sujeta a ajuste conforme se

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

complete el diseño geométrico definitivo de la totalidad de la traza vial del **Proyecto** y al estudio geotécnico y de balance de materiales correspondiente a etapas posteriores de ingeniería.

I.4.3.2. Construcción de caminos internos y camino de acceso.

Los caminos estarán conformados mediante obras de terracería y materiales pétreos adecuados para garantizar condiciones seguras de tránsito y acceso a las instalaciones del **Proyecto**, con un ancho de calzada de 6 m y una huella total del orden de 40 m que contempla la calzada, las cunetas laterales, los taludes de corte y relleno resultantes de la adecuación topográfica del terreno y las obras de drenaje asociadas (cunetas longitudinales, contracunetas y obras de cruce transversal), así como las franjas de maniobra requeridas para el tránsito de equipos durante la etapa constructiva. Conforme a lo señalado en el apartado I.2.6.1, el trazo geométrico presentado corresponde a un diseño conceptual de caminos tipo, cuyo trazo definitivo y dimensiones específicas se establecerán en la ingeniería de detalle del **Proyecto**.

Durante su diseño y construcción se considerarán las condiciones topográficas, los patrones de drenaje natural y los escurrimientos superficiales presentes en el sitio. En los puntos donde resulte necesario mantener la continuidad de los escurrimientos superficiales, podrán construirse obras de drenaje y cruce hidráulico.

I.4.3.3. Construcción de obras de drenaje.

Se construirán obras de drenaje pluvial destinadas a captar, conducir y controlar los escurrimientos superficiales generados por eventos de precipitación. Estas obras podrán incluir cunetas longitudinales trapezoidales revestidas en hormigón o suelo compactado, alcantarillas tubulares o de tipo cajón de hormigón armado, badenes o pasos de agua y disipadores de energía mediante enrocado o piedra acomodada.

En caso de requerirse cruces de cauces, escurrimientos o zonas federales, se podrán construir obras hidráulicas tales como alcantarillas, badenes, cajones de concreto u otras estructuras equivalentes. Previamente a la ejecución de cualquier obra dentro de cauces o zonas federales, se obtendrán las autorizaciones, permisos y demás instrumentos que resulten aplicables ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y las autoridades competentes.

I.4.3.4. Construcción de plataformas de montaje (crane pads).

Para el montaje de cada uno de los 44 aerogeneradores se habilitará una plataforma de montaje conforme al modelo TS119-02 N175/6.X. Cada plataforma incluye la plataforma de grúa principal, el área de armado del brazo de grúa, las plataformas de grúas auxiliares, las áreas de acopio de componentes principales, la extensión de camino que conecta el camino del parque con el área de acopio, y la fundación con puerta de acceso orientada hacia la plataforma de grúa.

La construcción de las plataformas comprende actividades de nivelación, compactación con grava triturada, grava natural o suelo compactado (módulo EV2 mínimo de 120 MPa), conformación de la pendiente entre 0.2% y 1% orientada hacia atrás de la plataforma, e implementación de sistemas de drenaje para evitar el estancamiento de agua o lodo en la superficie. Adicionalmente, las plataformas y áreas de acopio se ubicarán respetando las distancias mínimas de seguridad respecto de líneas eléctricas aéreas existentes.

I.4.3.5. Excavación y construcción de fundaciones de los aerogeneradores.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Cada una de las 44 fundaciones consiste en una cimentación superficial aislada de hormigón armado de sección circular, conformada por una base de diámetro D sobre la cual se construye un pedestal macizo de diámetro D2 y altura h2. El proceso constructivo comprende excavación mediante maquinaria pesada; colocación de una base de nivelación de hormigón de espesor reducido; armado de la estructura de refuerzo de acero incluyendo la jaula de anclaje; colocación del encofrado; y colado del hormigón preferentemente en una única fase para asegurar la homogeneidad estructural.

Una vez concluido el proceso constructivo y en las áreas que no interfieran con la operación y el mantenimiento del aerogenerador, se procederá a la restitución del terreno a su condición original en la medida en que las condiciones del sitio lo permitan. La geometría definitiva de cada fundación (diámetros, altura y profundidad de desplante) así como el volumen de excavación, concreto y acero de refuerzo requeridos se determinarán en etapas posteriores de ingeniería.

I.4.3.6. Instalación de las redes subterráneas y aéreas de media tensión (34.5 kV).

Se realizarán actividades de trazo, excavación, conformación y nivelación de zanjas destinadas a la instalación de la red subterránea de media tensión del **Proyecto**, mediante maquinaria especializada (retroexcavadoras, camiones de acarreo y equipo de compactación). Las zanjas tendrán una profundidad aproximada de 1.2 m y un ancho variable dependiendo del número de ternas que circulen por el tramo, con ancho máximo de 12 metros.

Una vez concluida la excavación, se efectuará la limpieza y preparación de las zanjas, retirando materiales sueltos. Posteriormente, se realizará la colocación de una primera capa de arena de 10 cm, el depósito del cable, un relleno de 30 cm de arena, la colocación a 40 cm del fondo de una placa de protección para los conductores, el relleno restante con tierra seleccionada proveniente de la excavación, y la colocación a 50 cm del inicio de la placa protectora de la señalización de precaución correspondiente.

En cuanto a los tramos aéreos de MT, se instalarán estructuras de suspensión de hormigón armado, poste metálico o de madera, fundadas de hormigón simple o armado, con sus respectivas puestas a tierra de seguridad. La interconexión entre los circuitos subterráneos y aéreos se realizará a través de reconectadores automáticos dispuestos en el punto de transición. Se instalará también la red de fibra óptica, con cables soterrados o aéreos según el tramo de MT correspondiente.

I.4.3.7. Montaje electromecánico de los aerogeneradores.

El montaje electromecánico de los aerogeneradores comprende la recepción, prearmado e izaje de sus componentes principales en cada una de las 44 posiciones del **Proyecto**, conforme a la secuencia y metodología establecidas por el fabricante para el modelo Nordex N175/6.X.

Los componentes de los aerogeneradores (tramos de torre, góndola, buje, rotor y palas) serán recibidos mediante transporte especializado y sometidos a control de calidad e inventario antes de su descarga. Su almacenamiento en obra será temporal, priorizándose en la medida de lo posible la modalidad de aprovisionamiento "just in time" para minimizar los tiempos de acopio en cada plataforma.

En cada plataforma de montaje se realizará el prearmado de los componentes que así lo requieran, así como el posicionamiento de los tramos de torre, palas y demás elementos en las áreas de acopio previstas para tal fin.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El izaje se llevará a cabo mediante una grúa principal complementada por grúas de apoyo. La secuencia de montaje comprende, conforme a la configuración de izaje establecida por el fabricante para el modelo N175/6.X:

- Izaje y unión sucesiva de los tramos de torre, asegurados mediante tornillería estructural, hasta alcanzar la altura de buje de 119 m.
- Izaje de la góndola mediante la modalidad de izaje combinado (góndola con el tren de potencia preensamblado); la modalidad de izaje único de góndola, tren de potencia y buje en conjunto no resulta aplicable a este modelo.
- Izaje independiente del buje con el rotor.
- Montaje sucesivo de las tres palas, conforme a la modalidad de izaje establecida por el fabricante para este modelo.

Esta secuencia de izajes condiciona la necesidad de contar con grúa principal y grúa(s) auxiliar(es) en cada posición, así como los tiempos de ciclo de montaje por plataforma.

Una vez completado el montaje mecánico, se procede a las conexiones eléctricas y de comunicaciones del aerogenerador (incluyendo su vinculación al sistema colector de media tensión y a la red de fibra óptica), así como a la instalación de los componentes auxiliares (sistema de puesta a tierra, anemómetros, luces de señalización aeronáutica y sistema de protección contra descargas atmosféricas). Completadas estas conexiones, se realizan las pruebas correspondientes, la energización y la puesta en servicio de cada unidad, conforme al protocolo de comisionado del fabricante.

Finalizado el montaje y las pruebas de cada posición, se procede al desarmado y traslado de las grúas hacia la siguiente plataforma, y a la restauración de las áreas auxiliares de montaje que no resulten necesarias para la etapa de operación.

Todo el personal involucrado en las tareas de montaje contará con la calificación y capacitación correspondientes, incluyendo inducción de seguridad y capacitación específica para trabajos en altura.

I.4.3.8. Construcción de la Subestación Elevadora SET La Noria.

Comprende las actividades de preparación del sitio, cimentaciones, obras civiles, montaje electromecánico, instalación de equipos de potencia (transformadores 400/34.5 kV (dos unidades de 190 MVA) con sus bateas de contención de derrames y depósitos sumidero), sistemas de protección, control, medición y demás infraestructura necesaria para la operación de la SET La Noria, sobre una superficie aproximada de 6 ha (incluye BESS y edificio de O&M). Las características técnicas y componentes de la subestación se describen en el apartado I.2.3.

I.4.3.9. Instalación de torres de la Línea de Transmisión 400 kV.

Se realizará el suministro, montaje e instalación de las aproximadamente 30 torres que conformarán la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV del **Proyecto**, desde la SET La Noria en dirección al Punto de Interconexión con el SEN. Las actividades comprenden replanteo, excavación, cimentación, izaje y fijación de las estructuras. Conforme al procedimiento constructivo de líneas de transmisión, las fases son las siguientes:

Trabajos previos y trazo topográfico:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Recepción de cimentaciones:** verificación topográfica de las coordenadas, ejes, elevaciones de dados y la posición del ángulo de arranque (stube) de acuerdo con la norma.
- **Pruebas de laboratorio:** verificación de resistencia a la compresión (f'c) de los dados y pruebas de extracción de anclas (pull-out tests) si aplica.
- **Habilitado de accesos y plataformas:** acondicionamiento del área de maniobras respetando la delimitación del Derecho de Vía.

Recepción, clasificación y armado de estructuras:

- Loteo y clasificación: selección de perfiles de acuerdo con la lista de empaque (pack list) del fabricante según la clave de torre.
- Armado en piso: ensamble de secciones piramidales parciales mediante grúa o manual, cuidando no dañar la capa de galvanizado (CFE NRF-001).
- **Torque inicial:** ajuste preliminar de tornillería al 80% del torque especificado.

Izaje y montaje de torres de celosía:

- **Metodología de izaje:** uso de grúa telescópica de alta capacidad o pluma de montaje (gin pole / pluma flotante) según la accesibilidad del terreno.
- Secuencia de plomeo: (1) montaje de la extensión y cuerpo inferior sobre los stubes; (2) izaje del cuerpo medio, cuerpo superior y crucetas; (3) plomeo y verticalidad con tolerancia máxima ≤ 1:500 de la altura total de la torre.
- **Torque final y remachado:** apriete final con llave dinamométrica al 100% del valor nominal y deformación/dañado intencional de la rosca en la tornillería para evitar el desapriete por vibración eólica.

Montaje de vestido de torres y cadenas de aisladores:

- Subida y colocación de herrajes: izaje de yugos, cuernos de arqueo, amortiguadores y cadenas de aislamiento (arreglo en "V" para torres de suspensión EA4A o arreglos de tensión para EA4W).
- Colocación de poleas de tendido: instalación de poleas compuestas con recubrimiento de neopreno/aluminio para evitar daño por fricción en el conductor durante el tendido.

I.4.3.10. Tendido del cable en el circuito de la Línea de Transmisión aérea 400 kV.

Comprende el suministro, tendido, tensado y fijación de los conductores (haz de 2 conductores 1113 kcmil ACSR/AS o 795 kcmil por fase), cables de guarda (1 EHS + 1 OPGW) y accesorios asociados de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, a lo largo de la traza que parte de la SET La Noria en dirección al Punto de Interconexión con el SEN.

Método de tendido bajo tensión controlada:

- Utilización de freno-frenadora (tensioner) y winche/cabrestante (puller) para mantener los conductores en el aire sin tocar el suelo en ningún momento.
- Tendido simultáneo del haz de conductores mediante cable piloto (de acero o polipropileno de alta resistencia).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Regulada / Flechado (Tensionado):

- Medición de la catenaria mediante el método de visualización topográfica directa o estación total bajo curva de tensión-temperatura.
- Corrección por fluencia plástica del conductor (creep).

Engrapado y accesorios de línea:

- Transferencia de los conductores desde las poleas a las grapas de suspensión o grapas de retención tipo compresión.
- Instalación de separadores-amortiguadores en el haz de conductores para mantener la distancia entre subconductores y prevenir vibraciones eólicas y galope.
- Instalación de amortiguadores de vibración tipo Stockbridge en cables de guarda y OPGW en los puntos de apoyo.
- Cajas de empalme OPGW: fusionado de fibra óptica en torres de remate/seccionamiento especificadas.

Las obras de conexión al SEN posteriores a la Línea de Transmisión, incluyendo la subestación de maniobras y el entronque a la línea existente, no forman parte del alcance del presente **Proyecto**.

I.4.3.12. Instalación de mástiles meteorológicos operativos.

Se realizará el diseño, suministro, instrumentación, montaje, pruebas, puesta en marcha y operación de las torres meteorológicas destinadas a la certificación de la curva de potencia de los aerogeneradores, de conformidad con las normas aplicables (IEC 61400-12-1, entre otras). La cantidad y ubicación fueron definidas por el tecnólogo en función de los requerimientos para la certificación de curva de potencia.

I.4.3.13. Pruebas de campo y control de calidad.

Las pruebas de campo y control de calidad aplicables a las torres de la LT y demás componentes eléctricos incluyen:

- **Torque de tornillería:** verificación del 100% de la tornillería de las torres con torquímetro calibrado.
- **Inspección visual de galvanizado**: reparación de daños menores con pintura rica en zinc según ASTM A780.
- **Resistencia de red de tierras:** medición del sistema de tierras individual de cada estructura (resistencia máxima permitida ≤ 10 Ω o ≤ 15 Ω en suelos de alta resistividad).
- **Verificación de libramientos (catenaria):** medición de la distancia mínima de seguridad al terreno natural (≥ 9.50 m a 11.00 m) a la máxima temperatura de operación (75 °C o 100 °C).
- **Inspección con dron / marcaje:** verificación aérea de chavetas, cotanas y posición correcta de amortiguadores.

I.4.3.14. Pruebas y energización.

Comprende la ejecución de pruebas eléctricas, mecánicas, funcionales y de comunicación de los equipos e instalaciones que conforman el **Proyecto**, con el fin de verificar su correcta operación y cumplimiento de las

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

especificaciones de diseño. Una vez concluidas satisfactoriamente las pruebas correspondientes, se procederá a la energización coordinada de los sistemas y a la puesta en servicio del parque eólico, la SET La Noria y la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV.

I.4.4. Operación y Mantenimiento.

La operación, el mantenimiento y la seguridad de un parque eólico se da 24 horas por día y 365 días al año, y el acceso puede ser requerido en cualquier momento. La etapa de Operación tiene una duración prevista de 25 años y consiste en la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico a través de los 44 aerogeneradores Nordex N175 instalados.

Durante la fase de operación, la generación de energía eléctrica se realizará mediante el aprovechamiento de la energía cinética del viento a través de los aerogeneradores, sin requerir el uso de combustibles fósiles ni procesos de combustión, por lo que no se prevén emisiones atmosféricas directas asociadas a la generación de energía. La energía es transformada al nivel de tensión de interconexión (400 kV en la SET La Noria) y conducida mediante la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV hacia el Punto de Interconexión con el SEN.

Los cronogramas de mantenimiento del parque eólico dependen del tipo de turbina instalada; sin embargo, normalmente pueden ser separados en tres diferentes categorías: inspecciones y mantenimientos programados, revisiones periódicas (overhauls) o mantenimientos sin programación.

I.4.4.1. Inspecciones y mantenimientos programados.

Las inspecciones programadas involucran principalmente la inspección y reemplazo de las partes de desgaste, revisar los lubricantes y otros fluidos y filtros. Una inspección programada de cada turbina es probable que suceda cada seis meses.

I.4.4.2. Overhauls periódicos.

Los overhauls periódicos se llevarán delante de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes. Dichas campañas de overhaul serán planeadas con una periodicidad de un año durante el momento de las mejores condiciones de acceso. El trabajo normalmente incluye pruebas de las funciones y seguridades, inspecciones visuales, análisis de las muestras de aceite, cambio de filtros de aceite, lubricación de partes, revisión de las uniones abulonadas, cambio de las pastillas de freno y cambios de aceite en la caja multiplicadora o en los sistemas hidráulicos.

I.4.4.3. Mantenimientos no programados.

Los mantenimientos no programados involucran la corrección de defectos inesperados. El alcance de dicho mantenimiento puede variar desde corregir defectos como remplazar componentes secundarios o hasta el remplazo de los componentes principales como puede ser el generador, la multiplicadora, el transformador, los rodamientos principales o una pala.

I.4.4.4. Seguridad e higiene en el parque.

Con suficiente antelación al inicio de la construcción del parque, se desarrollará el plan de seguridad e higiene de acuerdo con los requerimientos de las autoridades correspondientes. Los principales procesos y

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

actividades operativas identificados en la construcción, mantenimiento y demolición de un parque eólico, que deberán considerarse en los procedimientos de seguridad del lugar de trabajo, son los siguientes:

- Trabajo en alturas.
- Montaje mecánico de componentes.
- Trabajo con electricidad.
- Trabajo a la intemperie.
- Instalación y montaje de WTG.
- Descarga de componentes de WTG.
- Instalación de torre.
- Montaje de góndola.
- Instalación y montaje de rotor.
- Finalización de montaje mecánico y comisionado.

I.4.5. Desmantelamiento.

Una vez finalizada la vida útil del parque eólico (25 años estimados de operación), se procederá al abandono ordenado de las instalaciones con una duración estimada de 2 años. Las actividades comenzarán con la desenergización de los equipos y sistemas eléctricos, como condición previa al desmontaje, con el objeto de asegurar que los trabajos se desarrollen de manera controlada y segura.

I.4.5.1. Desmontaje de aerogeneradores e infraestructura eléctrica.

Posteriormente se realizará el desmantelamiento total de los 44 aerogeneradores y de la infraestructura eléctrica asociada, incluyendo la SET La Noria, la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, la red MT 34.5 kV y las instalaciones de control y mantenimiento. Estas tareas comprenderán el retiro de los componentes instalados durante la etapa constructiva, evitando afectaciones adicionales sobre las superficies no intervenidas.

Los materiales y residuos resultantes serán clasificados, manejados y destinados conforme a sus características. Finalizado el retiro de las instalaciones, se efectuará la limpieza y rehabilitación de las áreas ocupadas, con el objetivo de favorecer la recuperación del sitio y su reincorporación a los servicios ecológicos de la zona.

I.4.5.2. Retiro de obras civiles y restauración del terreno.

Aerogeneradores y fundaciones.

Luego del desmantelamiento de los componentes del aerogenerador, la superficie de hormigón expuesta de las fundaciones será cubierta con material proveniente de las propias excavaciones o del acopio de suelo y material vegetal conservado durante la etapa de construcción. Este criterio permite minimizar el volumen de residuos de demolición y el uso de maquinaria pesada durante la propia etapa de abandono.

Plataformas y edificios.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Las plataformas de montaje y los edificios e instalaciones auxiliares (subestación, oficinas, almacenes) serán demolidos en su totalidad, procediendo a la disposición adecuada de los materiales resultantes y a la restauración de las superficies ocupadas.

Caminos.

El destino final de los caminos internos y del camino de acceso se definirá en etapas posteriores de ingeniería, en función del desarrollo del **Proyecto** y de lo que resulte más conveniente para el titular del predio. Se contemplan dos escenarios posibles: (i) la restauración y descompactación total de la traza, reintegrándola a los usos de suelo previos; o (ii) la permanencia de la infraestructura vial como remanente utilizable, sujeta a acuerdo con el propietario.

Restauración general del terreno.

Las superficies remanentes serán escarificadas mecánicamente, en sentido perpendicular a los escurrimientos naturales, con el fin de favorecer la infiltración y la revegetación natural del área. Se utilizará para ello el material de desmonte, despalme y suelo orgánico acopiado durante la etapa de construcción, complementado en caso necesario con la incorporación de especies vegetales nativas de rápido establecimiento y capacidad fijadora y retenedora de suelo. Las tareas de restauración se ejecutarán con vehículos, maquinaria pesada y equipo especializado, y quedarán sujetas a seguimiento hasta verificar la efectiva recuperación de la cobertura vegetal del sitio.

I.4.5.3. Gestión y disposición de residuos generados durante el desmantelamiento.

Entre los principales residuos esperados se encuentran: acero y otros metales estructurales; cobre y aluminio provenientes del cableado y equipos eléctricos; concreto y escombros de la demolición de plataformas y edificios; equipos eléctricos y electrónicos, incluyendo componentes de la subestación; aceites, grasas y refrigerantes remanentes de los sistemas de los aerogeneradores; baterías; y materiales compuestos correspondientes a las palas de los aerogeneradores.

En todos los casos se priorizará, en el siguiente orden, el reúso, el reciclaje y la disposición final autorizada, dado el valor de recuperación que conservan gran parte de los materiales que componen los aerogeneradores y las instalaciones eléctricas al final de su vida útil. Los residuos de manejo especial y los residuos peligrosos serán segregados, almacenados temporalmente en condiciones acordes a su peligrosidad y entregados a prestadores de servicios autorizados. Los residuos de concreto y escombros de demolición serán dispuestos en un sitio de disposición final autorizado.

El material compuesto de las palas (fibra de vidrio y resina) representa un desafío técnico reconocido a nivel de la industria eólica en materia de reciclaje, con alternativas tecnológicas actualmente en desarrollo y evolución. La estrategia específica de gestión y disposición de este material se definirá en función de las alternativas técnicas y de mercado disponibles al momento de ejecutarse el desmantelamiento del **Proyecto.**

I.5. Requerimientos de Recursos.

A continuación, se describen los requerimientos de personal, agua, energía eléctrica, combustibles, maquinaria y equipo, materiales de construcción y la gestión de residuos y aguas residuales asociados a las distintas etapas del **Proyecto**. Las cantidades presentadas constituyen estimaciones preliminares adaptadas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

a las características particulares del Parque Eólico La Noria (44 aerogeneradores Nordex N175 con 33 unidades de 6.8 MW y 11 unidades de 7.0 MW, potencia hasta de 301.55 MW, caminos, red MT, SET La Noria con sistema BESS integrado y Línea de Transmisión Aérea de 400 kV), y podrán ajustarse conforme se defina el programa de obra definitivo, la cantidad de frentes simultáneos y la estrategia de contratación de subcontratistas.

I.5.1. Personal.

Se estima la siguiente plantilla de personal por etapa del **Proyecto**. Las jornadas laborales se desarrollarán de lunes a viernes de 08:00 a 17:00 horas con una hora de comida, y sábados de 08:00 a 13:00 horas. Siempre que sea posible, se dará prioridad a la contratación de mano de obra local proveniente de las localidades próximas al sitio del **Proyecto**; sin embargo, para actividades especializadas (particularmente montaje electromecánico de aerogeneradores, trabajos en altura y tendido de la LT 400 kV) podrá requerirse personal proveniente de otras localidades o empresas de servicios especializados. Para la etapa de preparación del sitio y construcción se estima una dotación de aproximadamente 560 trabajadores en pico de obra, que acudirán al sitio del **Proyecto** de forma diaria durante los distintos frentes de obra (movimiento de suelo, cimentaciones, montaje electromecánico, sistema colector, subestación y línea de transmisión).

Tabla I. 14. Requerimiento de personal por etapa del Proyecto

Etapa	Puesto / Actividad	Cantidad estimada
Preparación del sitio	Obreros, técnicos, encargado, supervisor ambiental y auxiliares	≈ 30
Construcción	Parque Eólico (44 aerogeneradores)	≈ 350
	Subestación Elevadora SET La Noria y BESS	≈ 80
	Línea de Transmisión Aérea 400 kV	≈ 100
	Supervisión y coordinación	≈ 30
	Subtotal directo en construcción	**≈ 560**
Operación y Mantenimiento	Personal permanente (operación, mantenimiento mecánico y eléctrico, monitoreo ambiental)	20 – 40
	Contratistas externos (mantenimiento preventivo mayor de aerogeneradores)	Hasta 100
Desmantelamiento	Técnicos, operativos y personal especializado	40 – 50

El personal contratado deberá contar con la calificación necesaria para las actividades a desarrollar y recibirá capacitación e inducción de seguridad previa al inicio de sus tareas, incluyendo capacitación específica para trabajos en altura cuando corresponda (particularmente para las tareas de montaje electromecánico de los aerogeneradores y el tendido de la LT 400 kV). Se dotará al personal del equipo de protección personal necesario según la actividad, y se realizarán acciones de sensibilización orientadas al manejo adecuado de residuos y a la protección de las características ambientales del sitio.

I.5.2. Agua.

Para cubrir los requerimientos de agua del **Proyecto** se contratarán servicios de suministro mediante pipas autorizadas, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Este recurso será destinado a la preparación y curado del concreto de las cimentaciones de los aerogeneradores y a la

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

humectación y conformación de caminos internos, así como para cubrir las necesidades básicas del personal que participe en las obras. Cuando resulte técnicamente viable, se priorizará el uso de agua tratada.

Durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción se estima un requerimiento de agua industrial del orden de 14,000 a 20,000 m³, destinada principalmente a la preparación y curado del concreto de las cimentaciones de los aerogeneradores (aproximadamente entre 6,000 y 8,000 m³) y a la humectación y conformación de caminos internos y plataformas (aproximadamente entre 8,000 y 12,000 m³). Adicionalmente, se estima un requerimiento de agua potable para el personal de obra del orden de 3,200 a 4,800 m³ para el conjunto de la etapa. El agua industrial será suministrada mediante pipas de proveedores de la zona y almacenada en el campamento, las áreas temporales de obra y la planta de concreto. El agua potable será suministrada mediante garrafones a través de un distribuidor local.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento se estima un consumo de agua potable del orden de 100 a 150 L/día por persona para la dotación permanente en sitio (≈ 20 – 40 personas), equivalente a un total aproximado de 2,000 a 4,000 L/día para el conjunto del personal, más un caudal adicional de hasta 450 L/día para servicios sanitarios y actividades ocasionales de mantenimiento. Cabe destacar que, a diferencia de las centrales solares fotovoltaicas, los aerogeneradores no requieren agua para actividades rutinarias de limpieza, por lo que la demanda hídrica durante la operación es sustancialmente menor. El suministro se realizará mediante garrafones y pipas.

Para la etapa de Desmantelamiento y Abandono se requerirá agua para el control de polvo, la limpieza general y los servicios sanitarios del personal, suministrada mediante pipas de terceros y sanitarios móviles gestionados por una empresa autorizada. No se prevé el uso de agua para elaboración de concreto en esta etapa, salvo que se definan obras menores de restitución.

Tabla I. 15. Resumen del requerimiento de agua por etapa.

Etapa	Fuente de suministro	Volumen / Frecuencia estimada
Preparación del sitio y Construcción — Agua industrial	Pipas autorizadas (proveedor externo); almacenamiento en campamento, áreas temporales y planta de concreto. Priorización de agua tratada cuando resulte técnicamente viable.	14,000 – 20,000 m³ para el conjunto de la etapa: preparación y curado del concreto de cimentaciones (6,000 – 8,000 m³) + humectación y conformación de caminos internos (8,000 – 12,000 m³).
Preparación del sitio y Construcción — Agua potable	Garrafones a través de un distribuidor local.	3,200 – 4,800 m³ para el conjunto de la etapa (personal de obra).
Operación y Mantenimiento	Garrafones y pipas.	100 – 150 L/día por persona (≈ 2,000 – 4,000 L/día para el conjunto del personal permanente de 20 – 40 personas) + hasta 450 L/día para servicios sanitarios y actividades ocasionales de mantenimiento.
Desmantelamiento	Pipas de terceros y sanitarios móviles gestionados por empresa autorizada.	Control de polvo, limpieza general y servicios sanitarios del personal. Volumen total a determinar en el Plan de Desmantelamiento y Abandono.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.5.3. Energía eléctrica.

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento, el suministro eléctrico requerido para las instalaciones y equipos de obra (campamento, planta de concreto y frentes de trabajo) se cubrirá mediante generadores diésel, los cuales se instalarán en las áreas temporales de obra, instalaciones provisionales y frentes de trabajo, de acuerdo con las necesidades operativas del **Proyecto**. Los generadores se ubicarán en áreas delimitadas, señalizadas y con acceso controlado, contando con medidas de seguridad y protección ambiental para prevenir riesgos asociados a su operación. La tensión de salida, el factor de potencia y las horas de operación de estos equipos se definirán conforme al programa de obra y a la selección definitiva de los equipos por parte del contratista.

Las zonas destinadas al almacenamiento y abastecimiento de combustible dispondrán de superficies impermeables, material absorbente para atención de derrames, equipo contra incendios y demás medidas de control que resulten aplicables conforme a la normatividad vigente.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento se prevé que las necesidades energéticas propias del parque (correspondientes a los edificios de control, sistemas de monitoreo, iluminación y demás cargas auxiliares) sean cubiertas mediante autoabastecimiento a partir de la propia infraestructura eléctrica del **Proyecto**, sin requerir una fuente de suministro externa adicional. Con base en la información preliminar del **Proyecto** y considerando la escala de la infraestructura eléctrica asociada (SET La Noria 34.5/400 kV y edificio de control principal), la demanda de los servicios auxiliares se estima preliminarmente en el orden de 300 a 500 kW, valor sujeto a ajuste conforme al diseño eléctrico de detalle. Esta demanda cubre principalmente los sistemas SCADA y de monitoreo, comunicaciones (red de fibra óptica interna), videovigilancia, iluminación interior y perimetral del edificio de control y de la subestación, iluminación aeronáutica de los 44 aerogeneradores, sistemas de climatización de sala de control y sala de celdas, y demás cargas auxiliares asociadas al parque eólico y a la SET La Noria.

De manera complementaria, podrá disponerse de alimentación desde la red eléctrica como fuente de respaldo para garantizar la continuidad de los sistemas esenciales. La potencia y el voltaje asociados a este autoconsumo se definirán en la ingeniería eléctrica de detalle.

Para la etapa de Desmantelamiento y Abandono, el requerimiento de energía eléctrica, de existir, se cubrirá mediante generadores móviles de características similares a los empleados durante la construcción, cuyo detalle se definirá en el Plan de Abandono correspondiente.

I.5.4. Combustibles.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se estima un consumo de diésel del orden de 8,000 a 12,000 m³, destinado a la maquinaria pesada, vehículos industriales y generadores del **Proyecto**, y un consumo de gasolina del orden de 400 a 600 m³ para vehículos ligeros. Ambos combustibles serán adquiridos en estaciones de distribución cercanas al sitio y suministrados periódicamente mediante pipas, sin contemplarse su almacenamiento permanente en el predio.

Ambos combustibles serán adquiridos en estaciones de distribución cercanas al sitio (Sabinas, Monclova) y suministrados periódicamente mediante pipas, sin contemplarse su almacenamiento permanente en el predio. Para el servicio de comedor de obra se estima un consumo de gas licuado del orden de 7,000 a 10,000 kg

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

durante la etapa de construcción; a diferencia del diésel y la gasolina, el gas licuado sí requerirá almacenamiento en el sitio mediante cilindros portátiles a presión conforme a la NOM-011/1-SEDG-1999.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento se estima un consumo de gasolina del orden de 1 a 2 m³ por año, asociado a los vehículos utilizados en tareas de inspección y mantenimiento, y un consumo menor de diésel para eventuales grúas de reemplazo de componentes mayores y equipos auxiliares. El abastecimiento se realizará en estaciones cercanas, sin almacenamiento permanente en el parque.

Para la etapa de Desmantelamiento y Abandono se prevé el uso de diésel y gasolina para la maquinaria, grúas, camiones y vehículos empleados en las actividades de desmontaje. El consumo y la cantidad para almacenar se determinarán en el Plan de Desmantelamiento y Abandono, en función de la duración de los trabajos y el equipo definitivo a emplear.

El almacenamiento, manejo y suministro de combustibles se realizará conforme a las medidas de seguridad, salud ocupacional y protección ambiental aplicables. Las áreas destinadas para el abastecimiento y almacenamiento temporal contarán con superficies impermeables, material absorbente para atención de derrames, equipo contra incendios y señalización preventiva.

I.5.5. Maquinaria y equipo.

Para las etapas de preparación del sitio, construcción, montaje electromecánico y obras asociadas del Parque Eólico se contempla el uso de maquinaria pesada y equipo especializado, distribuido por frente de trabajo según la actividad correspondiente. Tanto los vehículos como la maquinaria pesada operarán bajo un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que garantice su funcionamiento óptimo durante toda la etapa constructiva, minimizando emisiones, ruido y riesgo de derrames.

La grúa que finalmente se utilice para el montaje de los aerogeneradores dependerá de su disponibilidad en el mercado al momento de la ejecución de la obra. Como alternativa más probable se evalúa una grúa de pluma de celosía sobre chasis de ruedas tipo LG1750, que requiere armado y desarmado en cada plataforma pero cuenta con mayor disponibilidad en el país; como alternativa se contempla una grúa oruga tipo LR1600, de menor disponibilidad y que eventualmente podría requerir ajustes según las condiciones del sitio.

Considerando una duración estimada de la etapa de montaje electromecánico del orden de 9 meses (aproximadamente 40 semanas) para el conjunto de las 44 unidades, y una jornada de trabajo intensiva representativa de la industria (entre 60 y 120 horas-obra semanales según el esquema de turnos adoptado), se estima un total de entre 2,300 y 4,700 horas-obra a lo largo de dicha etapa, equivalentes a un promedio aproximado de 50 a 110 horas por aerogenerador para la grúa principal.

La siguiente tabla presenta los principales tipos de equipo previstos por etapa. Las cantidades definitivas de cada equipo, así como la cantidad de frentes simultáneos, se definirán conforme avance el programa de obra y la estrategia de montaje, por lo que no se anticipan en esta instancia.

Tabla I. 16. Maquinaria y equipo estimado por etapa

Etapa	Equipo	Combustible	Horas/día estimadas
Preparación del sitio y construcción	Trascabo	Diésel	8 – 12 h/día
	Camión	Diésel	8 – 12 h/día
	Buldócer	Diésel	8 – 12 h/día

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Etapa	Equipo	Combustible	Horas/día estimadas
	Compactador	Diésel	8 – 12 h/día
	Niveladora	Diésel	8 – 12 h/día
	Camión cisterna	Diésel	8 – 12 h/día
	Excavadora	Diésel	8 – 12 h/día
	Camión mezclador	Diésel	8 – 12 h/día
	Camión de bombeo	Diésel	8 – 12 h/día
	Grúa telescópica	Diésel	8 – 12 h/día
	Grúa principal de montaje	Diésel	8 – 10 h/día (jornada simple); hasta 16 – 20 h/día en escenario de doble turno
	Grúa de soporte	Diésel	8 – 12 h/día
	Grúas secundarias	Diésel	8 – 12 h/día
	Grúa auxiliar	Diésel	8 – 12 h/día
	Generador eléctrico de obra	Diésel	8 – 12 h/día
	Vehículos ligeros	Gasolina	Según jornada del personal
Operación y mantenimiento	Vehículos livianos de mantenimiento	Diésel / Gasolina	Según jornada del personal
	Grúa (uso esporádico)	Diésel	8 – 12 h/día (uso esporádico)
Desmantelamiento y abandono	Grúas, camiones y equipo de excavación	Diésel	8 – 12 h/día

I.5.6. Materiales de construcción (bancos de materiales).

Para la etapa de preparación del sitio y construcción se contempla el suministro y utilización de los materiales necesarios para la ejecución de las cimentaciones de los 44 aerogeneradores, los caminos internos y plataformas, el sistema colector de media tensión, la SET La Noria, la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV y las demás instalaciones del **Proyecto**. Los materiales serán adquiridos preferentemente en establecimientos cercanos al sitio y trasladados mediante camiones convencionales, camiones mezcladores, camiones cisterna y transporte especializado para los componentes sobredimensionados de los aerogeneradores.

Entre los principales materiales a emplear se encuentran:

- Concreto y acero de refuerzo para las cimentaciones de los 44 aerogeneradores (cuya cuantificación definitiva dependerá del diseño geotécnico y estructural de cada posición, actualmente no definido).
- Concreto y acero de refuerzo para las cimentaciones de las ≈ 30 torres de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV.
- Concreto y acero de refuerzo para la SET La Noria (bancadas de transformadores, bateas de contención, edificios de control y celdas).
- Material granular (base y subbase) requerido para la conformación de los caminos y las plataformas de montaje. Como estimación preliminar, considerando un ancho de calzada de 6 m y un paquete estructural de 0.30 m, se prevé un volumen del orden de 130,000 – 180,000 m³ de material granular para los caminos internos y de acceso, y del orden de 175,000 – 235,000 m³ para el conjunto de las 44 plataformas de montaje (58.26 ha con espesor conjunto estimado de 0.30 m), sujeto a ajuste conforme al balance de tierras y al diseño geométrico y geotécnico definitivos del Proyecto.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Cable conductor de aluminio con núcleo de acero galvanizado para la red MT 34.5 kV (subterránea y aérea), incluyendo placas de protección mecánica y cajas de empalme en cantidad proporcional a la longitud de zanja instalada.
- Cable de fibra óptica (soterrado y aéreo) para la red de comunicaciones y SCADA del **Proyecto**.
- Materiales para las obras de drenaje: registros, alcantarillas tubulares, alcantarillas de tipo cajón de hormigón armado, tuberías y concreto para badenes y disipadores.
- Estructuras metálicas de soporte para tramos aéreos de MT (postes de hormigón armado, metálicos o de madera).
- Torres de celosía de acero galvanizado (Serie EA4A, EA4B, EA4X, EA4W) para la LT 400 kV; conductores 1113 kcmil ACSR/AS (o 795 kcmil); cable de guarda EHS; cable OPGW; y aisladores sintéticos poliméricos o de vidrio templado.
- Grava, concreto, acero, estructuras metálicas, tornillería, cables de cobre y de alta tensión, tuberías, canales prefabricados, equipos eléctricos y materiales para los edificios de control de la SET La Noria.
- Componentes de los aerogeneradores Nordex N175 (44 unidades: 33 de 6.8 MW + 11 de 7.0 MW): tramos de torre, góndola, buje, rotor y palas, recibidos mediante transporte especializado extradimensionado.

Sobre la base de un análisis preliminar de corte y relleno del trazado de caminos del **Proyecto**, se estima un volumen de movimiento de suelos del orden de 1,000,000 a 1,500,000 m³ de corte y de 650,000 a 1,000,000 m³ de relleno, resultando en un excedente neto de material (corte sobre relleno) del orden de 350,000 a 500,000 m³. En la medida de lo posible, se procurará aprovechar los materiales generados durante las actividades de movimiento de tierras y adecuación del terreno, siempre que sus características geotécnicas permitan su utilización en las obras proyectadas.

En caso de requerirse material adicional, éste será suministrado por bancos de materiales legalmente establecidos y autorizados por las autoridades competentes, ubicados dentro del área de influencia del **Proyecto**. La ubicación de dichos bancos, los volúmenes de extracción y el número de viajes asociado se definirán durante la ingeniería de detalle y el balance de materiales del **Proyecto**.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento, los insumos requeridos corresponden principalmente a productos para el mantenimiento preventivo y correctivo de los aerogeneradores y de los equipos eléctricos. Como referencia preliminar para el conjunto del parque (44 aerogeneradores), se estima un consumo periódico del orden de 14,000 L de aceite hidráulico y 2,000 L de refrigerante cada cinco años, junto con aproximadamente 12,000 L de aceite mineral a lo largo de la vida útil, además del reemplazo ocasional de baterías y consumibles menores (grasas, filtros, cable eléctrico de reposición, ácido para baterías, pintura y productos de limpieza). Estos valores constituyen una primera aproximación y deberán ajustarse conforme al manual de mantenimiento del fabricante Nordex.

Para la etapa de Desmantelamiento y Abandono, los materiales resultantes de la desconexión, desmontaje y retiro de aerogeneradores, equipos eléctricos, subestación y demás instalaciones incluirán principalmente acero, cobre, aluminio, concreto, cables, componentes eléctricos y electrónicos, aceites, refrigerantes, baterías, plásticos y materiales compuestos de las palas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

I.5.7. Residuos y aguas residuales.

I.5.7.1. Manejo de aguas residuales.

- **Preparación del sitio y Construcción**. Las aguas residuales generadas corresponderán principalmente a aguas sanitarias provenientes del personal de obra y a las aguas provenientes del lavado de camiones mezcladores. Para su manejo se instalarán sanitarios portátiles en las áreas temporales de obra y frentes de trabajo, cuyo mantenimiento, limpieza y disposición final serán realizados por empresas autorizadas. Las aguas sanitarias del campamento serán conducidas a una fosa séptica, la cual recibirá mantenimiento periódico a través de una empresa autorizada. No se contempla la descarga directa de aguas residuales al suelo, cuerpos de agua o drenajes naturales.
- **Operación y Mantenimiento**. Durante esta etapa las aguas residuales serán generadas principalmente por el personal técnico, administrativo y de vigilancia (≈ 20 – 40 personas) que labore de forma permanente en las instalaciones del **Proyecto**. Estas aguas serán conducidas a un sistema sanitario autónomo, integrado por fosa séptica o solución equivalente, diseñada conforme a la normatividad aplicable y a los requerimientos de la ingeniería de detalle. Los edificios permanentes de control, mantenimiento y la subestación contarán con dicho sistema, con mantenimiento y retiro a cargo de una empresa autorizada.
- **Desmantelamiento.** Se utilizarán sanitarios portátiles para el personal encargado de las actividades de retiro de infraestructura, limpieza y restauración del sitio. El manejo, mantenimiento y disposición final de los residuos sanitarios será realizado por empresas autorizadas.

En todas las etapas del **Proyecto** se implementarán medidas para prevenir descargas no controladas al suelo o a cuerpos de agua, garantizando el adecuado manejo de las aguas residuales conforme a la legislación ambiental aplicable.

I.5.7.2. Manejo de residuos.

Los residuos generados durante las distintas etapas del Proyecto se clasifican conforme a la legislación aplicable en:

- **RSU**: Residuos Sólidos Urbanos.
- **RME**: Residuos de Manejo Especial.
- **RP**: Residuos Peligrosos.

Tabla I. 17. Volúmenes estimados preliminares de residuos generados durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción.

Residuo	Valor estimado
Residuos sólidos urbanos	140 t
Restos de cables	20,000 m
Cartón	6 t
Fierros y metales	80 t
Madera	0.5 t
Restos de materiales de construcción	50 t
Escombros	20 t

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Residuo	Valor estimado
Residuos metálicos inertes	35 t
Aceites, grasas y lubricantes usados	1.5 t

Durante todas las etapas del **Proyecto** se generarán residuos sólidos urbanos derivados de las actividades del personal y de la operación de las instalaciones. Para su adecuado manejo, se dispondrán contenedores debidamente identificados y distribuidos estratégicamente en las áreas de trabajo, oficinas temporales, áreas temporales de obra y demás instalaciones del **Proyecto**, promoviendo la separación de residuos conforme a su tipo y características.

Los residuos generados serán recolectados periódicamente y entregados a prestadores de servicios o sitios autorizados para su aprovechamiento, tratamiento o disposición final, según corresponda, en cumplimiento de la normatividad ambiental (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento) y las disposiciones municipales aplicables.

Los residuos peligrosos que eventualmente se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción, principalmente aceites usados, grasas, filtros, absorbentes contaminados, envases de sustancias químicas y materiales de limpieza contaminados, serán almacenados temporalmente en un área destinada para tal fin, con piso impermeable, paredes sólidas, techo y sistema de contención de derrames, previo a su entrega a un prestador de servicios autorizado para su transporte, tratamiento, reciclaje o disposición final.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento, los residuos peligrosos (aceites hidráulicos y minerales usados, grasas, refrigerantes, pinturas, líquidos de limpieza, baterías, y envases y materiales absorbentes contaminados) serán almacenados en un área permanente ubicada en el predio de la subestación, con las mismas condiciones de contención descritas para la etapa de construcción, hasta su retiro por un prestador autorizado.

El manejo de los residuos peligrosos generados en las distintas etapas del Proyecto dará cumplimiento a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento. El almacenamiento temporal de residuos peligrosos no excederá el plazo de seis meses desde su generación, salvo prórroga debidamente autorizada.

Se evitará la mezcla de residuos peligrosos entre sí o con otros materiales, mediante su separación en contenedores identificables por tipo y color, rotulados y sellados. Se llevará una bitácora de generación, almacenamiento, transporte y disposición final, y los residuos serán entregados a empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Los residuos de manejo especial se gestionarán conforme a los criterios de clasificación establecidos en la NOM-161-SEMARNAT-2011, formulándose el plan de manejo correspondiente cuando así se determine.

No se permitirá la disposición de residuos sólidos, líquidos o peligrosos en terrenos aledaños, cuerpos de agua, cauces o áreas naturales, con el fin de prevenir afectaciones al suelo, la vegetación y los escurrimientos superficiales.

I.5.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Las principales emisiones atmosféricas durante las etapas de preparación del sitio y construcción estarán asociadas al funcionamiento de maquinaria, equipos y vehículos que operan con diésel, gasolina o gas LP, así como a la generación de emisiones fugitivas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) por las actividades de movimiento de tierras (1,000,000 – 1,500,000 m³ de corte estimado), excavaciones de las 44 fundaciones de aerogeneradores y de las cimentaciones de las ≈ 30 torres de la LT 400 kV, conformación de caminos, operación de la planta de concreto y tránsito de vehículos ligeros y pesados. Entre los contaminantes emitidos se encuentran monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO_2) y material particulado (PST, PM_{10}, $PM_{2.5}$). Estas emisiones serán predominantemente fugitivas o provenientes de fuentes móviles, de alcance local y acotadas al período de obra, y serán mitigadas mediante el riego de caminos y áreas de trabajo, así como mediante programas de mantenimiento preventivo para maquinaria y vehículos.

En caso de que las condiciones del terreno requieran voladuras, se generarán adicionalmente emisiones puntuales y de corta duración de polvo y partículas de roca. Estas emisiones serán de carácter local y temporal.

Como medidas adicionales de control se contempla la humectación de caminos y frentes de trabajo, la cobertura de las cajas de los camiones que transporten materiales sueltos, el control de velocidad de circulación dentro del predio, el control de polvo en la planta de concreto y el mantenimiento de los sistemas de escape de vehículos y maquinaria en buenas condiciones. Los vehículos de transporte y camionetas que utilicen diésel en circulación se sujetarán a lo establecido en la NOM-045-SEMARNAT-2006; los que utilicen gasolina, a la NOM-041-SEMARNAT-2006; y los que utilicen gas LP o gas natural, a la NOM-050-SEMARNAT-1993.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción también se generarán emisiones de ruido asociadas a la operación de maquinaria y equipo. Los niveles de emisión sonora en la fuente para maquinaria de características similares se ubican típicamente en un rango de 85 a 110 dB, siendo los propios trabajadores de obra los receptores más próximos a estas fuentes. En condiciones normales de operación se procurará cumplir con los límites establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994, correspondientes a 68 dB(A) en horario diurno (06:00 a 22:00 h) y 65 dB(A) en horario nocturno (22:00 a 06:00 h).

Durante la etapa de Operación, la principal fuente de ruido corresponderá a los aerogeneradores. El modelo seleccionado Nordex N175/6.X presenta un nivel de potencia sonora de referencia (LwA) de 109.7 dB(A) en la fuente. Este valor corresponde a la emisión sonora del equipo en el punto de origen y no constituye, por sí mismo, un nivel de inmisión en los receptores del entorno; la determinación de los niveles de ruido esperados en los receptores sensibles requiere de un estudio de modelación acústica específico, que considere la curva de potencia acústica del equipo, la disposición geográfica definitiva de las 44 unidades, la topografía del sitio, la cobertura del suelo y las condiciones meteorológicas predominantes. Dicho estudio se desarrollará en etapas posteriores de ingeniería. Adicionalmente, se prevén fuentes de ruido asociadas a la subestación eléctrica, cuya caracterización se definirá conforme al diseño eléctrico de detalle.

La generación de energía eléctrica mediante aerogeneradores no produce emisiones atmosféricas directas ni gases de combustión, dado que no involucra un proceso de quema de combustibles fósiles. Únicamente se prevén emisiones ocasionales y de baja intensidad asociadas a los vehículos y equipos utilizados en actividades de inspección, mantenimiento y reparación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Para la etapa de desmantelamiento y abandono se prevén nuevamente emisiones de PM_{10}, $PM_{2.5}$, polvo fugitivo y gases de combustión, asociadas al desmontaje, la demolición, el movimiento de materiales, la rehabilitación del terreno y la circulación de maquinaria y vehículos. Estas emisiones serán de carácter local y cesarán al concluir los trabajos de desmantelamiento.

El personal expuesto utilizará equipo de protección auditiva conforme a los procedimientos de seguridad aplicables. El Proyecto dará cumplimiento a la NOM-081-SEMARNAT-1994 (límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas) y, en lo relativo a la exposición ocupacional del personal de obra, a la NOM-011-STPS-2001 (condiciones de seguridad e higiene para el ruido en los centros de trabajo).

I.6. Generación de Gases de Efecto Invernadero.

I.6.1. Emisiones a la atmósfera.

Durante las distintas etapas del Proyecto se generarán emisiones atmosféricas asociadas principalmente al uso de maquinaria, equipos y vehículos que operan con combustibles fósiles (diésel y gasolina), así como al manejo de materiales en actividades de movimiento de tierras y excavaciones. Cabe destacar que la etapa de Operación del parque eólico no involucra procesos de combustión ni de emisión directa, dado que la generación eléctrica mediante aerogeneradores no requiere de combustibles fósiles. Las principales emisiones se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla I. 18. Emisiones atmosféricas principales por etapa.

Emisión	Etapas en que se genera	Fuente principal	Duración típica de exposición
Gases de combustión (SO_2, NO_x, CO, CO_2, HC)	Preparación del sitio y construcción, mantenimiento (esporádico), desmantelamiento	Maquinaria pesada, vehículos y generadores diésel	Hasta 8 h/día durante jornadas de obra
Partículas suspendidas (PST, PM_{10}, $PM_{2.5}$)	Preparación del sitio y construcción, desmantelamiento	Movimientos de tierras (1M – 1.5M m³ estimado), excavaciones de fundaciones, tránsito vehicular, planta de concreto	Hasta 8 h/día durante jornadas de obra
Ruido (emisión acústica)	Preparación del sitio y construcción, operación (aerogeneradores + subestación), desmantelamiento	Maquinaria pesada, grúas de gran porte para izaje 119 m; en operación, aerogeneradores Nordex N175/6.X (LwA = 109.7 dB(A) en la fuente)	Hasta 85–110 dB en la fuente; controlado por EPP y NOM-081-SEMARNAT-1994

I.6.2. Fuentes de generación de GEI por etapa.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De manera preliminar, se identifica que las principales fuentes generadoras de gases de efecto invernadero del **Proyecto** corresponden a la combustión de diésel y gasolina en vehículos, maquinaria y generadores durante las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento y abandono, con emisión asociada principalmente de dióxido de carbono (CO_2) y, en menor proporción, de metano (CH_4) y óxidos de nitrógeno (N_2O) provenientes de la combustión incompleta. Durante la etapa de Operación, el **Proyecto** no constituye una fuente de emisión significativa de gases de efecto invernadero, dado que la generación eléctrica mediante aerogeneradores no involucra procesos de combustión.

La relación de maquinaria y equipo considerada como fuente de GEI, junto con los consumos preliminares estimados por tipo de equipo, se sintetiza en la siguiente tabla. Las cantidades específicas de cada equipo y las horas totales de operación presentadas en la Tabla I.22 corresponden a una estimación preliminar exclusivamente destinada a la cuantificación de emisiones de GEI del presente estudio, elaborada con base en la escala particular del Parque Eólico La Noria.

Tabla I. 19. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de GEI.

Etapa	Cant.	Equipo / Maquinaria	Combustible	L/h	Horas totales	Consumo total
Preparación del sitio y Construcción (36 meses)	5	Trascabo	Diésel	17	5,000	425.00 m³ (425,000 L)
	31	Camión	Diésel	27	4,500	3,766.50 m³ (3,766,500 L)
	3	Buldócer	Diésel	25	4,900	367.50 m³ (367,500 L)
	4	Compactador	Diésel	11	4,500	198.00 m³ (198,000 L)
	8	Niveladora	Diésel	22	5,000	880.00 m³ (880,000 L)
	4	Camión cisterna	Diésel	27	4,500	486.00 m³ (486,000 L)
	2	Excavadora	Diésel	20	7,200	288.00 m³ (288,000 L)
	10	Camión mezclador	Diésel	27	4,500	1,215.00 m³ (1,215,000 L)
	4	Camión de bombeo	Diésel	22	3,600	316.80 m³ (316,800 L)
	3	Grúa telescópica	Diésel	15	5,000	225.00 m³ (225,000 L)
	2	Grúa principal de montaje	Diésel	45	6,500	585.00 m³ (585,000 L)
	3	Grúa de soporte	Diésel	25	6,000	450.00 m³ (450,000 L)
	4	Grúas secundarias	Diésel	18	5,500	396.00 m³ (396,000 L)
	4	Grúa auxiliar	Diésel	18	5,500	396.00 m³ (396,000 L)
	3	Generador eléctrico de obra	Diésel	25	4,500	337.50 m³ (337,500 L)
	15	Vehículos ligeros	Gasolina	10	3,334	500.10 m³ (500,100 L)
Subtotal Diésel						**10,332.30 m³ (10,332,300 L)**
Subtotal Gasolina						**500.10 m³ (500,100 L)**
Operación y Mantenimiento (25 años)	3	Vehículos livianos de mantenimiento	Diésel	11	6,000	198.00 m³ (198,000 L)
	2	Vehículos livianos de mantenimiento	Gasolina	9	2,778	50.00 m³ (50,004 L)
	1	Grúa (uso esporádico)	Diésel	35	500	17.50 m³ (17,500 L)
Subtotal Diésel						**215.50 m³ (215,500 L)**
Subtotal Gasolina						**50.00 m³ (50,004 L)**
Desmantelamiento (24 meses)	15	Grúas, camiones y equipo de excavación	Diésel	25	2,666	999.75 m³ (999,750 L)
Subtotal Diésel						**999.75 m³ (999,750 L)**

I.6.3. Conceptos básicos sobre GEI.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y resultantes de la actividad humana, que absorben y emiten radiación infrarroja. Esta propiedad causa el efecto invernadero. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce seis:

- Bióxido de carbono (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Óxido nitroso (N_2O)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF_6)

Los principales gases que han contribuido al efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), de los cuales el dióxido de carbono es el más importante, aumentando su concentración debido al uso de combustibles fósiles y, en menor medida, a los cambios en los usos de la tierra.

El Potencial de Calentamiento Global (GWP) define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1 kg de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO_2. De esta forma, se pueden tener en cuenta los efectos radiativos de cada gas, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera. Por ejemplo, el GWP para 100 años del metano es 21 y para el N_2O es 296. En otras palabras, la emisión de 1 millón de toneladas de metano es equivalente a emitir 21 millones de toneladas de CO_2 (equivalente); de esta manera el CO_2 tiene un valor de GWP de 1, tal como se muestra a continuación:

Tabla I. 20. Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001).

Gas	GWP (100 años)
Dióxido de Carbono (CO_2)	1
Metano (CH_4)	21
Óxido Nitroso (N_2O)	296
Fluorocarburos	120 – 12,000
Clorofluorocarbonos	5,700 – 11,900
Hexafluoruro de azufre (SF_6)	22,200

I.6.4. Cálculo de CO_2 equivalente.

Los GEI distintos al dióxido de carbono (CO_2) —metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, etc.— son convertidos a su valor equivalente en dióxido de carbono, multiplicando la masa del gas en cuestión por su GWP:

CO_2eq = Masa del gas × Potencial de calentamiento (GWP)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Se elige el CO_2 como el equivalente al total de los gases de efecto invernadero porque, a pesar de tener un potencial de calentamiento mucho menor que el de otros gases, como el metano o los óxidos nitrosos, es el que más crecimiento ha experimentado en la atmósfera terrestre y el más abundante en porcentaje de todos ellos. Dicha medida de CO_2eq es usada para calcular la huella de carbono de un individuo, producto, actividad o servicio.

Para el cálculo de las emisiones de GEI se utilizarán los factores de emisión del inventario de Gases de Efecto Invernadero del Reino Unido, año 2022 (Department for Business, Energy & Industrial Strategy, Greenhouse Gas Reporting: Conversion Factors 2022):

Tabla I. 21. Factores de emisión para gasolina y diésel (UK GHG 2022).

Combustible	kg CO_2e de CO_2 por unidad	kg CO_2e de CH_4 por unidad	kg CO_2e de N_2O por unidad
Gasolina (litros)	2.14805	0.00720	0.006600
Diésel (litros)	2.52058	0.00026	0.03700

I.6.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI.

Considerando la duración de cada etapa del **Proyecto** (3 años de preparación del sitio y construcción, 25 años de operación y mantenimiento, y 2 años de desmantelamiento), y aplicando los factores de emisión (UK GHG 2022) a los consumos preliminares de combustible presentados en la Tabla I.22, se presenta a continuación una estimación preliminar de las emisiones de GEI por etapa.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla I. 22. Estimación preliminar de generación de GEI por etapa del Proyecto (kg CO_2e).

Equipo / Concepto	Consumo (L)	Combustible	kg CO_2e de CO_2	kg CO_2e de CH_4	kg CO_2e de N_2O	Total kg CO_2e
Preparación del sitio y Construcción (36 meses)						
Trascabo	425,000	Diésel	1,071,246.50	110.50	15,725.00	1,087,082.00
Camión	3,766,500	Diésel	9,493,764.57	979.29	139,360.50	9,634,104.36
Buldócer	367,500	Diésel	926,313.15	95.55	13,597.50	940,006.20
Compactador	198,000	Diésel	499,074.84	51.48	7,326.00	506,452.32
Niveladora	880,000	Diésel	2,218,110.40	228.80	32,560.00	2,250,899.20
Camión cisterna	486,000	Diésel	1,225,001.88	126.36	17,982.00	1,243,110.24
Excavadora	288,000	Diésel	725,927.04	74.88	10,656.00	736,657.92
Camión mezclador	1,215,000	Diésel	3,062,504.70	315.90	44,955.00	3,107,775.60
Camión de bombeo	316,800	Diésel	798,519.74	82.37	11,721.60	810,323.71
Grúa telescópica	225,000	Diésel	567,130.50	58.50	8,325.00	575,514.00
Grúa principal de montaje	585,000	Diésel	1,474,539.30	152.10	21,645.00	1,496,336.40
Grúa de soporte	450,000	Diésel	1,134,261.00	117.00	16,650.00	1,151,028.00
Grúas secundarias	396,000	Diésel	998,149.68	102.96	14,652.00	1,012,904.64
Grúa auxiliar	396,000	Diésel	998,149.68	102.96	14,652.00	1,012,904.64
Generador eléctrico de obra	337,500	Diésel	850,695.75	87.75	12,487.50	863,271.00
Vehículos ligeros	500,100	Gasolina	1,074,239.80	3,600.72	3,300.66	1,081,141.18
Subtotal Construcción	**10,832,400**		**27,117,628.54**	**6,287.12**	**385,595.76**	**27,509,511.42**
Operación y Mantenimiento (25 años)						
Vehículos livianos de mantenimiento	198,000	Diésel	499,074.84	51.48	7,326.00	506,452.32
Vehículos livianos de mantenimiento	50,004	Gasolina	107,411.09	360.03	330.03	108,101.15
Grúa (uso esporádico)	17,500	Diésel	44,110.15	4.55	647.50	44,762.20
Subtotal Operación	**265,504**		**650,596.08**	**416.06**	**8,303.53**	**659,315.67**
Desmantelamiento (24 meses)						
Grúas, camiones y equipo de excavación	999,750	Diésel	2,519,949.85	259.94	36,990.75	2,557,200.54
Subtotal Desmantelamiento	**999,750**		**2,519,949.85**	**259.94**	**36,990.75**	**2,557,200.54**
TOTAL GENERAL	**12,097,654**		**30,288,174.47**	**6,963.12**	**430,890.04**	**30,726,027.63**

Con base en los consumos de combustible estimados para cada etapa del **Proyecto** y aplicando los factores de emisión establecidos en la Tabla I.24 (UK GHG 2022) para los tres gases de efecto invernadero principales asociados a la combustión (CO_2, CH_4 y N_2O), la estimación preliminar de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del **Proyecto** durante todo su ciclo de vida asciende a aproximadamente 30,726.03 toneladas de CO_2 equivalente (t CO_2e), distribuidas entre las tres etapas establecidas en el programa de trabajo.

La etapa de Preparación del sitio y Construcción (36 meses) concentra el 89.5 % del total de emisiones, consecuencia de la operación intensiva de maquinaria pesada destinada al movimiento de tierras (1,000,000 – 1,500,000 m^3), construcción de las 44 fundaciones de aerogeneradores, caminos y plataformas de montaje, transporte especializado de los componentes extradimensionados (palas, tramos de torre, góndolas) desde el Puerto de Altamira, montaje electromecánico de los aerogeneradores mediante grúas de gran porte, tendido de la red MT 34.5 kV, construcción de la SET La Noria, instalación de las torres de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, así como al traslado del personal involucrado en la obra. Dentro de esta etapa, los camiones (transporte de materiales y componentes), las grúas principales de montaje, los camiones mezcladores de concreto, las niveladoras y los generadores eléctricos de obra constituyen las principales fuentes de emisión por su uso continuo y elevado consumo de diésel.

La etapa de Desmantelamiento (24 meses) representa el 8.3 % del total, asociado al retiro de los 44 aerogeneradores, la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, la SET La Noria y demás infraestructura, así como al traslado de materiales fuera del sitio mediante maquinaria similar a la utilizada en la fase constructiva.

Finalmente, la etapa de Operación y Mantenimiento (25 años) aporta únicamente el 2.1 % del total, correspondiente a los vehículos livianos de mantenimiento (Diésel/Gasolina) y al uso esporádico de grúas para el reemplazo de componentes mayores (generador, multiplicadora, transformador, rodamientos principales o palas). Esto confirma el carácter de bajo impacto atmosférico de la fase operativa del **Proyecto**, en la que la generación de energía eléctrica se realiza sin combustión ni emisiones directas de GEI.

Respecto a la composición por gas, el dióxido de carbono (CO_2) representa el componente dominante, seguido del óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4) en proporciones marginales. La predominancia del CO_2 es congruente con la naturaleza de las fuentes consideradas, dado que la combustión de diésel y gasolina en motores de combustión interna genera principalmente este gas, mientras que el CH_4 y el N_2O se emiten en proporciones marginales conforme a los factores de la Tabla I.24.

En conjunto, las emisiones estimadas son congruentes con el tipo y magnitud de las actividades previstas y se considerarán para el diseño de las medidas de prevención, mitigación y control que se desarrollan en los capítulos correspondientes del presente estudio. Cabe destacar que, una vez en operación, el **Proyecto** desplazará emisiones de GEI asociadas a la generación de energía eléctrica con fuentes convencionales del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), por lo que su contribución neta al inventario nacional de GEI será negativa a lo largo de los 25 años de vida útil considerados, consolidándose como una infraestructura alineada con los objetivos nacionales de transición energética, mitigación del cambio climático y descarbonización de la matriz eléctrica nacional. Considerando un factor de capacidad típico de la industria eólica en la región y una potencia instalada hasta de 301.55 MW, la producción anual estimada del **Proyecto** permitirá desplazar volúmenes significativos de emisiones de CO_2e frente a un mix de generación convencional equivalente.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

PROGRAMA DE CIERRE DE OPERACIONES, DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN DEL SITIO

PROYECTO:
"PARQUE EÓLICO LA NORIA"

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

VILLA UNIÓN Y SABINAS, COAHUILA DE ZARAGOZA

I.1. Naturaleza y alcance del programa

El presente Programa de Cierre de Operaciones, Desmantelamiento, Abandono y Restauración del Sitio establece los lineamientos generales conforme a los cuales se llevará a cabo el eventual cierre del proyecto denominado “Parque Eólico La Noria” (en adelante “**Proyecto**”), una vez concluida su vida útil estimada o por decisión anticipada del promovente.

Dado el horizonte temporal de la operación del **Proyecto**, el presente documento tiene **carácter preliminar e indicativo**. Su propósito es manifestar el compromiso con un cierre ordenado, ambientalmente responsable y conforme a la normatividad ambiental que resulte aplicable al momento de su ejecución; en tanto que las condiciones técnicas, normativas, de mercado y del propio sitio podrán haber cambiado significativamente para entonces.

El programa será **actualizado, detallado y formalmente presentado a la autoridad ambiental competente** previamente al inicio de las actividades de cierre, conforme a lo establecido en el apartado I.13 del presente documento.

I.2. Datos del Proyecto

Para efectos de referencia, los datos identitarios del **Proyecto** al momento de elaboración son:

Tabla 1. Datos generales del **Proyecto**

Concepto	Descripción
Nombre del **Proyecto**	Parque Eólico La Noria
Promovente	Energía Renovable La Noria, S. DE R.L. DE C.V.
Ubicación	Municipios de Villa Unión y Sabinas, Estado de Coahuila de Zaragoza, aproximadamente 27.5 km al suroeste de la cabecera municipal. Acceso al predio mediante el corredor carretero Altamira–Ciudad Victoria–Monterrey, continuando por la Carretera Federal 53 hasta su empalme con la Carretera Federal 57 en las inmediaciones de Castaños, Coahuila, y desde ese punto por la Carretera Federal 57 hacia el norte a través de Monclova, Nueva Rosita y Sabinas, para finalmente acceder al predio mediante el camino local existente que conecta la zona de Sabinas con el sitio del **Proyecto**.
Superficie del predio	La superficie total del Parque Eólico se estima en 397.6458 ha, integrada por: plataformas de montaje de aerogeneradores (58.2607 ha), Línea de Transmisión Aérea de 400 kV y su derecho de vía (53.6753 ha), caminos internos y de acceso permanentes, calzada (51.1632 ha), red colectora de Media Tensión 34.5 kV subterránea (29.4382 ha), Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV con Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (6 ha), red colectora de Media Tensión 34.5 kV aérea (2.5911 ha), áreas permanentes que suman 201.1285 ha; huella temporal de caminos (191.0032 ha, ancho conceptual de 40 m que incluye franjas de maniobra, taludes y obras de drenaje asociadas) e instalaciones temporales de obra (5.5141 ha), áreas temporales que suman 196.5173 ha—. La superficie con sellamiento permanente del suelo asciende a 64.2607 ha (plataformas y Subestación).
Componentes principales	44 aerogeneradores Nordex N175 con distribución mixta de potencia (33 unidades de 6.8 MW y 11 unidades de 7.0 MW), para una capacidad instalada hasta de 301.55 MW; torre tubular con altura de buje de 119 m y rotor de 175 m de diámetro con tres palas de aproximadamente 87.5 m de longitud; cimentaciones superficiales aisladas de hormigón armado de sección circular y plataformas de montaje (crane pads); transformador integrado en la góndola de cada aerogenerador (0.69/34.5 kV); red colectora de media tensión en 34.5 kV mayoritariamente subterránea con tramos

Concepto	Descripción
	aéreos, agrupada en 13 circuitos; una Subestación Elevadora 34.5/400 kV (SET La Noria) con dos transformadores de potencia de 190 MVA cada uno y superficie aproximada de 6 ha, que incluye el Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS) y el edificio de Operación y Mantenimiento; Línea de Transmisión Aérea de 400 kV con longitud aproximada de 11.2881 km y aproximadamente 30 torres de celosía de acero galvanizado, que conduce la energía generada en dirección al Punto de Interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional (las obras de conexión al SEN posteriores, subestación de maniobras y entronque a la línea existente RE–FRO 400 kV, no forman parte del alcance del presente **Proyecto**); tres torres meteorológicas operativas para la certificación de la curva de potencia de los aerogeneradores conforme a la norma IEC 61400-12-1; edificios auxiliares permanentes (edificio de control y servicios en la periferia de la SET, y caseta de vigilancia); red de caminos internos y de acceso con ancho de calzada de 6 m y huella conceptual de 40 m; vallado perimetral limitado a las áreas más sensibles del sitio (Subestación y torres meteorológicas); y obras complementarias de drenaje pluvial (cunetas, alcantarillas, badenes) e instalaciones auxiliares.
Vida útil estimada de operación	25 años (con posibilidad de ampliación mediante sustitución tecnológica de equipos)
Duración estimada de la etapa de cierre	2 años (24 meses) — sujeta a ajuste según condiciones al momento del cierre

I.3. Marco normativo aplicable

Las actividades de cierre, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio se ejecutarán conforme a la **normatividad ambiental, urbana, sanitaria, laboral y de protección civil vigente al momento de su realización**. Sin perjuicio de la actualización normativa que pudiera ocurrir durante la vida útil del **Proyecto**, el marco normativo de referencia comprende, de manera enunciativa y no limitativa:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (**LGPGIR**) y su Reglamento.
- Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables al manejo de residuos peligrosos, residuos de manejo especial, residuos sólidos urbanos, descargas de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, ruido y suelos contaminados.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento, en lo aplicable a la restauración de superficies sujetas a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).
- Ley de la Industria Eléctrica y sus disposiciones reglamentarias, así como la normatividad técnica aplicable al desmantelamiento de instalaciones eléctricas de generación, transformación y transmisión.
- Reglamento de Construcciones del Municipio de Villa Unión y Sabinas, Coahuila de Zaragoza, así como los instrumentos de planeación urbana y de ordenamiento ecológico territorial vigentes en el estado de Coahuila de Zaragoza.
- Disposiciones que, en su caso, emita la autoridad ambiental federal (**SEMARNAT**), estatal y municipal previo al inicio de las actividades de cierre.

Se verificará y, en su caso, gestionará oportunamente los permisos, autorizaciones, avisos y licencias que resulten exigibles al momento del cierre.

I.4. Objetivos del cierre y abandono

Los objetivos generales del programa son los siguientes:

- Garantizar el cierre ordenado, seguro y ambientalmente responsable del **Proyecto** al término de su vida útil o ante decisión anticipada de cese de operaciones.
- Asegurar el retiro adecuado de las instalaciones, equipos y elementos constructivos presentes en el sitio.
- Garantizar la gestión integral y normada de los residuos generados durante el desmantelamiento, privilegiando esquemas de reúso, reciclaje y valorización.
- Implementar medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales asociados al cierre (emisiones, ruido, generación de residuos, afectación al suelo).
- Promover la restauración ambiental del sitio mediante acciones de estabilización del terreno y, en su caso, revegetación con especies nativas o adaptadas.
- Cumplir con la normatividad ambiental aplicable y con las obligaciones que se desprendan.

I.5. Descripción general de la etapa de cierre y abandono

La etapa de cierre y abandono del **Proyecto** tendrá una duración estimada de 24 meses (2 años) a partir de la suspensión formal de las actividades de generación de energía eléctrica del **Proyecto**. Esta duración es indicativa y podrá ajustarse en función de las condiciones reales al momento del cierre, así como del alcance específico de las obras a desmantelar y del estado de los equipos y materiales sustituibles o reaprovechables.

Las actividades de cierre se ejecutarán por etapas secuenciales y, cuando sea técnicamente viable, simultáneas, bajo la supervisión de un responsable técnico ambiental acreditado y conforme al Programa de Vigilancia Ambiental que se actualice para esta etapa. Las labores se realizarán privilegiando la seguridad ocupacional, la prevención de impactos al entorno inmediato y la minimización de molestias a las localidades y receptores sensibles próximos al **Proyecto**.

I.6. Actividades generales del cierre

A continuación, se describen, de manera general, las actividades previstas para el cierre del **Proyecto**. La secuencia, alcance y temporalidad específicos de cada actividad se definirán en la actualización del programa al momento del cierre.

Tabla 2. Actividades al cierre

Fase	Actividades generales
1. Cierre administrativo	Suspensión formal de las actividades de generación de energía eléctrica. Notificaciones a la autoridad ambiental federal (SEMARNAT), a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y al Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) por la salida de operación del Proyecto del Sistema Eléctrico Nacional, así como, en su caso, a las autoridades estatales y municipales competentes y a los demás prestadores de servicios públicos.

Fase	Actividades generales
2. Desconexión de servicios	Desconexión y aislamiento de los equipos de generación respecto del Sistema Eléctrico Nacional, mediante coordinación con CFE y CENACE. Desenergización de la Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV (incluyendo sus dos transformadores de potencia de 190 MVA cada uno) y del Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS) integrado. Desenergización y aislamiento de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV que conduce la energía hacia el Punto de Interconexión con el SEN. Retiro de medidores y elementos asociados al suministro de servicios auxiliares (energía eléctrica para servicios propios y telecomunicaciones del edificio de Operación y Mantenimiento).
3. Retiro de componentes de aerogeneradores y equipos electromecánicos	Desmontaje de los 44 aerogeneradores Nordex N175 siguiendo un procedimiento inverso al de montaje: primero se retiran las tres palas mediante grúa; enseguida se retira el buje/rotor; posteriormente se desmonta la góndola completa con sus componentes internos (generador de inducción doblemente alimentado, caja multiplicadora, sistemas hidráulico y de yaw, transformador integrado); finalmente se desmontan los tramos de la torre tubular de 119 m de altura de buje, previa retirada de los componentes internos (escaleras, plataformas y cableado). Los tramos de torre podrán fragmentarse en el sitio para facilitar su transporte y valorización. Se retiran también las tres torres meteorológicas operativas y los elementos desmontables de la Subestación Elevadora SET La Noria y del sistema BESS. Los aerogeneradores y equipos en condiciones de reúso serán privilegiados para reventa o donación; los materiales al final de su vida útil se entregarán a gestores autorizados para valorización (acero de estructuras y torres a fundición para reciclaje; conductores de cobre y aluminio a fundición; aceites dieléctricos y aceites hidráulicos a tratamiento por empresas autorizadas; palas de materiales compuestos a los procedimientos de reciclaje o valorización más avanzados disponibles al momento del desmantelamiento; módulos de baterías Li-ion (LFP) del BESS a gestores autorizados para su tratamiento y valorización), priorizando la valorización sobre la disposición final.
4. Desmantelamiento de instalaciones	Desmantelamiento de la red colectora de media tensión en 34.5 kV, mayoritariamente subterránea y con tramos aéreos, que interconecta los 44 aerogeneradores con la Subestación Elevadora SET La Noria (13 circuitos), comprobando previamente la ausencia de tensión. Retiro de los conductores, cables de guarda (OPGW y convencional) y accesorios de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV a lo largo de sus 11.2881 km de longitud aproximada, así como desmontaje de las aproximadamente 30 torres de celosía de acero galvanizado. Retiro de tuberías de canalización, charolas y registros eléctricos. Desmantelamiento del aparellaje del patio exterior de la Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV: barras y bus de alta tensión, aisladores, transformadores de potencia (dos unidades de 190 MVA) y de instrumentos, interruptores, seccionadores y apartarrayos; retiro de las celdas de media tensión aisladas en SF_6 , previo tratamiento del gas conforme a la normatividad aplicable. Desmontaje de los módulos, contenedores y equipamiento asociado al Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS), incluyendo los contenedores de baterías, el Sistema de Conversión de Energía (PCS), los transformadores de distribución (DTS), el Controlador Inteligente de Planta y los sistemas auxiliares de enfriamiento y supresión de incendios. Retiro del cerramiento perimetral e interior, señalización, postes, luminarias y sistema contra incendios. Cuando resulte técnicamente viable, las zanjas y canalizaciones subterráneas se desmantelarán sin afectaciones mayores al sitio; en caso contrario, se valorará su sellado in situ conforme a las mejores prácticas vigentes.
5. Demolición de obra civil	Demolición controlada de las obras civiles asociadas a la Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV (edificio de Operación y Mantenimiento, edificios de celdas de media tensión y de protección y control; cimentaciones de los transformadores de potencia; bancadas; base colectora del transformador; cimentaciones del aparellaje de patio; muros cortafuegos y foso colector del líquido dieléctrico); demolición de la losa y cimentaciones

Fase	Actividades generales
	del área destinada al Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS); demolición de las 44 cimentaciones circulares de aerogeneradores (losa de concreto reforzado con pedestal macizo circular de diámetros por definir en etapas posteriores de ingeniería, con la jaula de anclaje embebida); demolición de las cimentaciones de las aproximadamente 30 torres de celosía de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV; y demolición de las obras complementarias (caseta de vigilancia, edificio permanente, almacenes de repuestos, de productos químicos y de aceites y grasas, container para la eliminación de líquidos y sólidos, bardas y obras de drenaje pluvial), conforme a un procedimiento que minimice la generación de polvos, ruido y residuos dispersos. La demolición se ejecutará por frentes ordenados, con separación en sitio de los materiales por tipo (concreto, acero estructural y de refuerzo, mampostería, plásticos, vidrio, entre otros).
6. Gestión de residuos	Manejo, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los residuos generados conforme a su clasificación (peligrosos, manejo especial, sólidos urbanos, reciclables), privilegiando la valorización (reúso, reciclaje, recuperación energética) sobre la disposición final, y entregando los residuos a prestadores autorizados al momento del cierre.
7. Restauración del sitio	Limpieza general del predio. Estabilización y nivelación del terreno conforme a las recomendaciones técnicas vigentes al momento del cierre. Revegetación con especies nativas o adaptadas a las condiciones del estado de Coahuila de Zaragoza, atendiendo de manera prioritaria a las superficies que hubieren sido sujetas a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).
8. Seguimiento y cierre formal	Monitoreo del establecimiento de la cubierta vegetal y de las condiciones del sitio durante el período de seguimiento que se establezca. Elaboración y presentación del Informe Final de Cierre ante la autoridad ambiental competente.

I.7. Cronograma estimado

El cronograma general de la etapa de cierre se presenta de manera indicativa a continuación. La duración específica de cada fase y los traslapes entre ellas se ajustarán al momento de la actualización del programa, en función de las condiciones reales del sitio, la disponibilidad de prestadores de servicios y los avances de cada frente.

Tabla 3. Periodos estimados

Fase	Periodo estimado
1. Cierre administrativo y desconexión de servicios	Primeros meses de la etapa de cierre
2. Retiro de componentes de aerogeneradores, equipos electromecánicos y elementos desmontables	Posterior al cierre administrativo
3. Desmantelamiento de instalaciones y demolición controlada	Fase intermedia y principal de la etapa de cierre
4. Gestión y disposición final de residuos	De manera paralela al desmantelamiento y demolición
5. Restauración del sitio (nivelación, estabilización, revegetación)	Fase final, una vez retirados los residuos
6. Seguimiento ambiental e informe final	Última fase y posterior al retiro del personal de obra

La duración total estimada para el conjunto de actividades es de 24 meses, sujeta a ajuste conforme se indica en el apartado I.13.

I.8. Manejo general de residuos

Durante la etapa de cierre se generarán residuos de diversa naturaleza, los cuales serán manejados conforme a la **normatividad ambiental vigente al momento del cierre** y a las disposiciones aplicables en materia de prevención y gestión integral de residuos. El esquema general de manejo se describe a continuación, organizándose por categoría de residuo:

Tabla 4. Esquema general del manejo de residuos

Categoría de residuos	Esquema general de manejo
Residuos sólidos urbanos (RSU)	Generados principalmente por el personal de cierre. Separación primaria en sitio (orgánicos / inorgánicos / reciclables) y entrega al servicio de recolección municipal o al prestador autorizado, conforme a las disposiciones aplicables.
Residuos de manejo especial (RME)	Comprenden, de manera enunciativa, las palas de los 44 aerogeneradores fabricadas en materiales compuestos (fibra de vidrio reforzada con resina); los tramos de las torres tubulares de acero y sus componentes internos; los componentes de las góndolas (generador de inducción doblemente alimentado, caja multiplicadora, sistemas hidráulicos, sistema de yaw); los bujes y cono-nariz; los residuos de construcción y demolición procedentes de la Subestación Elevadora SET La Noria, del área del Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS), de las 44 cimentaciones de aerogeneradores y de las aproximadamente 30 cimentaciones de las torres de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV (concreto, acero estructural y de refuerzo, mampostería); los residuos metálicos (acero de estructuras, torres tubulares, torres de celosía de la Línea de Transmisión, aparellaje y estructuras metálicas de soporte; aluminio y cobre del cableado de media y alta tensión); plásticos; cableado eléctrico; lámparas; equipos electrónicos y similares. Se privilegiará la separación en sitio, la valorización (fundición de metales para reciclaje; fragmentación del concreto para uso como base o relleno; para las palas de materiales compuestos, los procedimientos de reciclaje o valorización más avanzados disponibles al momento del desmantelamiento, y la entrega a gestores y sitios de disposición autorizados por la autoridad competente.
Residuos peligrosos (RP)	Comprenden, entre otros, aceite dieléctrico de los dos transformadores de potencia 400/34.5 kV de 190 MVA cada uno de la Subestación Elevadora SET La Noria, del transformador de servicios auxiliares y de los transformadores integrados en la góndola de los 44 aerogeneradores; gas SF_6 procedente de las celdas de media tensión y de los interruptores de la subestación; aceites y lubricantes remanentes de la caja multiplicadora, de los sistemas hidráulicos y de yaw de los aerogeneradores, así como de la maquinaria empleada durante el desmantelamiento; solución de glicol de etileno del sistema de enfriamiento del BESS; módulos de baterías Li-ion (LFP) del Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS) al final de su vida útil; sólidos impregnados con hidrocarburos; envases contaminados; pinturas y solventes sobrantes; tierra contaminada por derrames; y baterías de los sistemas de respaldo de control, protección y comunicaciones (banco de baterías del sistema de corriente continua de la subestación). Se almacenarán temporalmente en sitio designado con piso impermeable, cubierta, ventilación, contención secundaria y señalización, sin exceder el plazo máximo permitido por la normatividad aplicable; serán retirados por prestadores autorizados por la autoridad ambiental federal para su transporte, tratamiento y disposición final.

I.9. Medidas ambientales durante el cierre

Durante las actividades de cierre se implementarán medidas generales de prevención y mitigación de impactos ambientales, conforme a las mejores prácticas aplicables al momento y a la normatividad vigente. De manera enunciativa, dichas medidas comprenden:

I.9.1. Control de emisiones a la atmósfera y ruido

- Ejecución de las actividades de demolición y maniobras de obra en jornada diurna, conforme a la normatividad aplicable en materia de ruido.
- Humectación periódica de los frentes de demolición y de las áreas de circulación de maquinaria para control de partículas en suspensión.
- Verificación del estado mecánico y de mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado, asegurando el cumplimiento de los límites de emisión aplicables.

I.9.2. Protección del suelo y del agua

- Almacenamiento temporal de residuos peligrosos en sitio designado con piso impermeable, contención secundaria y protección contra precipitaciones.
- Prohibición expresa de la disposición de residuos sólidos o líquidos directamente sobre el suelo, en escurrimientos superficiales o en el subsuelo del predio o de su entorno.
- Verificación de la ausencia de derrames de hidrocarburos u otras sustancias previo al retiro de la maquinaria y equipo del sitio.
- Atención inmediata de cualquier derrame o liberación de sustancias durante las actividades de cierre, conforme a los procedimientos aplicables.

I.9.3. Seguridad ocupacional

- Aplicación de las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo durante todas las actividades de desmantelamiento y demolición.
- Provisión de equipo de protección personal al personal involucrado y delimitación adecuada de los frentes de obra.
- Aplicación de procedimientos de seguridad específicos para instalaciones eólicas y de alta tensión, considerando el bloqueo mecánico del rotor mediante el sistema de freno y la puesta en bandera de las palas mediante el sistema pitch previo a cualquier maniobra en el aerogenerador; el bloqueo mecánico del sistema de yaw; y las maniobras a altura conforme a los procedimientos de trabajo en altura aplicables al fabricante y a la normatividad vigente. Las maniobras de desenergización, bloqueo, etiquetado, verificación de ausencia de tensión y puesta a tierra de las instalaciones de media y alta tensión se realizarán conforme a las disposiciones de la normatividad eléctrica aplicable y por personal calificado.

I.10. Restauración del sitio

Una vez concluidas las actividades de desmantelamiento, demolición y retiro de residuos, se procederá a la restauración del sitio mediante acciones generales que comprenden:

- **Limpieza general del predio**, asegurando la remoción de cualquier residuo, material disperso o elemento de obra remanente.
- **Estabilización y nivelación del terreno**, conforme a las recomendaciones técnicas que se desprendan del estudio de mecánica de suelos o de evaluaciones equivalentes vigentes al momento del cierre. El terreno se dejará en condiciones que minimicen el riesgo de erosión y favorezcan la estabilidad de los taludes y plataformas existentes.
- Revegetación del sitio con especies nativas o adaptadas a las condiciones climáticas del estado de Coahuila de Zaragoza. Cabe señalar que las superficies sujetas a CUSTF dentro del polígono corresponden a vegetación forestal asociada a las condiciones edafoclimáticas del sitio, por lo que la revegetación se planteará en línea con la reconversión y restitución del ecosistema forestal afectado, atendiendo a las condicionantes derivadas de los actos administrativos en materia forestal aplicables al Proyecto. Las especies a utilizar se seleccionarán privilegiando aquellas nativas y adaptadas a las condiciones ecológicas locales de los municipios de Villa Unión y Sabinas, Coahuila de Zaragoza, conforme a las condiciones edafológicas, climáticas y ecológicas del sitio al momento del cierre.
- **Seguimiento del establecimiento de la cubierta vegetal** durante el período que se determine en la actualización del programa, con acciones de riego de apoyo y reposición de individuos en caso necesario.

I.11. Articulación con los programas ambientales del Proyecto

Las actividades del presente programa se articulan con los programas ambientales del **Proyecto** establecidos en la MIA-R, como son:

Tabla 5. Programas ambientales

Programa ambiental del Proyecto	Aplicación durante el cierre
Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)	Establece la supervisión integral del cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación durante todas las etapas del **Proyecto**, incluida la etapa de cierre, y la presentación de informes a la autoridad ambiental conforme a los términos y condicionantes de la resolución de la presente MIA-R.

I.12. Informe final de cierre

Al concluir las actividades de cierre, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio, se presentará ante la autoridad ambiental competente que corresponda al momento, un Informe Final de Cierre que comprenderá, de manera enunciativa y no limitativa:

- Registro fotográfico del proceso de cierre y del estado final del sitio.
- Bitácora consolidada de residuos generados, manejados y dispuestos por categoría, con identificación de los prestadores de servicios utilizados y comprobantes de entrega a sitios autorizados.

- Resultados del seguimiento de la restauración del sitio (estabilización del terreno y establecimiento de la cubierta vegetal, en su caso).
- Plano del estado final del terreno.
- Informe de cumplimiento de las medidas establecidas en el presente programa.

I.13. Actualización del programa

El presente programa tiene **carácter preliminar e indicativo**, en tanto que su ejecución material se ubica en un horizonte temporal aproximado de veinticinco años a partir del inicio de operaciones del **Proyecto**. Por la naturaleza de dicho horizonte, las condiciones técnicas, normativas, de mercado, sociales y del propio sitio podrán haber experimentado cambios significativos al momento del cierre.

En consecuencia, se asume el compromiso de que, **previo al inicio de las actividades de cierre**, el presente programa será **actualizado, detallado y formalmente presentado ante la autoridad ambiental competente**. La actualización comprenderá, entre otros aspectos:

- Verificación y actualización del marco normativo aplicable vigente al momento del cierre.
- Actualización del diagnóstico del sitio, incluyendo el estado físico de las instalaciones, las condiciones del suelo y del entorno, y la presencia, en su caso, de elementos adicionales no contemplados al momento de la elaboración del presente documento.
- Cuantificación específica y detallada de los residuos a generar por categoría, con base en las características reales de las obras a desmantelar.
- Cronograma operativo detallado de las actividades de cierre, identificación de prestadores de servicios autorizados y procedimientos constructivos aplicables al momento.
- Medidas específicas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados, conforme a las mejores prácticas y tecnologías vigentes al momento del cierre.
- Mecanismos de notificación e información a las autoridades competentes y, en su caso, a la comunidad.

BASE DE DATOS

PROYECTO:

"PARQUE EÓLICO LA NORIA"

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Villa Unión y Sabinas, Coahuila de Zaragoza

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

ÍNDICE

I. REQUERIMIENTOS DE RECURSOS y GASES DE EFECTO INVERNADERO 3
I.1. Requerimientos de recursos. 3
I.1.1. Personal. 3
I.1.2. Agua. 4
I.1.3. Energía eléctrica. 5
I.1.4. Combustibles. 5
I.1.5. Maquinaria y equipo. 6
I.1.6. Materiales de construcción (bancos de materiales). 7
I.1.7. Residuos y aguas residuales. 9
I.1.7.1. Manejo de aguas residuales. 9
I.1.7.2. Manejo de residuos. 9
I.1.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido. 10
I.2. Generación de Gases de Efecto Invernadero. 12
I.2.1. Emisiones a la atmósfera. 12
I.2.2. Fuentes de generación de GEI por etapa. 12
I.2.3. Conceptos básicos sobre GEI. 13
I.2.4. Cálculo de CO_2 equivalente. 14
I.2.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI. 15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1. Requerimiento de personal por etapa del Proyecto 3
Tabla I. 2. Resumen del requerimiento de agua por etapa. 4
Tabla I. 3. Maquinaria y equipo estimado por etapa 7
Tabla I. 4. Volúmenes estimados preliminares de residuos generados durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción. 9
Tabla I. 5. Emisiones atmosféricas principales por etapa. 12
Tabla I. 6. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de GEI. 13
Tabla I. 7. Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001). 14
Tabla I. 8. Factores de emisión para gasolina y diésel (UK GHG 2022). 15
Tabla I. 9. Estimación preliminar de generación de GEI por etapa del Proyecto (kg CO_2e) 16

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I. REQUERIMIENTOS DE RECURSOS y GASES DE EFECTO INVERNADERO

I.1. Requerimientos de recursos.

A continuación, se describen los requerimientos de personal, agua, energía eléctrica, combustibles, maquinaria y equipo, materiales de construcción y la gestión de residuos y aguas residuales asociados a las distintas etapas del **Proyecto**. Las cantidades presentadas constituyen estimaciones preliminares adaptadas a las características particulares del Parque Eólico La Noria (44 aerogeneradores Nordex N175 con 33 unidades de 6.8 MW y 11 unidades de 7.0 MW, potencia hasta de 301.55 MW, caminos, red MT, SET La Noria con sistema BESS integrado y Línea de Transmisión Aérea de 400 kV), y podrán ajustarse conforme se defina el programa de obra definitivo, la cantidad de frentes simultáneos y la estrategia de contratación de subcontratistas.

I.1.1. Personal.

Se estima la siguiente plantilla de personal por etapa del **Proyecto**. Las jornadas laborales se desarrollarán de lunes a viernes de 08:00 a 17:00 horas con una hora de comida, y sábados de 08:00 a 13:00 horas. Siempre que sea posible, se dará prioridad a la contratación de mano de obra local proveniente de las localidades próximas al sitio del **Proyecto**; sin embargo, para actividades especializadas (particularmente montaje electromecánico de aerogeneradores, trabajos en altura y tendido de la LT 400 kV) podrá requerirse personal proveniente de otras localidades o empresas de servicios especializados. Para la etapa de preparación del sitio y construcción se estima una dotación de aproximadamente 560 trabajadores en pico de obra, que acudirán al sitio del **Proyecto** de forma diaria durante los distintos frentes de obra (movimiento de suelo, cimentaciones, montaje electromecánico, sistema colector, subestación y línea de transmisión).

Tabla I. 1. Requerimiento de personal por etapa del Proyecto

Etapa	Puesto / Actividad	Cantidad estimada
Preparación del sitio	Obreros, técnicos, encargado, supervisor ambiental y auxiliares	≈ 30
Construcción	Parque Eólico (44 aerogeneradores)	≈ 350
	Subestación Elevadora SET La Noria y BESS	≈ 80
	Línea de Transmisión Aérea 400 kV	≈ 100
	Supervisión y coordinación	≈ 30
	Subtotal directo en construcción	**≈ 560**
Operación y Mantenimiento	Personal permanente (operación, mantenimiento mecánico y eléctrico, monitoreo ambiental)	20 – 40
	Contratistas externos (mantenimiento preventivo mayor de aerogeneradores)	Hasta 100
Desmantelamiento	Técnicos, operativos y personal especializado	40 – 50

El personal contratado deberá contar con la calificación necesaria para las actividades a desarrollar y recibirá capacitación e inducción de seguridad previa al inicio de sus tareas, incluyendo capacitación específica para trabajos en altura cuando corresponda (particularmente para las tareas de montaje electromecánico de los aerogeneradores y el tendido de la LT 400 kV). Se dotará al personal del equipo de protección personal necesario según la actividad, y se realizarán acciones de sensibilización orientadas al manejo adecuado de residuos y a la protección de las características ambientales del sitio.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.1.2. Agua.

Para cubrir los requerimientos de agua del **Proyecto** se contratarán servicios de suministro mediante pipas autorizadas, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Este recurso será destinado a la preparación y curado del concreto de las cimentaciones de los aerogeneradores y a la humectación y conformación de caminos internos, así como para cubrir las necesidades básicas del personal que participe en las obras. Cuando resulte técnicamente viable, se priorizará el uso de agua tratada.

Durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción se estima un requerimiento de agua industrial del orden de 14,000 a 20,000 m³, destinada principalmente a la preparación y curado del concreto de las cimentaciones de los aerogeneradores (aproximadamente entre 6,000 y 8,000 m³) y a la humectación y conformación de caminos internos y plataformas (aproximadamente entre 8,000 y 12,000 m³). Adicionalmente, se estima un requerimiento de agua potable para el personal de obra del orden de 3,200 a 4,800 m³ para el conjunto de la etapa. El agua industrial será suministrada mediante pipas de proveedores de la zona y almacenada en el campamento, las áreas temporales de obra y la planta de concreto. El agua potable será suministrada mediante garrafones a través de un distribuidor local.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento se estima un consumo de agua potable del orden de 100 a 150 L/día por persona para la dotación permanente en sitio (≈ 20 – 40 personas), equivalente a un total aproximado de 2,000 a 4,000 L/día para el conjunto del personal, más un caudal adicional de hasta 450 L/día para servicios sanitarios y actividades ocasionales de mantenimiento. Cabe destacar que, a diferencia de las centrales solares fotovoltaicas, los aerogeneradores no requieren agua para actividades rutinarias de limpieza, por lo que la demanda hídrica durante la operación es sustancialmente menor. El suministro se realizará mediante garrafones y pipas.

Para la etapa de Desmantelamiento y Abandono se requerirá agua para el control de polvo, la limpieza general y los servicios sanitarios del personal, suministrada mediante pipas de terceros y sanitarios móviles gestionados por una empresa autorizada. No se prevé el uso de agua para elaboración de concreto en esta etapa, salvo que se definan obras menores de restitución.

Tabla I. 2. Resumen del requerimiento de agua por etapa.

Etapa	Fuente de suministro	Volumen / Frecuencia estimada
Preparación del sitio y Construcción — Agua industrial	Pipas autorizadas (proveedor externo); almacenamiento en campamento, áreas temporales y planta de concreto. Priorización de agua tratada cuando resulte técnicamente viable.	14,000 – 20,000 m³ para el conjunto de la etapa: preparación y curado del concreto de cimentaciones (6,000 – 8,000 m³) + humectación y conformación de caminos internos (8,000 – 12,000 m³).
Preparación del sitio y Construcción — Agua potable	Garrafones a través de un distribuidor local.	3,200 – 4,800 m³ para el conjunto de la etapa (personal de obra).
Operación y Mantenimiento	Garrafones y pipas.	100 – 150 L/día por persona (≈ 2,000 – 4,000 L/día para el conjunto del personal permanente de 20 – 40 personas) + hasta 450 L/día para servicios sanitarios y actividades ocasionales de mantenimiento.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Etapa	Fuente de suministro	Volumen / Frecuencia estimada
Desmantelamiento	Pipas de terceros y sanitarios móviles gestionados por empresa autorizada.	Control de polvo, limpieza general y servicios sanitarios del personal. Volumen total a determinar en el Plan de Desmantelamiento y Abandono.

I.1.3. Energía eléctrica.

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento, el suministro eléctrico requerido para las instalaciones y equipos de obra (campamento, planta de concreto y frentes de trabajo) se cubrirá mediante generadores diésel, los cuales se instalarán en las áreas temporales de obra, instalaciones provisionales y frentes de trabajo, de acuerdo con las necesidades operativas del **Proyecto**. Los generadores se ubicarán en áreas delimitadas, señalizadas y con acceso controlado, contando con medidas de seguridad y protección ambiental para prevenir riesgos asociados a su operación. La tensión de salida, el factor de potencia y las horas de operación de estos equipos se definirán conforme al programa de obra y a la selección definitiva de los equipos por parte del contratista.

Las zonas destinadas al almacenamiento y abastecimiento de combustible dispondrán de superficies impermeables, material absorbente para atención de derrames, equipo contra incendios y demás medidas de control que resulten aplicables conforme a la normatividad vigente.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento se prevé que las necesidades energéticas propias del parque (correspondientes a los edificios de control, sistemas de monitoreo, iluminación y demás cargas auxiliares) sean cubiertas mediante autoabastecimiento a partir de la propia infraestructura eléctrica del **Proyecto**, sin requerir una fuente de suministro externa adicional. Con base en la información preliminar del **Proyecto** y considerando la escala de la infraestructura eléctrica asociada (SET La Noria 34.5/400 kV y edificio de control principal), la demanda de los servicios auxiliares se estima preliminarmente en el orden de 300 a 500 kW, valor sujeto a ajuste conforme al diseño eléctrico de detalle. Esta demanda cubre principalmente los sistemas SCADA y de monitoreo, comunicaciones (red de fibra óptica interna), videovigilancia, iluminación interior y perimetral del edificio de control y de la subestación, iluminación aeronáutica de los 44 aerogeneradores, sistemas de climatización de sala de control y sala de celdas, y demás cargas auxiliares asociadas al parque eólico y a la SET La Noria.

De manera complementaria, podrá disponerse de alimentación desde la red eléctrica como fuente de respaldo para garantizar la continuidad de los sistemas esenciales. La potencia y el voltaje asociados a este autoconsumo se definirán en la ingeniería eléctrica de detalle.

Para la etapa de Desmantelamiento y Abandono, el requerimiento de energía eléctrica, de existir, se cubrirá mediante generadores móviles de características similares a los empleados durante la construcción, cuyo detalle se definirá en el Plan de Abandono correspondiente.

I.1.4. Combustibles.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se estima un consumo de diésel del orden de 8,000 a 12,000 m³, destinado a la maquinaria pesada, vehículos industriales y generadores del **Proyecto**, y un consumo de gasolina del orden de 400 a 600 m³ para vehículos ligeros. Ambos combustibles serán adquiridos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

en estaciones de distribución cercanas al sitio y suministrados periódicamente mediante pipas, sin contemplarse su almacenamiento permanente en el predio.

Ambos combustibles serán adquiridos en estaciones de distribución cercanas al sitio (Sabinas, Monclova) y suministrados periódicamente mediante pipas, sin contemplarse su almacenamiento permanente en el predio. Para el servicio de comedor de obra se estima un consumo de gas licuado del orden de 7,000 a 10,000 kg durante la etapa de construcción; a diferencia del diésel y la gasolina, el gas licuado sí requerirá almacenamiento en el sitio mediante cilindros portátiles a presión conforme a la NOM-011/1-SEDG-1999.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento se estima un consumo de gasolina del orden de 1 a 2 m^3 por año, asociado a los vehículos utilizados en tareas de inspección y mantenimiento, y un consumo menor de diésel para eventuales grúas de reemplazo de componentes mayores y equipos auxiliares. El abastecimiento se realizará en estaciones cercanas, sin almacenamiento permanente en el parque.

Para la etapa de Desmantelamiento y Abandono se prevé el uso de diésel y gasolina para la maquinaria, grúas, camiones y vehículos empleados en las actividades de desmontaje. El consumo y la cantidad para almacenar se determinarán en el Plan de Desmantelamiento y Abandono, en función de la duración de los trabajos y el equipo definitivo a emplear.

El almacenamiento, manejo y suministro de combustibles se realizará conforme a las medidas de seguridad, salud ocupacional y protección ambiental aplicables. Las áreas destinadas para el abastecimiento y almacenamiento temporal contarán con superficies impermeables, material absorbente para atención de derrames, equipo contra incendios y señalización preventiva.

I.1.5. Maquinaria y equipo.

Para las etapas de preparación del sitio, construcción, montaje electromecánico y obras asociadas del Parque Eólico se contempla el uso de maquinaria pesada y equipo especializado, distribuido por frente de trabajo según la actividad correspondiente. Tanto los vehículos como la maquinaria pesada operarán bajo un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que garantice su funcionamiento óptimo durante toda la etapa constructiva, minimizando emisiones, ruido y riesgo de derrames.

La grúa que finalmente se utilice para el montaje de los aerogeneradores dependerá de su disponibilidad en el mercado al momento de la ejecución de la obra. Como alternativa más probable se evalúa una grúa de pluma de celosía sobre chasis de ruedas tipo LG1750, que requiere armado y desarmado en cada plataforma pero cuenta con mayor disponibilidad en el país; como alternativa se contempla una grúa oruga tipo LR1600, de menor disponibilidad y que eventualmente podría requerir ajustes según las condiciones del sitio.

Considerando una duración estimada de la etapa de montaje electromecánico del orden de 9 meses (aproximadamente 40 semanas) para el conjunto de las 44 unidades, y una jornada de trabajo intensiva representativa de la industria (entre 60 y 120 horas-obra semanales según el esquema de turnos adoptado), se estima un total de entre 2,300 y 4,700 horas-obra a lo largo de dicha etapa, equivalentes a un promedio aproximado de 50 a 110 horas por aerogenerador para la grúa principal.

La siguiente tabla presenta los principales tipos de equipo previstos por etapa. Las cantidades definitivas de cada equipo, así como la cantidad de frentes simultáneos, se definirán conforme avance el programa de obra y la estrategia de montaje, por lo que no se anticipan en esta instancia.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla I. 3. Maquinaria y equipo estimado por etapa

Etapa	Equipo	Combustible	Horas/día estimadas
Preparación del sitio y construcción	Trascabo	Diésel	8 – 12 h/día
	Camión	Diésel	8 – 12 h/día
	Buldócer	Diésel	8 – 12 h/día
	Compactador	Diésel	8 – 12 h/día
	Niveladora	Diésel	8 – 12 h/día
	Camión cisterna	Diésel	8 – 12 h/día
	Excavadora	Diésel	8 – 12 h/día
	Camión mezclador	Diésel	8 – 12 h/día
	Camión de bombeo	Diésel	8 – 12 h/día
	Grúa telescópica	Diésel	8 – 12 h/día
	Grúa principal de montaje	Diésel	8 – 10 h/día (jornada simple); hasta 16 – 20 h/día en escenario de doble turno
	Grúa de soporte	Diésel	8 – 12 h/día
	Grúas secundarias	Diésel	8 – 12 h/día
	Grúa auxiliar	Diésel	8 – 12 h/día
	Generador eléctrico de obra	Diésel	8 – 12 h/día
	Vehículos ligeros	Gasolina	Según jornada del personal
Operación y mantenimiento	Vehículos livianos de mantenimiento	Diésel / Gasolina	Según jornada del personal
	Grúa (uso esporádico)	Diésel	8 – 12 h/día (uso esporádico)
Desmantelamiento y abandono	Grúas, camiones y equipo de excavación	Diésel	8 – 12 h/día

I.1.6. Materiales de construcción (bancos de materiales).

Para la etapa de preparación del sitio y construcción se contempla el suministro y utilización de los materiales necesarios para la ejecución de las cimentaciones de los 44 aerogeneradores, los caminos internos y plataformas, el sistema colector de media tensión, la SET La Noria, la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV y las demás instalaciones del **Proyecto**. Los materiales serán adquiridos preferentemente en establecimientos cercanos al sitio y trasladados mediante camiones convencionales, camiones mezcladores, camiones cisterna y transporte especializado para los componentes sobredimensionados de los aerogeneradores.

Entre los principales materiales a emplear se encuentran:

- Concreto y acero de refuerzo para las cimentaciones de los 44 aerogeneradores (cuya cuantificación definitiva dependerá del diseño geotécnico y estructural de cada posición, actualmente no definido).
- Concreto y acero de refuerzo para las cimentaciones de las ≈ 30 torres de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV.
- Concreto y acero de refuerzo para la SET La Noria (bancadas de transformadores, bateas de contención, edificios de control y celdas).
- Material granular (base y subbase) requerido para la conformación de los caminos y las plataformas de montaje. Como estimación preliminar, considerando un ancho de calzada de 6 m y un paquete estructural de 0.30 m, se prevé un volumen del orden de 130,000 – 180,000 m³ de material granular para los caminos internos y de acceso, y del orden de 175,000 – 235,000 m³ para el conjunto de las

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

44 plataformas de montaje (58.26 ha con espesor conjunto estimado de 0.30 m), sujeto a ajuste conforme al balance de tierras y al diseño geométrico y geotécnico definitivos del Proyecto.

- Cable conductor de aluminio con núcleo de acero galvanizado para la red MT 34.5 kV (subterránea y aérea), incluyendo placas de protección mecánica y cajas de empalme en cantidad proporcional a la longitud de zanja instalada.
- Cable de fibra óptica (soterrado y aéreo) para la red de comunicaciones y SCADA del **Proyecto**.
- Materiales para las obras de drenaje: registros, alcantarillas tubulares, alcantarillas de tipo cajón de hormigón armado, tuberías y concreto para badenes y disipadores.
- Estructuras metálicas de soporte para tramos aéreos de MT (postes de hormigón armado, metálicos o de madera).
- Torres de celosía de acero galvanizado (Serie EA4A, EA4B, EA4X, EA4W) para la LT 400 kV; conductores 1113 kcmil ACSR/AS (o 795 kcmil); cable de guarda EHS; cable OPGW; y aisladores sintéticos poliméricos o de vidrio templado.
- Grava, concreto, acero, estructuras metálicas, tornillería, cables de cobre y de alta tensión, tuberías, canales prefabricados, equipos eléctricos y materiales para los edificios de control de la SET La Noria.
- Componentes de los aerogeneradores Nordex N175 (44 unidades: 33 de 6.8 MW + 11 de 7.0 MW): tramos de torre, góndola, buje, rotor y palas, recibidos mediante transporte especializado extradimensionado.

Sobre la base de un análisis preliminar de corte y relleno del trazado de caminos del **Proyecto**, se estima un volumen de movimiento de suelos del orden de 1,000,000 a 1,500,000 m³ de corte y de 650,000 a 1,000,000 m³ de relleno, resultando en un excedente neto de material (corte sobre relleno) del orden de 350,000 a 500,000 m³. En la medida de lo posible, se procurará aprovechar los materiales generados durante las actividades de movimiento de tierras y adecuación del terreno, siempre que sus características geotécnicas permitan su utilización en las obras proyectadas.

En caso de requerirse material adicional, éste será suministrado por bancos de materiales legalmente establecidos y autorizados por las autoridades competentes, ubicados dentro del área de influencia del **Proyecto**. La ubicación de dichos bancos, los volúmenes de extracción y el número de viajes asociado se definirán durante la ingeniería de detalle y el balance de materiales del **Proyecto**.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento, los insumos requeridos corresponden principalmente a productos para el mantenimiento preventivo y correctivo de los aerogeneradores y de los equipos eléctricos. Como referencia preliminar para el conjunto del parque (44 aerogeneradores), se estima un consumo periódico del orden de 14,000 L de aceite hidráulico y 2,000 L de refrigerante cada cinco años, junto con aproximadamente 12,000 L de aceite mineral a lo largo de la vida útil, además del reemplazo ocasional de baterías y consumibles menores (grasas, filtros, cable eléctrico de reposición, ácido para baterías, pintura y productos de limpieza). Estos valores constituyen una primera aproximación y deberán ajustarse conforme al manual de mantenimiento del fabricante Nordex.

Para la etapa de Desmantelamiento y Abandono, los materiales resultantes de la desconexión, desmontaje y retiro de aerogeneradores, equipos eléctricos, subestación y demás instalaciones incluirán principalmente

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

acero, cobre, aluminio, concreto, cables, componentes eléctricos y electrónicos, aceites, refrigerantes, baterías, plásticos y materiales compuestos de las palas.

I.1.7. Residuos y aguas residuales.

I.1.7.1. Manejo de aguas residuales.

- **Preparación del sitio y Construcción**. Las aguas residuales generadas corresponderán principalmente a aguas sanitarias provenientes del personal de obra y a las aguas provenientes del lavado de camiones mezcladores. Para su manejo se instalarán sanitarios portátiles en las áreas temporales de obra y frentes de trabajo, cuyo mantenimiento, limpieza y disposición final serán realizados por empresas autorizadas. Las aguas sanitarias del campamento serán conducidas a una fosa séptica, la cual recibirá mantenimiento periódico a través de una empresa autorizada. No se contempla la descarga directa de aguas residuales al suelo, cuerpos de agua o drenajes naturales.
- **Operación y Mantenimiento**. Durante esta etapa las aguas residuales serán generadas principalmente por el personal técnico, administrativo y de vigilancia (≈ 20 – 40 personas) que labore de forma permanente en las instalaciones del **Proyecto**. Estas aguas serán conducidas a un sistema sanitario autónomo, integrado por fosa séptica o solución equivalente, diseñada conforme a la normatividad aplicable y a los requerimientos de la ingeniería de detalle. Los edificios permanentes de control, mantenimiento y la subestación contarán con dicho sistema, con mantenimiento y retiro a cargo de una empresa autorizada.
- **Desmantelamiento.** Se utilizarán sanitarios portátiles para el personal encargado de las actividades de retiro de infraestructura, limpieza y restauración del sitio. El manejo, mantenimiento y disposición final de los residuos sanitarios será realizado por empresas autorizadas.

En todas las etapas del **Proyecto** se implementarán medidas para prevenir descargas no controladas al suelo o a cuerpos de agua, garantizando el adecuado manejo de las aguas residuales conforme a la legislación ambiental aplicable.

I.1.7.2. Manejo de residuos.

Los residuos generados durante las distintas etapas del Proyecto se clasifican conforme a la legislación aplicable en:

- **RSU**: Residuos Sólidos Urbanos.
- **RME**: Residuos de Manejo Especial.
- **RP**: Residuos Peligrosos.

Tabla I. 4. Volúmenes estimados preliminares de residuos generados durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción.

Residuo	Valor estimado
Residuos sólidos urbanos	140 t
Restos de cables	20,000 m
Cartón	6 t
Fierros y metales	80 t
Madera	0.5 t
Restos de materiales de construcción	50 t

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Residuo	Valor estimado
Escombros	20 t
Residuos metálicos inertes	35 t
Aceites, grasas y lubricantes usados	1.5 t

Durante todas las etapas del **Proyecto** se generarán residuos sólidos urbanos derivados de las actividades del personal y de la operación de las instalaciones. Para su adecuado manejo, se dispondrán contenedores debidamente identificados y distribuidos estratégicamente en las áreas de trabajo, oficinas temporales, áreas temporales de obra y demás instalaciones del **Proyecto**, promoviendo la separación de residuos conforme a su tipo y características.

Los residuos generados serán recolectados periódicamente y entregados a prestadores de servicios o sitios autorizados para su aprovechamiento, tratamiento o disposición final, según corresponda, en cumplimiento de la normatividad ambiental (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento) y las disposiciones municipales aplicables.

Los residuos peligrosos que eventualmente se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción, principalmente aceites usados, grasas, filtros, absorbentes contaminados, envases de sustancias químicas y materiales de limpieza contaminados, serán almacenados temporalmente en un área destinada para tal fin, con piso impermeable, paredes sólidas, techo y sistema de contención de derrames, previo a su entrega a un prestador de servicios autorizado para su transporte, tratamiento, reciclaje o disposición final.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento, los residuos peligrosos (aceites hidráulicos y minerales usados, grasas, refrigerantes, pinturas, líquidos de limpieza, baterías, y envases y materiales absorbentes contaminados) serán almacenados en un área permanente ubicada en el predio de la subestación, con las mismas condiciones de contención descritas para la etapa de construcción, hasta su retiro por un prestador autorizado.

El manejo de los residuos peligrosos generados en las distintas etapas del Proyecto dará cumplimiento a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento. El almacenamiento temporal de residuos peligrosos no excederá el plazo de seis meses desde su generación, salvo prórroga debidamente autorizada.

Se evitará la mezcla de residuos peligrosos entre sí o con otros materiales, mediante su separación en contenedores identificables por tipo y color, rotulados y sellados. Se llevará una bitácora de generación, almacenamiento, transporte y disposición final, y los residuos serán entregados a empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Los residuos de manejo especial se gestionarán conforme a los criterios de clasificación establecidos en la NOM-161-SEMARNAT-2011, formulándose el plan de manejo correspondiente cuando así se determine.

No se permitirá la disposición de residuos sólidos, líquidos o peligrosos en terrenos aledaños, cuerpos de agua, cauces o áreas naturales, con el fin de prevenir afectaciones al suelo, la vegetación y los escurrimientos superficiales.

I.1.7.3. Emisiones atmosféricas y ruido.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Las principales emisiones atmosféricas durante las etapas de preparación del sitio y construcción estarán asociadas al funcionamiento de maquinaria, equipos y vehículos que operan con diésel, gasolina o gas LP, así como a la generación de emisiones fugitivas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) por las actividades de movimiento de tierras (1,000,000 – 1,500,000 m³ de corte estimado), excavaciones de las 44 fundaciones de aerogeneradores y de las cimentaciones de las ≈ 30 torres de la LT 400 kV, conformación de caminos, operación de la planta de concreto y tránsito de vehículos ligeros y pesados. Entre los contaminantes emitidos se encuentran monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO_2) y material particulado (PST, PM_{10}, $PM_{2.5}$). Estas emisiones serán predominantemente fugitivas o provenientes de fuentes móviles, de alcance local y acotadas al período de obra, y serán mitigadas mediante el riego de caminos y áreas de trabajo, así como mediante programas de mantenimiento preventivo para maquinaria y vehículos.

En caso de que las condiciones del terreno requieran voladuras, se generarán adicionalmente emisiones puntuales y de corta duración de polvo y partículas de roca. Estas emisiones serán de carácter local y temporal.

Como medidas adicionales de control se contempla la humectación de caminos y frentes de trabajo, la cobertura de las cajas de los camiones que transporten materiales sueltos, el control de velocidad de circulación dentro del predio, el control de polvo en la planta de concreto y el mantenimiento de los sistemas de escape de vehículos y maquinaria en buenas condiciones. Los vehículos de transporte y camionetas que utilicen diésel en circulación se sujetarán a lo establecido en la NOM-045-SEMARNAT-2006; los que utilicen gasolina, a la NOM-041-SEMARNAT-2006; y los que utilicen gas LP o gas natural, a la NOM-050-SEMARNAT-1993.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción también se generarán emisiones de ruido asociadas a la operación de maquinaria y equipo. Los niveles de emisión sonora en la fuente para maquinaria de características similares se ubican típicamente en un rango de 85 a 110 dB, siendo los propios trabajadores de obra los receptores más próximos a estas fuentes. En condiciones normales de operación se procurará cumplir con los límites establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994, correspondientes a 68 dB(A) en horario diurno (06:00 a 22:00 h) y 65 dB(A) en horario nocturno (22:00 a 06:00 h).

Durante la etapa de Operación, la principal fuente de ruido corresponderá a los aerogeneradores. El modelo seleccionado Nordex N175/6.X presenta un nivel de potencia sonora de referencia (LwA) de 109.7 dB(A) en la fuente. Este valor corresponde a la emisión sonora del equipo en el punto de origen y no constituye, por sí mismo, un nivel de inmisión en los receptores del entorno; la determinación de los niveles de ruido esperados en los receptores sensibles requiere de un estudio de modelación acústica específico, que considere la curva de potencia acústica del equipo, la disposición geográfica definitiva de las 44 unidades, la topografía del sitio, la cobertura del suelo y las condiciones meteorológicas predominantes. Dicho estudio se desarrollará en etapas posteriores de ingeniería. Adicionalmente, se prevén fuentes de ruido asociadas a la subestación eléctrica, cuya caracterización se definirá conforme al diseño eléctrico de detalle.

La generación de energía eléctrica mediante aerogeneradores no produce emisiones atmosféricas directas ni gases de combustión, dado que no involucra un proceso de quema de combustibles fósiles. Únicamente se prevén emisiones ocasionales y de baja intensidad asociadas a los vehículos y equipos utilizados en actividades de inspección, mantenimiento y reparación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Para la etapa de desmantelamiento y abandono se prevén nuevamente emisiones de PM_{10}, $PM_{2.5}$, polvo fugitivo y gases de combustión, asociadas al desmontaje, la demolición, el movimiento de materiales, la rehabilitación del terreno y la circulación de maquinaria y vehículos. Estas emisiones serán de carácter local y cesarán al concluir los trabajos de desmantelamiento.

El personal expuesto utilizará equipo de protección auditiva conforme a los procedimientos de seguridad aplicables. El Proyecto dará cumplimiento a la NOM-081-SEMARNAT-1994 (límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas) y, en lo relativo a la exposición ocupacional del personal de obra, a la NOM-011-STPS-2001 (condiciones de seguridad e higiene para el ruido en los centros de trabajo).

I.2. Generación de Gases de Efecto Invernadero.

I.2.1. Emisiones a la atmósfera.

Durante las distintas etapas del Proyecto se generarán emisiones atmosféricas asociadas principalmente al uso de maquinaria, equipos y vehículos que operan con combustibles fósiles (diésel y gasolina), así como al manejo de materiales en actividades de movimiento de tierras y excavaciones. Cabe destacar que la etapa de Operación del parque eólico no involucra procesos de combustión ni de emisión directa, dado que la generación eléctrica mediante aerogeneradores no requiere de combustibles fósiles. Las principales emisiones se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla I. 5. Emisiones atmosféricas principales por etapa.

Emisión	Etapas en que se genera	Fuente principal	Duración típica de exposición
Gases de combustión (SO_2, NO_x, CO, CO_2, HC)	Preparación del sitio y construcción, mantenimiento (esporádico), desmantelamiento	Maquinaria pesada, vehículos y generadores diésel	Hasta 8 h/día durante jornadas de obra
Partículas suspendidas (PST, PM_{10}, $PM_{2.5}$)	Preparación del sitio y construcción, desmantelamiento	Movimientos de tierras (1M – 1.5M m³ estimado), excavaciones de fundaciones, tránsito vehicular, planta de concreto	Hasta 8 h/día durante jornadas de obra
Ruido (emisión acústica)	Preparación del sitio y construcción, operación (aerogeneradores + subestación), desmantelamiento	Maquinaria pesada, grúas de gran porte para izaje 119 m; en operación, aerogeneradores Nordex N175/6.X (LwA = 109.7 dB(A) en la fuente)	Hasta 85–110 dB en la fuente; controlado por EPP y NOM-081-SEMARNAT-1994

I.2.2. Fuentes de generación de GEI por etapa.

De manera preliminar, se identifica que las principales fuentes generadoras de gases de efecto invernadero del **Proyecto** corresponden a la combustión de diésel y gasolina en vehículos, maquinaria y generadores

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

durante las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento y abandono, con emisión asociada principalmente de dióxido de carbono (CO_2) y, en menor proporción, de metano (CH_4) y óxidos de nitrógeno (N_2O) provenientes de la combustión incompleta. Durante la etapa de Operación, el **Proyecto** no constituye una fuente de emisión significativa de gases de efecto invernadero, dado que la generación eléctrica mediante aerogeneradores no involucra procesos de combustión.

La relación de maquinaria y equipo considerada como fuente de GEI, junto con los consumos preliminares estimados por tipo de equipo, se sintetiza en la siguiente tabla. Las cantidades específicas de cada equipo y las horas totales de operación presentadas en la Tabla I.6 corresponden a una estimación preliminar exclusivamente destinada a la cuantificación de emisiones de GEI del presente estudio, elaborada con base en la escala particular del Parque Eólico La Noria.

Tabla I. 6. Maquinaria y equipo consideradas como fuentes de GEI.

Etapa	Cant.	Equipo / Maquinaria	Combustible	L/h	Horas totales	Consumo total
Preparación del sitio y Construcción (36 meses)	5	Trascabo	Diésel	17	5,000	425.00 m³ (425,000 L)
	31	Camión	Diésel	27	4,500	3,766.50 m³ (3,766,500 L)
	3	Buldócer	Diésel	25	4,900	367.50 m³ (367,500 L)
	4	Compactador	Diésel	11	4,500	198.00 m³ (198,000 L)
	8	Niveladora	Diésel	22	5,000	880.00 m³ (880,000 L)
	4	Camión cisterna	Diésel	27	4,500	486.00 m³ (486,000 L)
	2	Excavadora	Diésel	20	7,200	288.00 m³ (288,000 L)
	10	Camión mezclador	Diésel	27	4,500	1,215.00 m³ (1,215,000 L)
	4	Camión de bombeo	Diésel	22	3,600	316.80 m³ (316,800 L)
	3	Grúa telescópica	Diésel	15	5,000	225.00 m³ (225,000 L)
	2	Grúa principal de montaje	Diésel	45	6,500	585.00 m³ (585,000 L)
	3	Grúa de soporte	Diésel	25	6,000	450.00 m³ (450,000 L)
	4	Grúas secundarias	Diésel	18	5,500	396.00 m³ (396,000 L)
	4	Grúa auxiliar	Diésel	18	5,500	396.00 m³ (396,000 L)
	3	Generador eléctrico de obra	Diésel	25	4,500	337.50 m³ (337,500 L)
	15	Vehículos ligeros	Gasolina	10	3,334	500.10 m³ (500,100 L)
Subtotal Diésel						**10,332.30 m³ (10,332,300 L)**
Subtotal Gasolina						**500.10 m³ (500,100 L)**
Operación y Mantenimiento (25 años)	3	Vehículos livianos de mantenimiento	Diésel	11	6,000	198.00 m³ (198,000 L)
	2	Vehículos livianos de mantenimiento	Gasolina	9	2,778	50.00 m³ (50,004 L)
	1	Grúa (uso esporádico)	Diésel	35	500	17.50 m³ (17,500 L)
Subtotal Diésel						**215.50 m³ (215,500 L)**
Subtotal Gasolina						**50.00 m³ (50,004 L)**
Desmantelamiento (24 meses)	15	Grúas, camiones y equipo de excavación	Diésel	25	2,666	999.75 m³ (999,750 L)
Subtotal Diésel						**999.75 m³ (999,750 L)**

I.2.3. Conceptos básicos sobre GEI.

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y resultantes de la actividad humana, que absorben y emiten radiación infrarroja. Esta propiedad causa el efecto invernadero. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce seis:

- Bióxido de carbono (CO_2)
- Metano (CH_4)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Óxido nitroso (N_2O)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF_6)

Los principales gases que han contribuido al efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), de los cuales el dióxido de carbono es el más importante, aumentando su concentración debido al uso de combustibles fósiles y, en menor medida, a los cambios en los usos de la tierra.

El Potencial de Calentamiento Global (GWP) define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1 kg de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO_2. De esta forma, se pueden tener en cuenta los efectos radiativos de cada gas, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera. Por ejemplo, el GWP para 100 años del metano es 21 y para el N_2O es 296. En otras palabras, la emisión de 1 millón de toneladas de metano es equivalente a emitir 21 millones de toneladas de CO_2 (equivalente); de esta manera el CO_2 tiene un valor de GWP de 1, tal como se muestra a continuación:

Tabla I. 7. Potencial de calentamiento global de los GEI (referencia IPCC TAR 2001).

Gas	GWP (100 años)
Dióxido de Carbono (CO_2)	1
Metano (CH_4)	21
Óxido Nitroso (N_2O)	296
Fluorocarburos	120 – 12,000
Clorofluorocarbonos	5,700 – 11,900
Hexafluoruro de azufre (SF_6)	22,200

I.2.4. Cálculo de CO_2 equivalente.

Los GEI distintos al dióxido de carbono (CO_2) —metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, etc.— son convertidos a su valor equivalente en dióxido de carbono, multiplicando la masa del gas en cuestión por su GWP:

CO_2eq = Masa del gas × Potencial de calentamiento (GWP)

Se elige el CO_2 como el equivalente al total de los gases de efecto invernadero porque, a pesar de tener un potencial de calentamiento mucho menor que el de otros gases, como el metano o los óxidos nitrosos, es el que más crecimiento ha experimentado en la atmósfera terrestre y el más abundante en porcentaje de todos ellos. Dicha medida de CO_2eq es usada para calcular la huella de carbono de un individuo, producto, actividad o servicio.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Para el cálculo de las emisiones de GEI se utilizarán los factores de emisión del inventario de Gases de Efecto Invernadero del Reino Unido, año 2022 (Department for Business, Energy & Industrial Strategy, Greenhouse Gas Reporting: Conversion Factors 2022):

Tabla I. 8. Factores de emisión para gasolina y diésel (UK GHG 2022).

Combustible	kg CO_2e de CO_2 por unidad	kg CO_2e de CH_4 por unidad	kg CO_2e de N_2O por unidad
Gasolina (litros)	2.14805	0.00720	0.006600
Diésel (litros)	2.52058	0.00026	0.03700

I.2.5. Estimación preliminar de emisiones de GEI.

Considerando la duración de cada etapa del **Proyecto** (3 años de preparación del sitio y construcción, 25 años de operación y mantenimiento, y 2 años de desmantelamiento), y aplicando los factores de emisión (UK GHG 2022) a los consumos preliminares de combustible presentados en la Tabla I.6, se presenta a continuación una estimación preliminar de las emisiones de GEI por etapa.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla I. 9. Estimación preliminar de generación de GEI por etapa del Proyecto (kg CO_2e).

Equipo / Concepto	Consumo (L)	Combustible	kg CO_2e de CO_2	kg CO_2e de CH_4	kg CO_2e de N_2O	Total kg CO_2e
Preparación del sitio y Construcción (36 meses)						
Trascabo	425,000	Diésel	1,071,246.50	110.50	15,725.00	1,087,082.00
Camión	3,766,500	Diésel	9,493,764.57	979.29	139,360.50	9,634,104.36
Buldócer	367,500	Diésel	926,313.15	95.55	13,597.50	940,006.20
Compactador	198,000	Diésel	499,074.84	51.48	7,326.00	506,452.32
Niveladora	880,000	Diésel	2,218,110.40	228.80	32,560.00	2,250,899.20
Camión cisterna	486,000	Diésel	1,225,001.88	126.36	17,982.00	1,243,110.24
Excavadora	288,000	Diésel	725,927.04	74.88	10,656.00	736,657.92
Camión mezclador	1,215,000	Diésel	3,062,504.70	315.90	44,955.00	3,107,775.60
Camión de bombeo	316,800	Diésel	798,519.74	82.37	11,721.60	810,323.71
Grúa telescópica	225,000	Diésel	567,130.50	58.50	8,325.00	575,514.00
Grúa principal de montaje	585,000	Diésel	1,474,539.30	152.10	21,645.00	1,496,336.40
Grúa de soporte	450,000	Diésel	1,134,261.00	117.00	16,650.00	1,151,028.00
Grúas secundarias	396,000	Diésel	998,149.68	102.96	14,652.00	1,012,904.64
Grúa auxiliar	396,000	Diésel	998,149.68	102.96	14,652.00	1,012,904.64
Generador eléctrico de obra	337,500	Diésel	850,695.75	87.75	12,487.50	863,271.00
Vehículos ligeros	500,100	Gasolina	1,074,239.80	3,600.72	3,300.66	1,081,141.18
Subtotal Construcción	**10,832,400**		**27,117,628.54**	**6,287.12**	**385,595.76**	**27,509,511.42**
Operación y Mantenimiento (25 años)						
Vehículos livianos de mantenimiento	198,000	Diésel	499,074.84	51.48	7,326.00	506,452.32
Vehículos livianos de mantenimiento	50,004	Gasolina	107,411.09	360.03	330.03	108,101.15
Grúa (uso esporádico)	17,500	Diésel	44,110.15	4.55	647.50	44,762.20
Subtotal Operación	**265,504**		**650,596.08**	**416.06**	**8,303.53**	**659,315.67**
Desmantelamiento (24 meses)						
Grúas, camiones y equipo de excavación	999,750	Diésel	2,519,949.85	259.94	36,990.75	2,557,200.54
Subtotal Desmantelamiento	**999,750**		**2,519,949.85**	**259.94**	**36,990.75**	**2,557,200.54**
TOTAL GENERAL	**12,097,654**		**30,288,174.47**	**6,963.12**	**430,890.04**	**30,726,027.63**

Con base en los consumos de combustible estimados para cada etapa del **Proyecto** y aplicando los factores de emisión establecidos en la Tabla I.8 (UK GHG 2022) para los tres gases de efecto invernadero principales asociados a la combustión (CO_2, CH_4 y N_2O), la estimación preliminar de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del **Proyecto** durante todo su ciclo de vida asciende a aproximadamente 30,726.03 toneladas de CO_2 equivalente (t CO_2e), distribuidas entre las tres etapas establecidas en el programa de trabajo.

La etapa de Preparación del sitio y Construcción (36 meses) concentra el 89.5 % del total de emisiones, consecuencia de la operación intensiva de maquinaria pesada destinada al movimiento de tierras (1,000,000 – 1,500,000 m^3), construcción de las 44 fundaciones de aerogeneradores, caminos y plataformas de montaje, transporte especializado de los componentes extradimensionados (palas, tramos de torre, góndolas) desde el Puerto de Altamira, montaje electromecánico de los aerogeneradores mediante grúas de gran porte, tendido de la red MT 34.5 kV, construcción de la SET La Noria, instalación de las torres de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, así como al traslado del personal involucrado en la obra. Dentro de esta etapa, los camiones (transporte de materiales y componentes), las grúas principales de montaje, los camiones mezcladores de concreto, las niveladoras y los generadores eléctricos de obra constituyen las principales fuentes de emisión por su uso continuo y elevado consumo de diésel.

La etapa de Desmantelamiento (24 meses) representa el 8.3 % del total, asociado al retiro de los 44 aerogeneradores, la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, la SET La Noria y demás infraestructura, así como al traslado de materiales fuera del sitio mediante maquinaria similar a la utilizada en la fase constructiva.

Finalmente, la etapa de Operación y Mantenimiento (25 años) aporta únicamente el 2.1 % del total, correspondiente a los vehículos livianos de mantenimiento (Diésel/Gasolina) y al uso esporádico de grúas para el reemplazo de componentes mayores (generador, multiplicadora, transformador, rodamientos principales o palas). Esto confirma el carácter de bajo impacto atmosférico de la fase operativa del **Proyecto**, en la que la generación de energía eléctrica se realiza sin combustión ni emisiones directas de GEI.

Respecto a la composición por gas, el dióxido de carbono (CO_2) representa el componente dominante, seguido del óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4) en proporciones marginales. La predominancia del CO_2 es congruente con la naturaleza de las fuentes consideradas, dado que la combustión de diésel y gasolina en motores de combustión interna genera principalmente este gas, mientras que el CH_4 y el N_2O se emiten en proporciones marginales conforme a los factores de la Tabla I.8.

En conjunto, las emisiones estimadas son congruentes con el tipo y magnitud de las actividades previstas y se considerarán para el diseño de las medidas de prevención, mitigación y control que se desarrollan en los capítulos correspondientes del presente estudio. Cabe destacar que, una vez en operación, el **Proyecto** desplazará emisiones de GEI asociadas a la generación de energía eléctrica con fuentes convencionales del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), por lo que su contribución neta al inventario nacional de GEI será negativa a lo largo de los 25 años de vida útil considerados, consolidándose como una infraestructura alineada con los objetivos nacionales de transición energética, mitigación del cambio climático y descarbonización de la matriz eléctrica nacional. Considerando un factor de capacidad típico de la industria eólica en la región y una potencia instalada hasta de 301.55 MW, la producción anual estimada del **Proyecto** permitirá desplazar volúmenes significativos de emisiones de CO_2e frente a un mix de generación convencional equivalente.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO:

“PARQUE EÓLICO LA NORIA”

ANEXO DEL CAPÍTULO II:

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

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA LA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

SABINAS Y VILLA UNIÓN, COAHUILA,
SEPTIEMBRE 2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

INDICE

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO 4

II.1. TRATADOS INTERNACIONALES 4
II.1.1. CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO DE INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE 4

II.2. LEYES FEDERALES 5
II.2.1. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) 5
II.2.2. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS) 7
II.2.3. LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN) 8
II.2.4. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS (LGPGIR) 9
II.2.5. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC) 11
II.2.6. LEY DE PLANEACIÓN Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA (LPTE) 12
II.2.7. LEY DEL SECTOR ELÉCTRICO (LSE) 14
II.2.8. LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS (LFMZAAH) 16
II.2.9. Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) 2022 17

II.3. REGLAMENTOS FEDERALES 19
II.3.1. REGLAMENTO DE LA LGDFS (RLGDFS) 19
II.3.2. REGLAMENTO DE LA LGVS (RLGVS) 21
II.3.3. REGLAMENTO DE LA LEY DE PLANEACIÓN Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA (RLPTE). 22
II.3.4. REGLAMENTO DE LA LEY DEL SECTOR ELÉCTRICO (RLSE). 23

II.4. LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES 30
II.4.1. Carta de Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambentales de Coahuila de Zaragoza (CDESCA) 30
II.4.2. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila De Zaragoza (LEEPAEC) 33
II.4.3 Ley Desarrollo Forestal Sustentable Para El Estado De Coahuila De Zaragoza (LDFSEC) 39
II.4.4. Ley de Cambio Climático para el Estado de Coahuila de Zaragoza. (LCCEC) 40
II.4.5 Ley de Vida Silvestre del Estado de Coahuila de Zaragoza (LVSEC) 43
II.4.6. Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Coahuila (LPGIREC). 43
II.4.7. Ley de Fomento al Uso Racional de la Energía para el Estado de Coahuila (LFUREC). 46
II.4.8. Reglamento de la LEEPAEC en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (RLEEPACPCC) 48
II.4.9. Reglamento de la LEEPAEC en materia de Impacto Ambiental (RLEEPACIA) 49
II.4.10. Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Coahuila de Zaragoza (RLPGIRC) 49
II.4.11. Reglamento de la Ley de Fomento al Uso Racional de la Energía para el Estado de Coahuila de Zaragoza (RLFUREC) 50

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

II. 5. CONCLUSIONES..... 51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Vinculación del Proyecto con la Convención CITES 5
Tabla II.2. Vinculación del Proyecto con la LGDFS..... 6
Tabla II.3. Vinculación del Proyecto con la LGVS. 7
Tabla II.4. Vinculación del Proyecto con la LAN. 8
Tabla II.5. Vinculacón con la LGPGIR 9
Tabla II.6. Vinculacón con la LGCC 11
Tabla II.7. Vinculacón con la LPTE 13
Tabla II.8. Vinculacón con la LSE 14
Tabla II.9. Vinculación de la NDC 2022 con el Proyecto. 18
Tabla II.10. Vinculacón con el RLGDFS 19
Tabla II.11. Vinculacón con el RLGVS..... 21
Tabla II.12. Vinculación de la RLPTE con el Proyecto. 23
Tabla II.13 Vinculación del Proyecto con el RLSE. 24
TABLA II.14. VINCULACIÓN CON LA CDESCA. 30
TABLA II.15. Vinculación con la LEEPAEC 34
TABLA II.16. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LDFSEC. 40
TABLA II.17. VINCULACIÓN DE LA LCCEC CON EL PROYECTO. 41
TABLA II.18. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LVSEC. 43
TABLA II.19. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LPGIREC. 44
TABLA II.20 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LFUREC. 47
TABLA II.21. VINCULACIÓN CON EL RLEEPACPCC. 48
TABLA II.22. VINCULACIÓN CON EL RLEEPACIA. 49
TABLA II.23 VINCULACIÓN CON EL RLPGIRC. 50
TABLA II.24. VINCULACIÓN CON EL RLFUREC. 51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto. 16

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

En este apartado, se presentarán y analizarán en su parte conducente los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al **Proyecto**. De este modo, fueron identificados aquellos instrumentos, y ordenamientos que le resultan aplicables y se realizó la vinculación del **Proyecto** con cada uno de ellos.

Lo anterior, partiendo del análisis del marco jurídico nacional vigente conformado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los Tratados Internacionales de los cuales México es parte; las Leyes Federales, y sus respectivos Reglamentos. Asimismo, se analizaron los instrumentos de planeación aplicables, haciendo especial énfasis en los Programas de Ordenamiento Ecológico y de Desarrollo Urbano decretados en el estado de Sonora y el Municipio de Hermosillo, para posteriormente realizar el análisis de aquellos que resulten aplicables a las actividades del **Proyecto**.

Con base en lo anterior, fue posible determinar que el **Proyecto** es congruente con el marco jurídico aplicable en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional, así como con los instrumentos de planeación que regulan la zona donde éste se llevará a cabo. A continuación, se describe el marco normativo federal, estatal, municipal y las disposiciones reglamentarias en comento.

II.1. Tratados Internacionales

Los tratados internacionales, se definen como aquellos acuerdos celebrados entre dos o más países como entidades soberanas entre sí. Estos acuerdos, pueden abordar asuntos diplomáticos, económico, culturales, ambientales o en general cualquier disposición que resulte de interés de los Estados contratantes.

En México, éstos encuentran su fundamento en el artículo 76 fracción I, y el artículo 133 de la **CPEUM** donde se dispone que los tratados internacionales celebrados por la persona titular de la Presidencia, que estén de acuerdo con la Constitución y que hayan sido aprobados por el Senado de la República, son Ley Suprema para efectos de aplicación dentro del territorio mexicano. En este sentido, en el presente apartado, se analizaron aquellos que tienen mayor relevancia en materia ambiental.

II.1.1. Convención sobre el Comercio de Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (**Convención CITES**) busca la conservación de las especies amenazadas sujetas al comercio internacional, así como al aprovechamiento sustentable y la conservación de la biodiversidad. México se convirtió en parte de este tratado el 2 de julio de 1991.[1]

[1] **CITES,** List of Contracting Parties, consultable en: https://cites.org/esp/disc/parties/chronolo.php

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En relación con este instrumento se debe señalar que el **Proyecto** no contempla el aprovechamiento y/o comercialización de fauna y flora silvestre y, por el contrario, contará con medidas de prevención y mitigación específicas en materia de fauna, para lo cual se realiza la vinculación correspondiente:

Tabla II.1. Vinculación del Proyecto con la Convención **CITES**

Disposición legal	Vinculación con el proyecto
Artículo II. Principios fundamentales 1. El Apéndice I incluirá todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. El comercio en especímenes de estas especies deberá estar sujeto a una reglamentación particularmente estricta a fin de no poner en peligro aún mayor su supervivencia y se autorizará solamente bajo circunstancias excepcionales.	El **Proyecto** es compatible con dicho artículo toda vez que no considera ni implica ningún uso, aprovechamiento, explotación o comercio de especies, aunado al hecho que contribuye al desarrollo y crecimiento económico, sin comprometer los recursos naturales y las especies de seres vivos para las generaciones más jóvenes y futuras.
Artículo III. Reglamentación del comercio en especímenes de especies incluidas en el Apéndice I Todo comercio en especímenes de especies incluidas en el Apéndice I se realizará de conformidad con las disposiciones del presente Artículo. **2.** La exportación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice I requerirá la previa concesión y presentación de un permiso de exportación, el cual únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos: […].	Asimismo, se implementará el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, **Programa de rescate y reubicación de flora silvestre,** con especial énfasis en las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 tal y como se describe en el capítulo IV del presente **MIA-R.** Asimismo, se plantea un **Programa de Capacitación y Educación Ambiental.**

En función de lo anterior se observa el Proyecto es compatible con la **Convención CITES**.

II.2. Leyes Federales

II.2.1. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Esta ley se publicó en el **DOF** el 05 de junio de 2018 y su última reforma fue el 01 de abril de 2024, es reglamentaria del artículo 27 de la **CPEUM**. Las disposiciones que la componen, son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la **CPEUM**, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El **Proyecto** se vincula con los artículos 68 y 93 de la **LGDFS**, debido que en el sitio se tiene vegetación forestal sujeta a ser afectada o removida, los preceptos mencionados señalan lo siguiente:

Tabla II.2. Vinculación del Proyecto con la LGDFS.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
"Artículo 68. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos *forestales, por excepción; […]"*	El **Proyecto** somete la **MIA-R** a evaluación de impacto ambiental, sin embargo, posteriormente, también se someterá el correspondiente estudio técnico justificativo (**ETJ**) para obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la superficie de 396.5957 ha.
*"***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."*	El **Promovente** somete a evaluación de impacto ambiental la **MIA-R del Proyecto que consiste en un parque eólico.** No obstante, para poder llevar a cabo el **Proyecto,** posteriormente se someterá a evaluación el correspondiente estudio técnico justificativo (**ETJ**) con el fin de obtener la autorización del **CUSTF** que se menciona. Además de que, en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal se establecerán las medidas de mitigación y compensación necesarias para evitar la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; incluyendo el correspondiente programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna. Adicionalmente, la presente **MIA-R** comprende una serie de medidas para prevenir, mitigar y compensar las afectaciones al medio ambiente, como se describe en el capítulo IV. En cuanto a la consulta previa, libre e informada de los pueblos indígenas, el **Promovente** realiza ante la **SENER** la actualización de la **EVIS,** en la que se realizará el análisis correspondiente a grupos y comunidades indígenas, en cuanto se tenga la determinación de la **SENER** se presentará a esta H. **DGIRA**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Énfasis añadido	

II.2.2. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

La Ley General de Vida Silvestre (**LGVS**) fue publicada en el **DOF** el 03 de julio del año 2000, con última modificación de 16 de julio de 2025. Es de orden público y de interés general, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Regula lo relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. Los preceptos de este ordenamiento legal que se vinculan con el **Proyecto** que nos ocupa son los siguientes:

Tabla II.3. Vinculación del Proyecto con la LGVS.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	El **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la fauna en el área de **Proyecto,** a través de la implementación del **Programa de Protección y Moniotoreo de fauna voladora**, **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**, así como de las medidas previstaS en el capítulo IV de esta **MIA-R. Programa de Rescate y Reubicación de flora,** así como acciones controladas de revegetación natural con el objetivo de desarrollar la revegetación en las áreas donde sea factible como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto**.
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Para el desarrollo del **Proyecto** se tiene considerado el artículo en comento, así como lo previsto en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo y sus posteriores modificaciones; asimismo y, a efecto de evitar afectar a las especies de fauna en el sitio, se implementará el **Programa de Rescate y Reubicación de flora** con especial énfasis en las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010; acciones controladas de revegetación natural, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto**.
Artículo 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo. Las listas respectivas serán revisadas y, de ser necesario, actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso,	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.	

Bajo este contexto, se considera que el **Proyecto** es compatible con lo previsto en la **LGVS,** pues el mismo con la intención de no afectar significativamente la vida silvestre en el sitio implementará diversas medidas de prevención, mitigación y compensación de manera congruente con el marco regulatorio actual.

II.2.3. LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN)

La **LAN** es reglamentaria del artículo 27 de la **CPEUM** en materia de aguas nacionales, fue publicada en el **DOF** el 1 de diciembre de 1992 su última reforma se publicó en el **DOF** el 11 de diciembre de 2025, y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad.

Los preceptos de este ordenamiento legal que se vinculan con el proyecto que nos ocupa son los siguientes:

Tabla II.4. Vinculación del Proyecto con la LAN.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 20.- De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal […].	El agua requerida para el **Proyecto** es mínima y sólo será para consumo humano, misma que será adquirida mediante pipas hasta el sitio del **Proyecto**, en caso de requerir agua para aseo e higiene de los trabajadores, en su momento se requerirán los permisos y autorizaciones municipales para el suministro.
Artículo 118. Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. […] Para el otorgamiento de las concesiones mencionadas en el párrafo anterior, se aplicará en lo conducente lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos para las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, aun cuando existan dotaciones, restituciones o accesiones de tierras y aguas a los núcleos de población.	Para el desarrollo del **Proyecto**, se realizarán las gestiones pertinentes ante **CONAGUA** respecto de la autorización para las obras de carácter hidráulico necesarias para proteger los flujos hidrológicos en el área del **Proyecto.**

Al respecto, si bien el **Proyecto** no requiere de una concesión para la explotación de cuarpos de agua o del recurso hídrico en sí mismo, sí obtendrá los permisos y autorizaciones pertinentes para poder realizar las obras de encausamiento y protección de los escurrimientos y cuerpos de agua intermitentes identificados en el área del **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

II.2.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)

Publicada en el **DOF** el 08 de octubre del año 2003 y su última reforma fue el 19 de enero de 2026. Es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional.

Es así que sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen 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, así como establecer las bases para determinar, entre otros aspectos, los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana y establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la **CPEUM**.

El **Proyecto**, con la finalidad de garantizar un manejo ambiental adecuado y conforme lo señala la propia Ley, instrumentará un Programa de Manejo Integral de Residuos para identificar, clasificar, segregar y almacenar temporalmente los residuos generados, para su posterior envío a disposición final por empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales **(SEMARNAT), Estado** y **Municipio** según corresponda, siempre alineadas a sus respectivas competencias. La vinculación con este ordenamiento se presenta a continuación:

Tabla II.5. Vinculacón con la **LGPGIR**

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por: […] Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo; […] Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año […]; Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos […]; Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad.	En el **Proyecto** se realizará el manejo y disposición final de los residuos peligrosos conforme a lo indicado en esta disposición y las normas oficiales mexicanas. Así también, se contará con un Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**), que contendrá un **Programa de Manejo Integral de Residuos,** el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.
Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, minero o metalúrgico, se debe establecer en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
sustancias 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.	Los residuos sólidos urbanos que se generen en su caso, recibirán el tratamiento aquí indicado. Para ello se contará con el Programa de Manejo Integral de Residuos, medidas contempladas en la presente **MIA-R.**
Artículo19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación: […] VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.	Los residuos de manejo especial que se generen con motivo del desarrollo del **Proyecto** serán manejados conforme a la normatividad y dispuestos a través de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones emitidas por el Estado de Sonora conforme a lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos.
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.	El manejo de los residuos peligrosos que se generen se hará de conformidad con la normatividad aplicable y se entregarán a un proveedor autorizado por **SEMARNAT** para la disposición final conforme a lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos.
Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como los gestores de este tipo de residuos, deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, pueden 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 autorizado por esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. No obstante, compartirán de manera solidaria la responsabilidad. 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.	Se contratará los servicios de empresas especializadas y se verificará que las empresas que subcontrate para el manejo y disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones dela **SEMARNAT**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
El manejo y disposición final de los residuos mineros y metalúrgicos es responsabilidad de quien los genera, por lo que debe presentar evidencia verificable de que opera bajo el estricto cumplimiento de la normativa aplicable.	
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.	Los residuos peligrosos que se generen serán manejados y dispuestos conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, evitando la mezcla de éstos 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.

Con base en lo anteriormente expuesto, se considera ha quedado demostrada la compatibilidad del **Proyecto** con la **LGPGIR,** pues como ya se ha asentado en cumplimiento con lo dispuesto en dicho ordenamiento se dará un manejo integral de los residuos. Lo anterior, con base en las acciones específicas correspondientes.

II.2.5. Ley General de Cambio Climático (LGCC)

Esta ley fue publicada en el **DOF** el 6 de junio de 2012, con su última reforma publicada el 1 de abril de 2024; es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional, tiene por objeto, garantizar el derecho a un medio ambiente sano, regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, regular acciones de mitigación y adaptación, reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas ante los efectos del cambio climático, y **promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones y resiliente**.

Es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico y tiene por objeto garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. Es así que a continuación se presenta la vinculación con el mismo:

Tabla II.2. Vinculacón con la **LGCC**

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son: […] **II.** Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;	El **Proyecto** al tratarse de un desarrollo de tecnología limpia, se considera que coadyuvará a la consecución de las políticas públicas de mitigación que se indican en esta disposición legal. Cabe señalar que, mediante la implementación de fuentes limpias para la generación de energía eléctrica, se reduce el uso de combustibles fósiles y, por ende, se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero que propician el calentamiento global.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Artículos aplicables	Vinculación con el Proyecto
[…] **IV.** Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios; […]	
Artículo 102. En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes: […] II. Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero mediante el fomento de patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado fundamentalmente en áreas como: la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos; III. Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía; […]	El desarrollo del **Proyecto**, representa el cumplimiento del objetivo de reducir emisiones y la transición hacia fuentes renovables de energía que se enmarcan en este artículo de la **LGCC.**

II.2.6. Ley de Planeación y Transición Energética (LPTE)

La **LPTE** fue publicada en el **DOF** el 18 de marzo de 2025, la **LPTE** determina como su objeto, "establecer y regular la planeación vinculante en el Sector Energético y el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el cumplimiento de las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de Emisiones Contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de coadyuvar con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética"[2].

Asimismo, la **LPTE**, establece la planeación energética deberá atender, entre otros, los siguientes objetivos: (i) Impulsar el desarrollo sustentable del Sector Energético y preservar la seguridad y autosuficiencia energética de la Nación; (ii) Establecer y regular las obligaciones de los participantes del Sector Energético para la Transición Energética, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, las Energías Limpias y la Eficiencia Energética para el Sector Energético; (iii) **Promover las Energías Limpias, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía incluyendo la Eficiencia**

[2] Artículo 1° de la LPTE.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Energética en los sectores productivos y de uso final de la energía, y la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como de contaminantes del Sector Energético; (iv) **Promover la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía entre los sectores económicos del país, manteniendo y promoviendo la competitividad de los sectores productivos en los sectores de consumo final, así como en toda la cadena de producción de energía, incluyendo su transformación**. De tal forma, que el **Proyecto** tiene como finalidad el desarrollo y construcción de un Sistema de Almacenamiento de Baterías que permitirá tomar energía de la red durante los periodos en que resulta conveniente y entregarla nuevamente al Sistema Eléctrico Nacional (“**SEN**”) en momentos posteriores, operando mediante un flujo bidireccional de potencia (carga y descarga) que contribuirá a la confiabilidad, eficiencia y estabilidad de la red., lo que es congruente con los objetivos y fin último de la Ley en cuestión. No obstante, a continuación se presenta una vinculación exhaustiva con los preceptos que demuestran un claro impulso al desarrollo del **Proyecto**.

Tabla II.3. Vinculacón con la **LPTE**

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 2.- La Secretaría de Energía está a cargo de la planeación vinculante en el Sector Energético, que incluye, como parte esencial, el desarrollo de las áreas estratégicas para preservar la soberanía, la seguridad, la autosuficiencia y la Justicia Energética de la Nación; así como la prestación de servicios públicos para garantizar la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, de acuerdo con los objetivos siguientes: […] VII. Promover las Energías Limpias, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía incluyendo la Eficiencia Energética en los sectores productivos y de uso final de la energía, y la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como de contaminantes del Sector Energético. Para este fin, la Secretaría puede crear mecanismos de financiamiento en programas y proyectos de interés público; VIII. Promover la Justicia Energética con mecanismos eficientes y sustentables para reducir la Pobreza Energética y dotar de infraestructura a la población para satisfacer las necesidades energéticas básicas entre las que se incluyen el calentamiento de agua, la cocción de alimentos, la refrigeración, la iluminación, entre otros; IX. Promover la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía entre los sectores económicos del país, manteniendo y promoviendo la competitividad de los sectores productivos en los sectores de consumo final, así como en toda la cadena de producción de energía, incluyendo su transformación; […]	El **Proyecto** consiste en un parque eólico que tendrá como finalidad la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la fuerza del viento en los municipios de Sabinas y Villa Unión, Coahuila, con una capacidad de generación de hasta 301.55 MW de potencia total, que será evacuada a través de circuitos de media tensión (34,5 kV) hacia la estación Transformadora del **Proyecto**, ubicada dentro del polígono. La misma elevará la tensión, que luego será transportada hasta el punto de interconexión mediante una línea de alta tensión de 400 kV. Es decir que, la energía que produzca el **Proyecto** se generará mediante la energí cinética, sin generar **GEI,** promoviendo el desarrollo sustentable, la eficiencia energética y la preservación de los recursos naturales para las generaciones más jóvenes y futuras.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

XII. Apoyar el cumplimiento de las metas del país con respecto a la generación de electricidad provenientes de fuentes de Energía Limpia y a la reducción de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.	
Artículo 3.- Para efectos de la interpretación y aplicación de la presente Ley, se deben entender los conceptos y las definiciones, en singular o plural, previstas en la Ley del Sector Eléctrico, la Ley del Sector Hidrocarburos, la Ley de Biocombustibles, la Ley de Geotermia y en las siguientes definiciones: […] IX. Son aquellas fuentes de energía y procesos de generación de energía de bajas emisiones, incluidos los definidos como tales en la Ley del Sector Eléctrico; X. Energías Renovables: Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable que se regeneran naturalmente o con capacidad de regeneración a escala del tiempo del ser humano. Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación; […] b) La radiación solar, en todas sus formas;	

II.2.7. Ley del Sector Eléctrico (LSE)

El 18 de marzo de 2025, se publicó en el **DOF** la **LSE,** misma que tiene por objeto entre otros “(i) Procurar la eficiencia, Calidad, Continuidad, Accesibilidad, seguridad, Confiabilidad y Sostenibilidad del Sistema Eléctrico Nacional y del sector eléctrico; (ii) Determinar la forma en que los particulares pueden participar en las actividades del sector eléctrico que no son exclusivas del Estado; (iii) Impulsar el desarrollo sostenible del sector eléctrico con la responsabilidad social, económica y medioambiental del sector público, el sector social y el sector privado; y, (iv) Procurar la reducción de emisiones contaminantes, favorecer la descarbonización del sector eléctrico y el cumplimiento de los compromisos internacionales en estas materias”[3].

La **LSE** establece que “**El sector eléctrico comprende las actividades de generación, almacenamiento, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica,** así como, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, la operación del Mercado Eléctrico Mayorista, y la proveeduría de insumos primarios para el sector eléctrico. **Las actividades del sector eléctrico son de interés público**”[4]. De manera que a continuación, se presenta la vinculación de dicho ordenamiento con el **Proyecto**:

Tabla II.4. Vinculacón con la **LSE**

[3] Artículo 1° de la LSE.
[4] Artículo 2° de la Ley de Transición Energética.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 142.- La Secretaría debe implementar mecanismos que permitan la diversificación de fuentes de energía, la transición energética, autosuficiencia energética, seguridad energética y la promoción de fuentes de Energías Limpias. La Secretaría debe establecer instrumentos para medir y evaluar la descarbonización y la transición energética del sector eléctrico e instrumentar los demás mecanismos que se requieran para dar cumplimiento a la política en la materia, y puede celebrar convenios que permitan su homologación con los instrumentos correspondientes de otras jurisdicciones.	El **Proyecto** es compatible, ya que se trata de parque eólico que generará energía eléctrica, a través de la fuerza del viento mediante aerogeneradores. Este **Proyecto** es parte de la transición energética y es considerado por la propia **LSE** como una fuente de energías limpias, se trata de una medida de mitigación al cambio climático, ya que no genera **GEI.**
Artículo 133.- Los Proyectos de Infraestructura de los sectores público y privado en el sector eléctrico deben atender los principios de Sostenibilidad y respeto de los derechos humanos y los recursos naturales de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas y todas aquellas asentadas en las regiones en donde se pretendan desarrollar dichos proyectos.	El **Promovente** presentará ante la **SENER** la actualización de la **EVIS,** en la que se realizará el análisis correspondiente a grupos y comunidades indígenas y en cuanto se tenga la determinación de la **SENER** se presentará a esta H. **DGIRA**.
Artículo 135.- Con la finalidad de tomar en cuenta los intereses y derechos de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas en los que se desarrollen Proyectos de Infraestructura eléctrica, la Secretaría debe llevar a cabo los procedimientos de consulta previa, libre e informada y cualquier otra actividad necesaria para su salvaguarda, en coordinación con la Empresa Pública del Estado o interesados según el caso, conforme a la normatividad aplicable. **Artículo 136.-** La Empresa Pública del Estado o los interesados en desarrollar Proyectos de Infraestructura eléctrica deben elaborar y presentar a la Secretaría la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que debe ser elaborada con un enfoque participativo, aplicando de manera transversal una perspectiva de género y respetando y protegiendo los derechos humanos. La manifestación debe contener, al menos: […] En el Reglamento y las Disposiciones administrativas de carácter general se deben establecer los elementos para definir el monto de inversión anual de los planes de gestión social, así como los contenidos específicos, características y las modalidades de las manifestaciones de impacto social, así como el pago del derecho o aprovechamiento correspondiente conforme a la normatividad aplicable.	
Décimo Segundo. La Evaluación de Impacto Social continúa vigente hasta en tanto no se emitan las disposiciones administrativas generales correspondientes a la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético.	
Artículo 141.- La Secretaría debe verificar el cumplimiento de los términos y condicionantes de las autorizaciones de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético y las obligaciones establecidas en la normatividad aplicable en la materia. En caso de incumplimiento a las obligaciones derivadas	El **Promovente** presentará ante la **SENER** la actualización de la **EVIS,** en la que se realizará el análisis correspondiente a grupos y comunidades indígenas y en cuanto se tenga la determinación de la **SENER** se presentará a esta H. **DGIRA**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
de las resoluciones en materia de impacto social, se deben imponer las sanciones que se establecen en la presente Ley. La autorización que emita la Secretaría en materia de Manifestación de Impacto Social del Sector Energético debe permanecer vigente durante el tiempo que dure el permiso o medida administrativa que se trate	No obstante, el **Promovente** cumplirá con todas sus obligaciones en materia de impacto ambiental, así como sus obligaciones en el sector energético.
Artículo 142.- La Secretaría debe implementar mecanismos que permitan la diversificación de fuentes de energía, la transición energética, autosuficiencia energética, seguridad energética y la promoción de fuentes de Energías Limpias. La Secretaría debe establecer instrumentos para medir y evaluar la descarbonización y la transición energética del sector eléctrico e instrumentar los demás mecanismos que se requieran para dar cumplimiento a la política en la materia, y puede celebrar convenios que permitan su homologación con los instrumentos correspondientes de otras jurisdicciones.	El **Proyecto** es compatible con esta disposición ya que se trata de un parque eólico, lo cual constituye una fuente de diversificación energética, pero también uno de los medios para llevar a cabo la transición energética, de energías fósiles por energías limpias.
Transitorios **Quinto. A la entrada en vigor de la presente Ley, todos los permisos, contratos o cualquier instrumento o acto administrativo otorgados al amparo de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, continúan surtiendo sus efectos hasta la terminación de su vigencia, rigiéndose conforme a los términos en los que fueron otorgados bajo la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y a las disposiciones vigentes al momento de su formalización. Los instrumentos a que se refiere este artículo transitorio no deben ser prorrogados una vez que concluya su vigencia.**	De conformidad a las disposiciones legales en cita y, debido a la actividad que el **Promovente** está interesado en desarrollar se estará a lo dispuesto en la **LSE** y se solicitará a la **CNE** el permiso para la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes limpias.

II.2.8. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (LFMZAAH).

Publicada el 6 de mayo de 1972 y su última reforma del 14 de noviembre de 2025, esta Ley tiene por objeto regular la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.

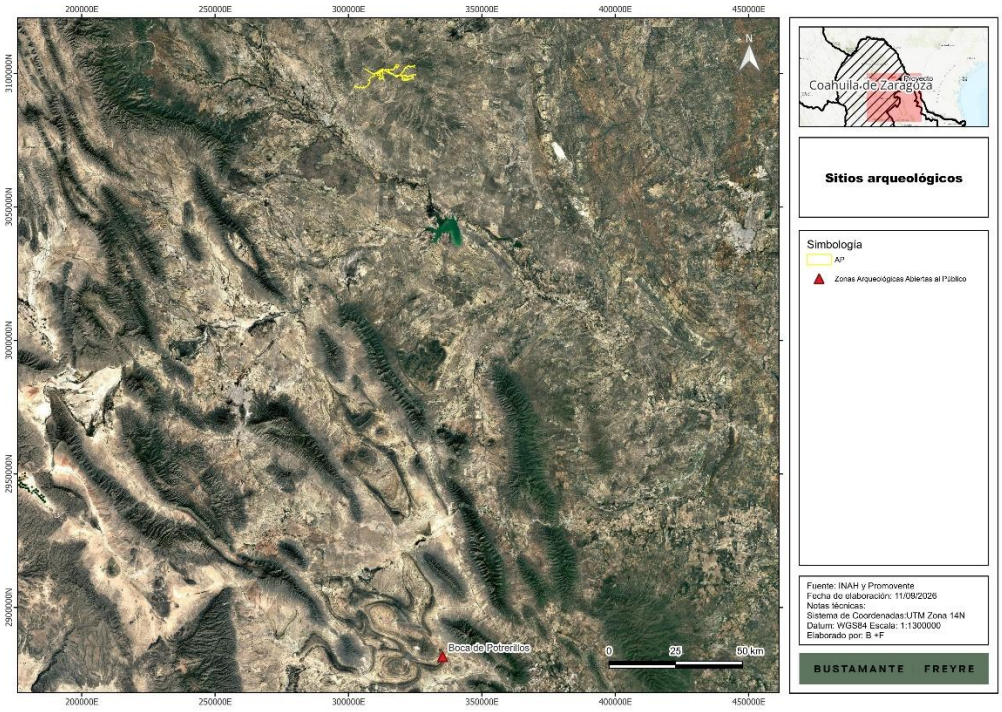
De este modo, entre las acciones formuladas para la atención de estos temas, se formuló en primera instancia una revisión en el Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia **(INAH)**, descartándose la existencia de éstas en el área del **Proyecto**.

En este sentido, el **Proyecto** no incide ni colinda con zonas alrqueológicas, como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura II.1. **Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]



A la luz de lo anterior, se concluye que el **Proyecto** es compatible y congruente con la **LFMZAAH**: no incide en zonas de monumentos arqueológicos, artísticos o históricos, aunado a que realzará las gestiones conducentes con el **INAH** para descartar la presencia de bienes arquológicos en la zona y prevé un protocolo específico de suspensión de actividades y aviso inmediato al **INAH** ante cualquier hallazgo fortuito durante las obras, garantizando así la protección del patrimonio cultural de la Nación.

II.2.9. Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) 2022[5]

La Contribución Determinada a nivel Nacional (**NDC**, por sus siglas en inglés) fue actualizada en 2022 por México[6]. Esta norma general tiene su fundamento en los artículos 3, 4, 6 y demás relativos del Acuerdo de París y en el artículo 3, fracción X de la **LGCC**, en el que ordena que los Estados parte, para cumplir con sus compromisos en materia de mitigación y adaptación al cambio climático deberán presentar y actualizar sus **NDC** ante las Naciones Unidas con un plazo mínimo de cada 05 años.

[5]NDC de México, Actualización 2022, ONU, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf

[6] Consultable en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

La **NDC** de 2022 señala en su introducción que “México refrenda su compromiso con el Acuerdo de París y presenta la actualización a su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) con un incremento de la ambición climática. El aumento de la meta nacional de mitigación de gases de efecto invernadero responde a un llamado de solidaridad y responsabilidad internacional en el que todos los países deben presentar compromisos renovados y de mayor escala, para enfrentar la crisis climática planetaria. Esta crisis demanda un cambio profundo en el modelo económico imperante que ha destruido la naturaleza y ha posicionado el lucro sobre el hombre. Con base en la justicia climática, debemos construir un nuevo modelo económico sustentable, que privilegie a los más pobres y vulnerables, y que pueda dejar un legado durader*o a las nuevas generaciones.”*

Luego, entonces se vincula la **NDC** 2022 de México con el **Proyecto:**

Tabla II.9. Vinculación de la NDC 2022 con el Proyecto.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Componente de Mitigación Generación eléctrica Para cumplir con la política de cambio climático, la Secretaría de Energía coadyuva con el acompañamiento de acciones para poder disminuir la emisión de gases y compuestos de efecto invernadero, a través del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional y el Plan de Negocios de CFE. En particular, el país cuenta con medidas en tres grandes líneas de acción: a) la integración de energía limpia en la generación eléctrica; b) la sustitución de combustibles de alto contenido de carbono por gas natural en centrales de alta eficiencia, y c) la reducción de las pérdidas técnicas de la red eléctrica. En la primera línea de acción se destaca el Plan Modernización de las Hidroeléctricas de la CFE mediante acciones de rehabilitación y de repotenciación, cambio de turbinas y desazolves que tiene por objetivo modernizar más del 40% de las centrales hidroeléctricas actuales, así como construir 4 nuevas centrales hidroeléctricas con una capacidad de 284 MW. **Asimismo, se busca aumentar la capacidad de generación con centrales fotovoltaicas, eólicas, geotérmicas y se fomenta la generación distribuida renovable. Además, la Secretaría de Energía impulsará nuevas tecnologías para la generación eléctrica, como el hidrógeno verde en centrales híbridas, entre otras**. […] **Nuestro país continuará abierto a la colaboración internacional, y buscará alianzas estratégicas en pleno respeto de la soberanía nacional, que fomenten la energía renovable.** Se destaca en este rubro de cooperación internacional la meta de integrar 40 GW de capacidad de energías limpias,	El **Proyecto** consiste en un parque eólico que tendrá como finalidad la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la fuerza del viento en los municipios de Sabinas y Villa Unión, Coahuila, con una capacidad de generación de hasta 301.55 MW de potencia total, que será evacuada a través de circuitos de media tensión (34,5 kV) hacia la estación Transformadora del **Proyecto**, ubicada dentro del polígono. La misma elevará la tensión, que luego será transportada hasta el punto de interconexión mediante una línea de alta tensión de 400 kV. Por lo cual contribuye a la mitigación de **GEI** y al desarrollo sustentable.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
movilizando financiamiento climático, en el marco de la consolidación de una región norteamericana próspera y sustentable con Estados Unidos y Canadá. Un ejemplo de ello es el Plan Sonora, ya en marcha, que busca la colaboración binacional con Estados Unidos, y con los actores locales, en beneficio del pueblo de México, su medio ambiente y en el marco de la lucha global contra el cambio climático.	

Por lo tanto, el **Proyecto** es totalmente compatible con la legislación federal y no sólo se permite, sino que hay metas específicas para impulsar este tipo de parques de generación de energía eléctrica, a través de fuentes renovables.

II.3. Reglamentos Federales

II.3.1. Reglamento de la LGDFS (RLGDFS)

El **RLGDFS** se publicó en el **DOF** el 9 de diciembre de 2020 y su última reforma de 20 de noviembre de 2025. Dicho ordenamiento tiene por objeto reglamentar la **LGDFS** en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

Dicho Reglamento establece, entre otros aspectos, el procedimiento para solicitar la autorización para el **CUSTF**, así como el contenido que deberán tener los estudios técnicos justificativos que se elaboren para tal efecto.

Tabla II.10. Vinculacón con el **RLGDFS**

Disposición Legal	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, denominación o razón social y domicilio del solicitante; **II.** Lugar y fecha; **III.** Datos y 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:	El **Promovente** somete a evaluación de impacto ambiental el desarrollo del parque eólico, a través de esta **MIA-R.** Sin embargo, posteriormente ingresará y someterá a evaluación la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 396.5957 ha, mediante el correspondiente **ETJ,** para lo cual tomará en cuenta los criterios de la norma en cuestión.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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. Para efectos previstos en el inciso c) del presente artículo, cuando se trate de las instalaciones, actividades y proyectos del Sector Hidrocarburos, los interesados deberán acreditar la propiedad, posesión o derecho para su realización, con la documentación señalada en el artículo 31 del presente Reglamento.	
Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM; III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en	De acuerdo con lo mencionado en el capítulo respectivo, el **Proyecto** requerirá del **CUSTF,** en una superficie de 396.5957 ha Por lo anterior, se someterá a evaluación el correspondiente **ETJ** con el fin de obtener la autorización del **CUSTF** para el **Proyecto**, tomando como base los lineamientos establecidos en este Reglamento.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales; VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.	

II.3.2. Reglamento de la LGVS (RLGVS)

Publicado en el **DOF** el 30 de noviembre de 2006 y su última reforma del 09 de mayo de 2014. Tiene por objeto reglamentar la **LGVS**, por lo cual ofrece algunas definiciones adicionales a las ya enunciadas en la Ley, asimismo contiene disposiciones comunes para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Los preceptos del **RLGVS** que se relacionan con el **Proyecto** se analizaron a continuación:

Tabla II.11. Vinculacón con el **RLGVS**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría […].	El **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a las especies de fauna en el área de **Proyecto**, a través de la instrumentación de las respectivas acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación con especial énfasis en las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

A la luz de lo anterior, se considera que el **Proyecto** es compatible con lo previsto en el **RLGVS**, pues el mismo con la intención de no afectar la vida silvestre en el sitio, implementará diversas medidas de mitigación y compensación de manera congruente con el marco regulatorio actual.

II.3.3. Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética (RLPTE).

El **RLPTE** fue publicado el 03 de octubre de 2025 en el **DOF** y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley de Planeación y Transición Energética en lo que se refiere a la planeación vinculante del Sector Energético, el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de emisiones contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de contribuir con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética.

Por lo que a continuación se vincula el **Proyecto** con el **RLPTE:**

Tabla II.12. Vinculación de la RLPTE con el Proyecto.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Disposición legal	Vinculación cn el Proyecto
Artículo 25. La Secretaría debe definir las metas a incluir en los Instrumentos de Planeación del Sector Energético, que pueden ser modificadas como parte de la actualización de cada uno de estos instrumentos de acuerdo con la evolución del Sector Energético, siempre que no impliquen un retroceso en las metas establecidas previamente. Dichas metas deben ser expresadas en porcentajes, tasas o indicadores cuantitativos equivalentes y referidos a lo siguiente: I. Participación en: a) **Energías Limpias en la generación de energía eléctrica;** **b) Energías Renovables en la capacidad firme para la generación de energía eléctrica**; c) Electrificación de los usos finales de la energía; d) Energías Renovables en los usos finales de la energía; e) Energías Renovables en la oferta interna de energía, y f) Producción y aprovechamiento de Biocombustibles; II. Reducción de: a) Pobreza Energética; b) Intensidad energética del consumo final; c) Emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y d) Fugas, venteo de metano y el aprovechamiento energético de su captura. Con independencia de lo establecido en las fracciones anteriores, la Secretaría puede expresar las metas para el Sector Energético en términos de otros porcentajes, tasas o indicadores que para tal efecto determine.	El **Proyecto** consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre y desmantelamiento de un parque eólico con una capacidad de generación de hasta 301.55 MW de potencia total, que será evacuada a través de circuitos de media tensión (34,5 kV) hacia la estación Transformadora del **Proyecto**, ubicada dentro del polígono. La misma elevará la tensión, que luego será transportada hasta el punto de interconexión mediante una línea de alta tensión de 400 kV, ubicado en los municipios de Sabinas y Villa Unión, en el estado de Coahuila. Por lo que se trata de un **Proyecto** que generará y transmitirá energía limpia o renovable y se encuentra dentro de las metas de reducción de emisiones de **GEI** y que cuente con las autorizaciones por las autoridades correspondientes.

II.3.4. Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico (RLSE).

El **RLSE** fue publicado el 03 de octubre de 2025 en el **DOF**, es de observancia general y obligatoria en los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la **LSE** que regulan la planeación y el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional, la generación, el almacenamiento y la comercialización de energía eléctrica, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades del sector eléctrico.

Por ello, a continuación, se vincula el **Proyecto** con el **RLSE:**

Tabla II.13 Vinculación del Proyecto con el RLSE.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Articulo 19.- Los permisos y autorizaciones que, conforme a la Ley pueden otorgarse, son los siguientes: En el caso de la **CNE**: I. Permiso de generación de energía eléctrica para: a) Autoconsumo, y b) Generación para el Mercado Eléctrico Mayorista. Estos permisos pueden comprender la modalidad de cogeneración. II. Permiso de comercialización, en las siguientes modalidades: a) Suministradora de Servicios Básicos; b) Suministradora de Último Recurso; c) Suministradora de Servicios Calificados, y III. Permiso de almacenamiento de energía eléctrica. En el caso de la Secretaría, son las autorizaciones siguientes: I. Importación; II. Exportación, y III. Manifestación de Impacto Social del Sector Energético. El procedimiento, la información y los plazos de vigencia, bajo los cuales se deben otorgar los permisos y autorizaciones, emitidos por la Secretaría o la CNE, en el ámbito de su competencia, deben establecerse en las disposiciones administrativas de carácter general que en materia de permisos o autorizaciones emitan, de conformidad con sus atribuciones, salvo por lo que respecta a las autorizaciones de las Manifestaciones de Impacto Social del Sector Energético, en cuyo caso, se debe estar conforme a lo previsto en las disposiciones administrativas en materia de impacto social.	El **Proyecto** consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre y desmantelamiento de un parque eólico con una capacidad de generación de hasta 301.55 MW de potencia total, que será evacuada a través de circuitos de media tensión (34,5 kV) hacia la estación Transformadora del **Proyecto**, ubicada dentro del polígono. La misma elevará la tensión, que luego será transportada hasta el punto de interconexión mediante una línea de alta tensión de 400 kV, ubicado en los municipios de Sabinas y Villa Unión, en el estado de Coahuila.
Artículo 23. Las solicitudes de permisos y autorizaciones, así como sus modificaciones se deben presentar en los formatos autorizados por la Secretaría o la **CNE**, de acuerdo con sus atribuciones, los cuales deben detallar además de los requisitos establecidos en el artículo 151 de la Ley, lo siguiente: I. Formato debidamente requisitado y firmado por la promovente, con lo siguiente: a) Nombre, denominación o razón social de la persona solicitante; b) Domicilio para oír y recibir notificaciones, incluida una dirección de correo electrónico; c) Nombre, domicilio y dirección de correo electrónico de las personas autorizadas para recibir notificaciones; d) Manifestación bajo protesta de decir verdad, respecto a que: 1. No se encuentra en el directorio de licitantes, proveedores o contratistas sancionados por autoridad competente;	En observancia de esta disposición el **Promovente** solicitará el Título de Permiso para la Generación de Energía Eléctrica, el cual una vez que sea otorgado, se exhibirá ante esta H. Secretaría. Asimismo, se atiende esta disposición mediante la presentación de la **MIA-R** del **Proyecto** para su evaluación por parte de la **DGIRA**. Finalmente, en atención a esta disposición, el **Promovente** presentará ante **SENER,** la actualización de la **EVIS** correspondiente del **Proyecto** y una vez que se tenga la determinación de esa autoridad, se informará a esta H. Dirección.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
2. No se encuentra incluida en la relación de contribuyentes con operaciones presuntamente inexistentes al que se refiere el artículo 69-B del Código Fiscal de la Federación; 3. No participa ni ejerce actividades ilícitas, y que no realiza ni ha sido sancionada por actos de corrupción; 4. Tiene conocimiento del marco regulatorio aplicable a la actividad a desarrollar, y se compromete a cumplirlo; 5. Otorga su consentimiento para recibir notificaciones, requerimientos y las comunicaciones derivadas del trámite por medios electrónicos, y 6. Para el caso de la solicitud del permiso de generación de energía eléctrica, en la modalidad de autoconsumo ligado a un Grupo de Autoconsumo, debe señalar que las Usuarias de Autoconsumo van a satisfacer sus necesidades de energía eléctrica a través de una Red Particular; e) La información técnica y operativa del proyecto: 1. Domicilio del proyecto, instalación o infraestructura, así como las coordenadas geodésicas en un plano georreferenciado; 2. Monto estimado de inversión; 3. Uso, aplicaciones y destino de la energía eléctrica o Productos Asociados o al Suministro Eléctrico, en su caso; 4. Procesos y fases operativas de desarrollo del proyecto o la actividad sujeta a permiso o autorización, según corresponda; 5. Tipo de tecnología, Capacidad Instalada y recurso energético asociado a emplear, así como combustibles, flujos térmicos, biomasa u otras fuentes de energía que sean aplicables; 6. Proyección técnica y operativa del proyecto, que debe incluir, según el tipo de actividad regulada, la potencia, capacidad, transacciones u operación anual estimada; 7. Número de acuse de recepción, o en su caso, de la autorización definitiva en materia de Manifestación de Impacto Social del Sector Energético, y 8. Cronograma calendarizado del desarrollo técnico y financiero del proyecto; II. Acreditar su capacidad jurídica: a) Para personas morales: 1. Acta constitutiva y, en su caso, las modificaciones inscritas en el registro público de comercio correspondiente, con las que acredite su existencia legal y que, para permisos de generación bajo la figura de generación para el Mercado Eléctrico Mayorista o de Comercialización, su objeto social se encuentra directamente vinculado con la actividad regulada a desarrollar, y 2. Diagrama de la estructura accionaria y corporativa que incluya los porcentajes de participación en el capital social y	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
la identificación de las personas físicas o morales que ejerzan control directo o indirecto sobre la sociedad; b) Para personas físicas: 1. Identificación oficial vigente, y 2. Acreditar que la actividad regulada a desarrollar se encuentre directamente vinculada con la actividad económica de la persona solicitante conforme a su constancia de situación fiscal; c) Para el representante legal o apoderado de la persona solicitante, la identificación oficial e instrumento notarial vigente para acreditar su personalidad, así como sus facultades; III. Constancia de situación fiscal que acredite la inscripción de la persona solicitante y del representante legal en el Registro Federal de Contribuyentes, su domicilio fiscal, así como las actividades económicas vinculadas a la actividad regulada con la opinión del cumplimiento de obligaciones fiscales en sentido positivo; IV. Acreditar la propiedad, posesión legítima, uso o goce del predio; V. Acreditar el pago de derechos o aprovechamientos correspondientes, **VI. Acuse de recepción o en su caso, autorización en materia de impacto ambiental emitida por la autoridad competente, así como cualquier documento que lo modifique o sustituya, y** VII. La demás información y documentación que se determine en las disposiciones normativas que para tal efecto se emitan. Los permisos o autorizaciones se deben otorgar a todas aquellas personas físicas o morales que cumplan con los requisitos establecidos en este reglamento y en las disposiciones administrativas de carácter general que para tal efecto expida la Secretaría o la **CNE**, según corresponda. Para el caso de las autorizaciones de las Manifestaciones de Impacto Social del Sector Energético, se debe estar a lo previsto en el Capítulo I del Título Sexto del presente reglamento y en las disposiciones administrativas de carácter general en materia de impacto social. La acreditación de la propiedad, posesión legítima, uso o goce del predio a que se refiere la fracción IV del presente artículo, no resulta aplicable al permiso de generación de	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
energía eléctrica de Centrales Eléctricas que pretendan realizar el aprovechamiento de un yacimiento geotérmico o del recurso hidráulico, toda vez que dichas actividades están sujetas al cumplimiento de las disposiciones en materia de uso y ocupación superficial. En ningún caso se debe iniciar la construcción, el desarrollo o la ejecución de la infraestructura asociada al permiso o autorización, hasta contar con la autorización definitiva en materia de impacto social correspondiente, emitida por la autoridad competente, y se haya notificado formalmente su obtención a la Secretaría o a la **CNE**, según corresponda. […]”	
Artículo 34. A efecto de dar cumplimiento a los objetivos en materia de Justicia Energética que establece la Ley, la Secretaría debe promover mecanismos para facilitar el acceso a la infraestructura y a la energía eléctrica en condiciones confiables, asequibles, seguras y limpias para la atención de necesidades básicas, para lo cual debe considerar la reducción de sus impactos negativos en la salud y el medio ambiente, a través de las siguientes estrategias: […] **II. Fomento a la descarbonización y eficiencia energética para el uso racional y sostenible de la energía eléctrica por parte de las Usuarias Finales;**	El **Proyecto** se ajusta a la estrategia de justicia energética, ya que fomenta la descarbonización, para el uso racional y sostenible de la energía eléctrica. Lo anterior, ya que se trata de un parque eólico que genera y transmite energía eléctrica a través de la fuerza del viento, misma que es considerada una fuente renovable y limpia.
Artículo 62. Los proyectos de generación para el Mercado Eléctrico Mayorista, las empresas públicas del Estado y de las personas particulares están sujetos a los criterios de planeación vinculante. La operación de las Centrales Eléctricas en el Mercado Eléctrico Mayorista se debe efectuar de acuerdo con lo previsto en la Ley, el presente reglamento, las Reglas del Mercado y las demás disposiciones administrativas de carácter general aplicables.	Para la transmisión de energía eléctrica del **Proyecto** se cumplirá con la **LSE,** su reglamento y las demás disposiciones administrativas de carácter general.
Artículo 63. El Estado y las personas particulares pueden desarrollar proyectos de Centrales Eléctricas y su infraestructura asociada. Para tales efectos, deben llevar a cabo los trámites correspondientes ante el **CENACE** y solicitar las autorizaciones y permisos correspondientes en los términos previstos en la Ley, el presente reglamento y en las disposiciones administrativas de carácter general que resulten aplicables.	Se solicitarán las autorizaciones y permisos correspondientes asociados a la generación de energía del **Proyecto** ante las autoridades competentes.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 67. Las personas particulares pueden desarrollar proyectos de Centrales Eléctricas y su infraestructura asociada, siempre y cuando no se contrapongan con la planeación vinculante en los términos previstos en la Ley y el presente reglamento, así como la Ley de Planeación y Transición Energética y su reglamento. Para tales efectos, el CENACE, a solicitud de las personas particulares, debe realizar los estudios necesarios para su interconexión, en coordinación con la Empresa Pública del Estado. Dentro del plazo de veinte días hábiles contados a partir de la publicación del Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico, el CENACE debe publicar las capacidades de interconexión máximas sin refuerzos a la Red Nacional de Transmisión, para el Sistema Eléctrico Nacional, con el objeto de recibir solicitudes de interconexión por parte de las personas particulares interesadas en desarrollar una nueva Central Eléctrica. Las solicitudes de estudios de interconexión por parte de las personas particulares deben considerar las capacidades de interconexión máximas sin refuerzos a la Red Nacional de Transmisión, vigentes. La modalidad de interconexión se considera como la disponibilidad de entrega física en todos los casos, hasta la capacidad instalada solicitada a interconectar. Antes del inicio de la construcción, los proyectos deben contar con la autorización definitiva de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético como refiere el artículo 205 de este reglamento y, acreditar el inicio de los trámites relativos a los estudios de interconexión ante el CENACE, así como contar con las demás autorizaciones, permisos y trámites correspondientes.	El presente **Proyecto** es compatible, pues el **Promovente** es un particular y no se contrapone con la planeación vinculante, con las leyes ni sus reglamentos. En atención a esta disposición, el **Promovente** presentará ante **SENER,** la actualización de la **EVIS,** correspondiente del **Proyecto** y una vez que se tenga la determinación de esa autoridad, se informará a esta H. **DGIRA**.
Artículo 93. El Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica se debe sujetar a las disposiciones administrativas de carácter general que emita la **CNE**, en coordinación con la Secretaría, en materia de Accesibilidad, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, Eficiencia, Seguridad y Sostenibilidad. La prestación de dicho servicio se debe realizar bajo el correcto funcionamiento e integridad de los equipos y dispositivos de sus redes. El Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica debe prestarse bajo parámetros aceptables de: I. Tensión; II. Disponibilidad y margen de reserva de los elementos de las redes; III. Interrupciones del Suministro Eléctrico; IV. Componentes armónicos; V. Pérdidas de energía eléctrica, y VI. Cualquier otro aspecto técnico que la **CNE** considere necesario. Para efectos de lo anterior, la **CNE** debe definir el valor aceptable de dichos parámetros en las disposiciones	El **Proyecto** cumplirá con los parámetros aceptables para la transmisión de la energía eléctrica limpia, generada en el proyecto al que se conectará, consistente en un parque eólico.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
administrativas de carácter general a que se refiere el párrafo primero del presente artículo, y tomar en cuenta los aspectos económicos.	
Artículo 201. Deben presentar para autorización de la Secretaría, la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético a que se refiere el artículo 136 de la Ley, la Empresa Pública del Estado y las personas interesadas en desarrollar proyectos del sector eléctrico sujetos a autorización o permiso en términos de la Ley y el presente reglamento, así como de las disposiciones administrativas de carácter general que en materia de impacto social emita la Secretaría. Las disposiciones administrativas de carácter general deben señalar los formatos, requisitos y características que, además de las previstas en el artículo 136 de la Ley, deben contener las Manifestaciones de Impacto Social del Sector Energético, así como las modalidades en las que se puede presentar.	En atención a esta disposición, el **Promovente** presentará ante **SENER,** la actualización de la **EVIS,** correspondiente del **Proyecto** y una vez que se tenga la determinación de esa autoridad, se informará a esta H. **DGIRA**.
Artículo 202. La autorización definitiva de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético tiene validez, siempre y cuando el proyecto no sufra modificaciones sustanciales, entendiéndose por estas, uno o más de los siguientes casos: I. Cambio en la ubicación o el área de influencia que implique la identificación de nuevas localidades, o comunidades y pueblos; II. Cambio en el proyecto que implique Impactos Sociales adicionales, y III. Cualquier otra que se determine por la Secretaría en las disposiciones administrativas de carácter general en materia de impacto social. […]	En atención a esta disposición, el **Promovente** presentará ante **SENER,** la actualización de la **EVIS,** correspondiente del **Proyecto** y una vez que se tenga la determinación de esa autoridad, se informará a esta H. **DGIRA**.
Artículo 205. La autorización definitiva que emita la Secretaría sobre la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético es un requisito obligatorio previo a que la Empresa Pública del Estado o las personas interesadas en obtener un permiso o una autorización inicien la construcción de la infraestructura. […]	En atención a esta disposición, el **Promovente** presentará ante **SENER,** la actualización de la **EVIS,** correspondiente del **Proyecto** y una vez que se tenga la determinación de esa autoridad, se informará a esta H. **DGIRA**.

Con las vinculaciones anteriormente presentadas, se ha demostrado que el **Proyecto,** que se somete a evaluación a través de la **MIA-R** es compatible con las leyes y reglamentos federales expuestas y no existen restricciones expresas para su desarrollo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.4. Leyes y Reglamentos Estatales

II.4.1. Carta de Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambentales de Coahuila de Zaragoza (CDESCA)

La **CDESCA** es una norma constitucional local, de interés público y de observancia obligatoria en el régimen interno del Estado de Coahuila de Zaragoza, publicada en el POE el 19 de agosto de 2022, tiene por objeto, reconocer y garantizar los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales en el ámbito local y es una norma fundamental que forma parte del bloque de constitucionalidad local previsto en la Constitución Política del Estado de Coahuila de Zaragoza.

A continuación, se presenta una tabla de vinculación con los artículos de la **CDESCA** que le aplican al desarrollo del **Proyecto**:

Tabla II.14. Vinculación con la CDESCA.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 100. Los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas que habitan en el Estado de Coahuila de Zaragoza tendrá derecho a: I. Que el Estado reconozca y apoye la identidad, cultura, intereses y costumbres de dichas comunidades para la adopción de medidas de aprovechamiento del medio ambiente de los territorios que les pertenece; II. Que se realice consulta previa, libre, informada, de buena fe y culturalmente adecuada sobre todo asunto administrativo o legislación que les concierna de manera directa o indirecta con el objetivo de lograr un acuerdo u obtener el consentimiento de las comunidades o pueblos indígenas; III. Que sea efectiva su participación en la realización del desarrollo sostenible.	En cumplimiento a este precepto, el **Promovente** presentará ante la **SENER** la actualización de la **EVIS** en la que se realice el análisis correspondiente a grupos y comunidades indígenas y una vez que se tenga la determinación de esa autoridad, se informará a esta H. **DGIRA**.
Artículo 106. Toda persona tiene derecho a disfrutar de condiciones de vida saludables, productivas y adecuadas en armonía con la naturaleza.	El **Proyecto** se vincula con el precepto legal transcrito en el sentido de que respeta y atiende la normatividad aplicable en materia de protección al ambiente, sometiéndose a evaluación del impacto ambiental. Garantizando en tal sentido ese derecho, al plantear en su parte conducente medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales que pudiera ocasionar, con lo que se concluye que con el mismo se respeta el precepto constitucional referido, al sujetarse a la legislación y regulación que el Estado ha impuesto para la protección del medio ambiente. Considerando, además, al ser un parque eólico, contribuirá a la producción de energía con cero emisiones de **GEI** y por lo tanto la preservación de los recursos naturales para las generaciones más jóvenes y futuras
Artículo 108. Toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad ambiental y la vida digna de las personas.	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 109. En materia de gestión de residuos, el Estado: I. Promoverá su reducción, reutilización y reciclaje; II. Serán tratados adecuadamente para reducir su impacto ambiental; III. Se promoverá el uso de materiales reciclados y actividades de reciclaje.	Debido a la naturaleza del **Proyecto** que es un parque eólico, la generación de residuos será mínima, pero en su caso, para la gestión integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos se elaborará el **Programa de Manejo Integral de Residuos,** el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.
Artículo 110. El ejercicio del derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado deberá permitir a las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, y desarrollarse de manera normal y permanente.	El **Proyecto** se vincula con el precepto legal transcrito en el sentido de que respeta y atiende la normatividad aplicable en materia de protección al ambiente, sometiéndose a evaluación del impacto ambiental. Garantizando en tal sentido ese derecho, al plantear en su parte conducente medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales que pudiera ocasionar, con lo que se concluye que con el mismo se respeta el precepto constitucional referido, al sujetarse a la legislación y regulación que el Estado ha impuesto para la protección del medio ambiente. Considerando, además, al ser un parque eólico, contribuirá a la producción de energía con cero emisiones de **GEI** y por lo tanto la preservación de los recursos naturales para las generaciones más jóvenes y futuras.
Artículo 111. El derecho a un medio ambiente seguro, sano y equilibrado tendrá por objeto garantizar la calidad de vida de las personas, la protección de los procesos ecológicos y los sistemas esenciales para la supervivencia y la diversidad de las formas de vida.	
Artículo 112. El Estado adoptará las medidas necesarias para la protección, preservación, restauración y mejora del medio ambiente para las generaciones presentes y futuras, así como las de prevención, remediación y control de la contaminación, y las remediaciones alineadas con las técnicas, conocimientos y normas establecidas en los estándares más avanzados, que deberán ser actualizadas regularmente según los avances en la materia.	
Artículo 113. El Estado velará por la utilización racional de los recursos naturales y la preservación de los ecosistemas, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.	
Artículo 114. El Estado, en el ámbito de sus competencias, podrá establecer las contribuciones y fondos de reparación que resulten necesarios para proteger y restaurar el medio ambiente.	El **Proyecto** que se somete a autorización en materia de impacto ambiental ante la **SEMARNAT**, toda vez que es la autoridad federal competente en esta materia. Asimismo, contempla llevar a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, dirigidas a atenuar los posibles impactos ambientales que se generarán con la operación del mismo, tal y como se describe en el Capítulo IV.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 115. El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.	El **Proyecto** consiste en un parque eólico que tendrá como finalidad la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la fuerza del viento en los municipios de Sabinas y Villa Unión, Coahuila. El **Proyecto** tendrá una capacidad de generación de hasta 301.55 MW de potencia total, que será evacuada a través de circuitos de media tensión (34,5 kV) hacia la estación Transformadora del **Proyecto**, ubicada dentro del polígono. La misma elevará la tensión, que luego será transportada hasta el punto de interconexión mediante una línea de alta tensión de 400 kV. Por lo que se trata de un **Proyecto** que generará y transmitirá energía limpia o renovable y se encuentra dentro de las metas de reducción de emisiones de **GEI** y que cuente con las autorizaciones por las autoridades correspondientes.
Artículo 117. La preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados será de interés público y el Estado velará por su cumplimiento en el ámbito de sus competencias.	El **Proyecto** que se somete a autorización en materia de impacto ambiental ante la **SEMARNAT**, toda vez que es la autoridad federal competente en esta materia. Asimismo, contempla llevar a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, dirigidas a atenuar los posibles impactos ambientales que se generarán con la operación del mismo, tal y como se describe en el Capítulo IV.
Artículo 118. Toda persona tiene derecho al desarrollo mediante una cuidadosa planeación y ordenación de recursos de manera sostenible. **Artículo 119.** El derecho al desarrollo sostenible deberá ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades humanas y ambientales de las generaciones presentes y futuras.	El **Proyecto** consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre y desmantelamiento de un parque eólico con una capacidad de generación de hasta 301.55 MW de potencia total, que será evacuada a través de circuitos de media tensión (34,5 kV) hacia la estación Transformadora del **Proyecto**, ubicada dentro del polígono. La misma elevará la tensión, que luego será transportada hasta el punto de interconexión mediante una línea de alta tensión de 400 kV, ubicado en los municipios de Sabinas y Villa Unión, en el estado de Coahuila. Por lo que se trata de un **Proyecto** que generará y transmitirá energía limpia o renovable y se encuentra dentro de las metas de reducción de emisiones de **GEI** y que cuente con las autorizaciones por las autoridades correspondientes.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 120. El Estado deberá asegurarse de que la conservación del medio ambiente sea tratada como parte integral de la planeación e implementación de actividades para el desarrollo.	El **Proyecto** que se somete a autorización en materia de impacto ambiental ante la **SEMARNAT**, toda vez que es la autoridad federal competente en esta materia. Asimismo, contempla llevar a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, dirigidas a atenuar los posibles impactos ambientales que se generarán con la operación del mismo, tal y como se describe en el Capítulo IV.
Artículo 121. El Estado deberá aplicar proporcionalmente el principio de precaución con base en el principio de la evidencia científica disponible.	
Artículo 122. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón suficiente para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.	
Artículo 141. Toda persona tiene derecho a respirar aire limpio.	El **Proyecto** se trata de un parque de generación de energía eléctrica, a través de la energi cinética, por lo que no genera **GEI** ni contaminantes que puedan sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994.
Artículo 143. Toda persona tiene derecho a protegerse de la contaminación ambiental nociva o peligrosa para la salud.	El **Proyecto** que se somete a autorización en materia de impacto ambiental ante la **SEMARNAT**, toda vez que es la autoridad federal competente en esta materia. Asimismo, contempla llevar a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, dirigidas a atenuar los posibles impactos ambientales que se generarán con la operación del mismo, tal y como se describe en el Capítulo IV.
Artículo 146. El Estado deberá emprender una evaluación del impacto ambiental respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad local competente en los términos de ley.	
Artículo 148. El que contamina deberá, en principio, cargar con los costos de la contaminación conforme al interés público.	El **Proyecto** que se somete a autorización en materia de impacto ambiental ante la **SEMARNAT**, toda vez que es la autoridad federal competente en esta materia. Asimismo, contempla llevar a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, dirigidas a atenuar los posibles impactos ambientales que se generarán con la operación del mismo, tal y como se describe en el Capítulo IV.
Artículo 151. El Estado adoptará medidas para fomentar el desarrollo de mercados e instrumentos de garantía financiera con el fin de solventar las responsabilidades de los operadores cuya actividad haya causado daños al medio ambiente o haya supuesto una amenaza latente de tales daños.	
Artículo 152. La autorización administrativa de la actividad dañosa no exonerará a su responsable del deber de reparar.	

Atendiendo a la vinculación anterior, se estima que el Proyecto es congruente y compatible con la **CDESCA**.

II.4.2. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila De Zaragoza (LEEPAEC)

La **LEEPAEC** fue publicada en el Periódico Oficial del Estado (**POE**) el 8 de diciembre de 1998 y su última reforma fue publicada el 6 de febrero de 2026. Tiene por objeto propiciar el desarrollo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



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.

A continuación, se presenta una tabla de vinculación con los artículos de la **LEEPAEC** que le aplican al desarrollo del **Proyecto**:

Tabla II.15. Vinculación con la LEEPAEC.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ARTICULO 1º.- La presente ley es reglamentaria del artículo 172 de la Constitución Política del Estado de Coahuila de Zaragoza, de orden público e interés social, así como de observancia general en la entidad y tiene por objeto establecer las bases jurídicas necesarias para: En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicará supletoriamente la Ley de Procedimiento Administrativo para el Estado de Coahuila de Zaragoza y en su defecto el Código Procesal Civil para el Estado de Coahuila de Zaragoza. I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; II.- Definir los principios y los criterios de la política ambiental en la entidad, así como normar los instrumentos y procedimientos para su aplicación; III.- Regular las acciones de conservación ecológica y protección al ambiente que se realicen en ecosistemas, zonas o bienes de competencia estatal; […] V.- Propiciar el aprovechamiento racional de los elementos naturales de competencia del estado, a fin de hacer compatible la generación de beneficios económicos con la conservación ecológica de los ecosistemas; VI.- Regular y propiciar la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo de competencia estatal; […]	El **Proyecto** se trata de un parque de generación de energía eléctrica, a través de la fuerza del viento, por lo que no genera **GEI** ni contaminantes que puedan sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, esto en apego al derecho constitucional de todas las personas de vivir en un ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar.
ARTICULO 2º.- Para los efectos de la presente ley, se considerarán de utilidad pública: I.- El Ordenamiento Ecológico Estatal y Municipal; II.- La conservación ecológica y la protección ambiental de los ecosistemas, zonas o bienes de competencia local; III.- La regulación ecológica del aprovechamiento de los recursos naturales no reservados a la Federación; […]	En cumplimiento a este precepto jurídico, el **Proyecto** se somete a autorización en materia de impacto ambiental ante la **SEMARNAT**, toda vez que es la autoridad federal competente en esta materia. Asimismo, el proyecto, en su definición observa y cumple con las estipulaciones de la normatividad aplicable, incluidos los ordenamientos ecológicos regionales y estatales. Finalmente, contempla llevar a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, dirigidas a atenuar los posibles impactos ambientales que se generarán con la operación del mismo, tal y como se describe en el Capítulo IV.
ARTICULO 8º.- Para los efectos de esta ley, el Gobernador del Estado tendrá las siguientes atribuciones: […] II.- Formular y expedir programas de ordenamiento ecológico regional que abarquen la totalidad o parte del estado. En la formulación de esos programas se deberán considerar los dictámenes que formulen, para tal efecto, los municipios que correspondan;	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
III.- Formular y expedir, con la participación que corresponda a los municipios de la entidad, los programas de ordenamiento ecológico local;	
ARTICULO 10.- Además, la Secretaría, tendrá las siguientes atribuciones: I.- Vigilar el debido cumplimiento de las disposiciones legales en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico; II.- Imponer en los términos previstos en la presente ley, las sanciones que procedan por la comisión de infracciones, conforme a las disposiciones aplicables; III.- Elaborar el proyecto del programa estatal de protección al ambiente y desarrollo ecológico, a fin de someterlo a la consideración del titular del Ejecutivo del Estado. IV.- Planear, formular, ejecutar, coordinar y evaluar, en el ámbito de su competencia, las acciones necesarias en materia de protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico en el estado; […] XIII.- Expedir, en el ámbito de su competencia, los permisos y licencias que correspondan; […] XVIII.- Promover el contenido de los propósitos y finalidades de los programas y de las acciones que sean necesarias ejecutar para la conservación, protección y restauración de la calidad del agua, del aire y del suelo; […] XXX.- Regular sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos industriales no considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto en la presente ley; XXXI.- Prevenir y controlar la contaminación generada por emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, provenientes de fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, conforme a lo establecido en la presente ley;	
ARTICULO 20.- En la planeación estatal del desarrollo se deberá incorporar la política ambiental, así como considerar el Ordenamiento Ecológico que se establezcan de conformidad con esta ley y otras disposiciones en la materia. En la planeación y en la realización de las acciones a cargo de las dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal, conforme a sus respectivas esferas de competencia, así como en el	En cumplimiento a este precepto jurídico, el **Proyecto** se somete a autorización en materia de impacto ambiental ante la **SEMARNAT**, toda vez que es la autoridad federal competente en esta materia. Asimismo, el proyecto, en su definición observa y cumple con las estipulaciones de la normatividad

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ejercicio de las atribuciones que las leyes confieran al Gobierno estatal para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se observarán los lineamientos de política ambiental que establezcan el Plan Estatal de Desarrollo y los programas correspondientes. Para tal efecto se promoverá la participación de las instituciones de educación superior y de investigación científica, así como de los representantes de los distintos grupos sociales de la entidad. El Plan de Desarrollo Municipal deberá incorporar la política ambiental, en los términos previstos en esta ley.	aplicable, incluidos los ordenamientos ecológicos regionales y estatales. Finalmente, contempla llevar a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, dirigidas a atenuar los posibles impactos ambientales que se generarán con la operación del mismo, tal y como se describe en el Capítulo IV.
ARTICULO 28.- En la planeación del desarrollo estatal y municipal y en la realización de obras o actividades de carácter público, las dependencias y entidades de la administración pública estatal y municipal, observarán los criterios ecológicos establecidos en esta ley y demás disposiciones que de ella emanen.	
ARTICULO 30.- Para efectos de la promoción del desarrollo y, a fin de orientar e inducir, con un sentido de conservación, las acciones de los gobiernos estatal y municipal, y de los particulares y grupos sociales de la entidad, se considerarán los siguientes criterios: I.- Pasar de la idea esencialmente correctiva a la búsqueda del origen del problema; II.- Tener en cuenta las relaciones existentes entre la preservación del ambiente, el racional aprovechamiento de los recursos naturales, y la planificación a largo plazo; III.- Incorporar a los costos de producción de bienes y servicios, los relativos a la preservación y restauración de los ecosistemas y el ambiente; IV.- Propiciar el crecimiento económico que respete, y promueva el equilibrio ecológico y una calidad de vida digna; V.- Incorporar variables o parámetros ecológicos en la planeación y promoción del desarrollo, para que éste sea equilibrado y sostenido; y VI.- Promover el concepto de zonas o reservas ecológicas productivas y de áreas naturales protegidas al servicio del desarrollo.	En apego a este precepto, el **Proyecto** contempla llevar a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, dirigidas a atenuar los posibles impactos ambientales que se generarán con la operación del mismo, tal y como se describe en el Capítulo IV, las cuales están alineadas con el Programa Nacional de Restauración Ambiental y con los criterios ecológicos establecidos en el ordenamiento ecológico regional.
ARTICULO 38.- La evaluación del impacto ambiental, es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: I.- Las obras y actividades, destinadas a la prestación de un servicio público o para el aprovechamiento de recursos naturales no reservados a la Federación; II.- Vías estatales y municipales de comunicación, incluidos los caminos rurales;	En cumplimiento a este precepto jurídico, el **Proyecto** se somete a autorización en materia de impacto ambiental ante la **SEMARNAT**, toda vez que es la autoridad federal competente en esta materia. Asimismo, contempla llevar a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, dirigidas a atenuar los posibles impactos ambientales que se generarán con la operación del mismo, tal y como se describe en el Capítulo IV.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
III.- Parques y zonas industriales, incluidas las plantas agroindustriales estatales o municipales y centrales de abasto; IV.- Plantas de tratamiento, recuperación y sitios de disposición final de desechos sólidos no peligrosos; V.- La instalación y funcionamiento de establecimientos industriales contaminantes, salvo en los casos de competencia Federal conforme a la LGEEPA u otras disposiciones legales aplicables; VI.- Conjuntos habitacionales, fraccionamientos y nuevos centros de población; VII.- Desarrollos turísticos estatales o municipales; VIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia estatal, que puedan causar desequilibrios ecológicos, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente; y IX.- Las demás obras y actividades que se determinen en los reglamentos; así como todas aquellas no reservadas a la Federación. El reglamento de la presente ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente y que, por lo tanto, no deban sujetarse al procedimiento de evaluación del manifiesto de impacto ambiental sino al informe preventivo previsto en este ordenamiento. […]	
ARTICULO 85.- La Secretaría y las autoridades municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias, regularán el trato digno y respetuoso que deberá darse a los animales.	El **Proyecto,** por su naturaleza no implica ni promueve el manejo de especies de fauna; sin embargo, se aplicará un **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna**.
ARTICULO 104.- 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 de ser observadas las previsiones de esta ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas, así como de las normas técnicas estatales que se emitan.	El **Proyecto** se trata de un parque de generación de energía eléctrica, a través de la fuerza del viento, por lo que no genera **GEI** ni contaminantes que puedan sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994. Los vehículos que se implementen durante la fase de operación y mantenimiento, no rebasarán los límites indicados por esa norma y además se les dará mantenimiento para asegurar su buen estado, como lo describe el capítulo IV.
ARTICULO 121.- 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 Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales, así como	El **Proyecto** se ajustará a lo establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Asimismo, dada la naturaleza del proyecto, no se

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
de las normas técnicas estatales que se emitan, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades estatales o municipales, en los ámbitos de sus competencias, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.	contempla la emisión de vibraciones, energía térmica, lumínica o contaminación visual.
ARTICULO 123.- En la construcción de obras o instalaciones que generen ruido vibraciones, energía térmica, energía lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales, 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.	El **Proyecto** se ajustará a lo establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Asimismo, dada la naturaleza del proyecto, no se contempla la emisión de vibraciones, energía térmica o lumínica. Asimismo, contempla llevar a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, dirigidas a atenuar los posibles impactos ambientales que se generarán con la operación del mismo, tal y como se describe en el Capítulo IV.
ARTICULO 127.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I.- Que es obligación de las autoridades y de la sociedad corresponsabilizarse en la prevención y control de la contaminación del agua; II.- Que la participación y corresponsabilización de la sociedad, es condición indispensable para evitar la contaminación y el uso irracional del agua; III.- Que el aprovechamiento del agua en actividades productivas, que impliquen la contaminación del recurso, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, a fin de que se reintegre en condiciones adecuadas para su reúso en otras actividades y para mantener el funcionamiento de los ecosistemas; y IV.- Que las aguas residuales, no domésticas, deberán recibir tratamiento previo a su descarga a los sistemas de alcantarillado. Todas las aguas residuales que se indican en el artículo 133 de esta ley, y que sobrepasen los límites de contaminantes establecidos en las normas oficiales mexicanas, así como de las normas técnicas estatales que se emitan, deberán recibir tratamiento previo a su descarga a los cuerpos de agua.	Debido a la naturaleza del **Proyecto,** no se realizarán descargas de aguas residuales, pues se trata de un parque eólico. No obstante, en la etapa de preparación del sitio y construcción, se generarán aguas negras de origen humano provenientes de los trabajadores, es decir, aguas residuales sanitarias, instalándose sanitarios portátiles (uno por cada 20 personas) y para lo cual se contratará a personas físicas o personas morales debidamente autorizadas para el manejo de este tipo de residuo.
ARTICULO 129.- Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a la regulación que emitan, en sus respectivos ámbitos de competencia, el estado y municipios: I.- Las descargas de origen industrial; […]	
ARTICULO 139.- Todas las descargas de aguas residuales deberán satisfacer los requisitos y condiciones señalados en los reglamentos de esta ley, en las normas oficiales mexicanas correspondientes, las normas técnicas estatales que se emitan y demás disposiciones aplicables, así como los que se señalen en las condiciones particulares	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
de descarga que fijen los municipios respectivos o las dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal, por si mismos o a través de los organismos públicos que administren el agua.	
ARTICULO 142.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: I.- Que corresponde a las autoridades y a la sociedad prevenir y controlar conjuntamente, la contaminación del suelo; II.- Que los residuos sólidos no peligrosos deben ser manejados adecuadamente, dado que constituyen una de las principales fuentes de contaminación de los suelos; III.- Que es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final; y IV.- Que en los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos no peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones para recuperar o reestablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el plan de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable. V.- Es necesario promover la eliminación del uso de productos plásticos de un único uso y optar por alternativas que admitan el reúso, reciclaje o, en su caso, que se empleen materiales biodegradables en la elaboración de estos productos.	El **Proyecto,** no implica la emisión de contaminantes al suelo, en virtud de ser un parque eólico. Sin embargo, la **Promovente** somete a evaluación de impacto ambiental esta **MIA-R** ante esa H. Secretaría, para dar cumplimiento y que se compensen, mitigue y preserve el aprovechamiento del suelo, su regeneración, recuperación y restablecimiento.

En ese sentido, el **Proyecto** resulta compatible con la **LEEPAEC**.

II.4.3 Ley Desarrollo Forestal Sustentable Para El Estado De Coahuila De Zaragoza (LDFSEC)

La **LDFSEC** fue publicada en el **POE** el 8 de diciembre de 2023. Tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del Estado y sus recursos para atender a la competencia que le corresponde en materia forestal, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la **CPEUM**, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

A continuación, se vincula el **Proyecto** con la **LDFSEC:**

Tabla II.16. Vinculación del Proyecto con la LDFSEC.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 27. El Ordenamiento Forestal Estatal es un instrumento de política forestal que forma parte del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila de Zaragoza, en el cual se ubican, conjuntan y ordenan los terrenos forestales y preferentemente forestales dentro de las cuencas, subcuencas y microcuencas, con el objeto de propiciar una mejor administración, contribuir al desarrollo forestal sustentable y la regulación de los cambios de uso de suelo.	El **Proyecto** que se somete a evaluación de impacto ambiental consiste en un parque eólico que tendrá como finalidad la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la fuerza del viento. El **Proyecto** tendrá una capacidad de generación de hasta 301.55 MW de potencia total, que será evacuada a través de circuitos de media tensión (34,5 kV) hacia la estación Transformadora del Proyecto, ubicada dentro del polígono. La misma elevará la tensión, que luego será

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 38. La Secretaría, en coordinación con la federación, municipios, los propietarios y legítimos poseedores, promoverá programas de restauración ecológica con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales, incluyendo el mantenimiento del régimen hidrológico y la prevención de la erosión y la restauración de los suelos forestales degradados, así como la implementación de mecanismos de evaluación y monitoreo de dichas acciones, considerando como prioritarias las áreas donde se encuentran las fuentes de abastecimiento de agua potable y de los núcleos poblacionales.	transportada hasta el punto de interconexión mediante una línea de alta tensión de 400 kV. Así mismo, se someterá a evaluación el **ETJ** ante esa H. Dirección para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales de 396.5957 ha. Por lo que actualmente, únicamente se somete a evaluación de impacto ambiental la **MIA-R** del **Proyecto** y esa H. Secretaría podrá solicitar la opinión del Consejo Estatal correspondiente cuando el **Promovente** someta a evaluación el **ETJ** correspondiente.
Artículo 39. Las actividades de forestación y reforestación que se pretendan realizar con propósitos de conservación y restauración en terrenos forestales degradados y preferentemente forestales deberán sujetarse a lo previsto en las normas oficiales mexicanas y deberán emitir un aviso ante la Secretaría, con el fin de que se ajusten a las disposiciones que resulten aplicables.	
Artículo 46. La Secretaría fomentará las acciones voluntarias de conservación, protección y restauración forestal que lleven a cabo los particulares, mediante: I. La celebración de convenios, a efecto de ejecutar proyectos especiales que multipliquen recursos para constituir reservas forestales, previendo los aspectos relativos a su administración y los derechos de los propietarios y legítimos poseedores de los recursos forestales; II. Las medidas que contribuyan de manera especial a la conservación, protección y restauración de la biodiversidad forestal y de las tierras afectadas por desertificación; y III. La determinación de los compromisos que contraigan y de las obligaciones que asuman, en los términos de los programas de manejo forestal.	

En ese sentido, el **Proyecto** resulta compatible con la **LDFSEC**.

II.4.4. Ley de Cambio Climático para el Estado de Coahuila de Zaragoza. (LCCEC)

La **LCCEC** fue publicada el 8 de diciembre de 2023 en el **POE,** misma que tiene por objeto establecer las bases y acciones para la adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático en la entidad. Asimismo, uno de sus objetivos es promocionar las acciones de adaptación y mitigación al fenómeno de cambio climático derivadas del trabajo y coordinación entre sociedad y gobierno, procurando que las mismas coadyuven al desarrollo económico y mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

Por lo que a continuación se vincula con el **Proyecto.**

Tabla II.17. Vinculación de la LCCEC con el Proyecto.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 2. Los objetivos generales de esta ley son: I. Fungir como un instrumento que coadyuve a garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer las facultades del estado y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; II. Contribuir, desde la esfera de competencia estatal, en la regulación de las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero a fin de lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; III. Promocionar las acciones de adaptación y mitigación al fenómeno de cambio climático derivadas del trabajo y coordinación entre sociedad y gobierno, procurando que las mismas coadyuven al desarrollo económico y mejora de la calidad de vida de los ciudadanos; […] VI. El establecimiento de las bases de coordinación entre autoridades de los distintos órdenes de gobierno y con la sociedad, en acciones de adaptación y mitigación al fenómeno de cambio climático; VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático; y VII. El establecimiento de políticas públicas estatales con criterios transversales en materia de adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático.	El **Proyecto** que se somete a evaluación de impacto ambiental consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre y desmantelamiento de un parque eólico con una capacidad de generación de hasta 301.55 MW de potencia total, que será evacuada a través de circuitos de media tensión (34,5 kV) hacia la estación Transformadora del Proyecto, ubicada dentro del polígono. La misma elevará la tensión, que luego será transportada hasta el punto de interconexión mediante una línea de alta tensión de 400 kV, ubicado en los municipios de Sabinas y Villa Unión, en el estado de Coahuila. Esto quiere decir que generará y transmitirá energía eléctrica generada a través de la captación de la energía eólica a través de aerogeneradores, proceso que no genera **GEI** y por lo tanto es parte de los compromisos para promover la sustitución de los combustibles fósiles por fuentes de energía limpias**.**
Artículo 6. Para los efectos de esta ley se entenderá: […] **XV. Emisiones:** Liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo, en su caso, compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos; **[…]**	El **Proyecto** se trata de un parque de generación de energía eléctrica, a través de la fuerza del viento, por lo que no genera **GEI** ni contaminantes que puedan sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994. Esto quiere decir que generará y transmitirá energía eléctrica generada a través de la captación de la energía cinética, proceso que no genera **GEI** y por lo tanto es parte de los compromisos para promover la sustitución de los combustibles fósiles por fuentes de energía limpias.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
XX. Fuentes Emisoras: Todo proceso, actividad, servicio o mecanismo que libere un gas o compuesto de efecto invernadero a la atmósfera; **XXI. Gases de Efecto Invernadero:** Aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación infrarroja;	Los vehículos que se implementen durante la fase de operación y mantenimiento, no rebasarán los límites indicados por esa norma y además se les dará mantenimiento para asegurar su buen estado, como lo describe el capítulo IV.
Artículo 23. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública estatal y los municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes: **I.** Reducción de emisiones en la generación y 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 de Fomento al Uso Racional de la Energía para el Estado de Coahuila y demás disposiciones aplicables; b. Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia; c. Desarrollar políticas y programas que tengan por objeto la implementación de la cogeneración eficiente para reducir las emisiones; d. Fomentar prácticas de eficiencia energética y de transferencia de tecnología baja en emisiones de carbono; y e. Expedir disposiciones jurídicas y elaborar políticas para la construcción de edificaciones sustentables, incluyendo el uso de materiales ecológicos y la eficiencia y sustentabilidad energética.	El **Proyecto** es compatible con esta disposición, ya que el Estado mexicano tiene la obligación, en sus tres niveles de gobierno, de fomentar y promover la generación, transmisión y el uso de fuentes de energía renovables y limpias como el parque eólico que se planea llevar a cabo.
Artículo 44. Las personas fiscas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte identificadas en el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza en materia de registro de emisiones y transferencia de contaminantes y demás disposiciones aplicables, están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro Estatal, las cuales serán las que resulten de la suma anual de dichas emisiones.	Como se mencionó, el **Proyecto** es un parque eólico que no genera **GEI** al momento de transformar la energía eólica en energía eléctrica, por lo que se trata de una medida de mitigación al cambio climático, que garantiza el derecho al medio ambiente sano, a la salud y seguridad de la población. Aunado a que este tipo de **Proyectos** forman parte de una estrategia y cambio de paradigma para garantizar los recursos naturales a las generaciones más jóvenes y futuras, es decir, la transición energética.

Derivado de lo anterior, se demuestra que el **Proyecto** es compatible con la **LCCEC.**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

II.4.5 Ley de Vida Silvestre del Estado de Coahuila de Zaragoza (LVSEC)

La **LVSEC** fue publicada en el **POE** el 27 de noviembre de 2020 y tiene por objeto establecer las acciones relativas a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en el territorio del Estado de Coahuila de Zaragoza, de conformidad a las facultades concurrentes que tiene el Estado en dicha materia.

El **Proyecto** se vincula con este ordenamiento, en cuanto a que por medio de la implementación de los respectivos programas se reducirá el impacto tanto en la flora como en la fauna. Tal y como se pude ver en la siguiente tabla:

Tabla II.18. Vinculación del Proyecto con la LVSEC.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 11.- Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la Ley General y su Reglamento, en esta Ley y demás disposiciones aplicables. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, técnicos responsables, así como las asociaciones vinculadas con las actividades de vida silvestre y terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	Si bien el **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre, por el contrario, se trata de un parque eólico que genera energía eléctrica renovable y que busca preservar los recursos naturales para las generaciones presentes y futuras. No obstante, se reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la flora y la fauna en el área de **Proyecto,** a través de los respectivos **Programas de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, de Restauración y Reforestación.**

En ese sentido, el **Proyecto** es compatible con la **LVSEC.**

II.4.6. Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Coahuila (LPGIREC).

La **LPGIREC** fue publicada en el **POE** el 2 de diciembre de 2005 y su última reforma fue publicada el 12 de diciembre de 2025. Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a un adecuado medio ambiente y de 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.

A continuación, se presenta una tabla de vinculación con los artículos de la **LPGIREC** que le aplican al desarrollo del **Proyecto:**

Tabla II.19. Vinculación del Proyecto con la LPGIREC.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ARTÍCULO 14. Los planes de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, deberán estar encaminados, entre otros a: I. Identificar formas de prevenir o reducir su generación; II. Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados; III. Establecer mecanismos para reutilizar, reciclar o aprovechar los residuos que no se puedan evitar, de conformidad con las disposiciones legales aplicables y en la medida que esto sea ambientalmente adecuado, económicamente viable y tecnológicamente factible; IV. Reducir el volumen y riesgo en el manejo de los residuos que no se puedan valorizar, de conformidad con las disposiciones legales aplicables; V. Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible, y VI. Disponer finalmente en un relleno sanitario o en un sitio controlado, según corresponda, los residuos que no puedan ser susceptibles de valorizarse.	Durante el desarrollo del **Proyecto,** al ser un parque eólico, generará una cantidad mínima de residuos; y en atención a esta disposición se dará correcto tratamiento a los residuos de conformidad con lo dispuesto por la normatividad vigente. En este sentido, en cumplimiento con estos preceptos se tomará en cuenta: • La racionalización de la generación de residuos sólidos; • La separación de los residuos sólidos para facilitar su reúso y/o reciclaje; • La separación de residuos, a fin de separar los que pueden ser reciclados como plástico, vidrio, papel, cartón, y • La separación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. Lo anterior, de manera adicional a lo dispuesto por la NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
ARTÍCULO 16. Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo, de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes.	
ARTÍCULO 20. En ningún caso los planes de manejo podrán plantear formas de manejo contrarias a los objetivos y a los principios en los que se basa la normatividad aplicable a la prevención y reducción de riesgos del residuo de que se trate, ni realizarse a través de empresas que no estén autorizadas ante las autoridades competentes.	
ARTÍCULO 29. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos por la ley general y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera; II. Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico asistenciales a las poblaciones humanas o animales,	Durante el desarrollo del **Proyecto,** al ser un parque eólico, generará una cantidad mínima de residuos; y en atención a esta disposición se dará correcto tratamiento a los residuos de conformidad con lo dispuesto por la normatividad vigente. En este sentido, en cumplimiento con estos preceptos se tomará en cuenta: • La racionalización de la generación de residuos sólidos; • La separación de los residuos sólidos para facilitar su reúso y/o reciclaje; • La separación de residuos, a fin de separar los que pueden ser reciclados como plástico, vidrio, papel, cartón, y

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos; III. Residuos generados por las actividades piscícolas, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas o ganaderas incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades; IV. Residuos industriales no peligrosos generados en instalaciones o por procesos industriales que no presentan características de peligrosidad, conforme a la normatividad ambiental vigente; V. Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en aeropuertos, terminales ferroviarias y aduanas; VI. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales; VII. Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes; VIII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; IX. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico, y X. Otros que sean determinados como tales por la Secretaría.	• La separación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. Lo anterior, de manera adicional a lo dispuesto por la NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
ARTÍCULO 31. La clasificación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial sujetos a planes de manejo, se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.	
ARTÍCULO 32. Las personas físicas y morales que generen residuos sólidos urbanos y de manejo especial serán responsables hasta su reuso y/o disposición final.	Durante el desarrollo del **Proyecto,** al ser un parque eólico, generará una cantidad mínima de residuos; y en atención a esta disposición se dará correcto tratamiento a los residuos de conformidad con lo dispuesto por la normatividad vigente. En ese sentido, se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.
ARTÍCULO 33. Es obligación de toda persona generadora de residuos sólidos urbanos y de manejo especial: I. Separar y reducir la generación de residuos; II. Fomentar la reutilización y reciclaje de los residuos; III. Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas aplicables al manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; IV. Poner en conocimiento de las autoridades competentes las infracciones que se estimen se hubieran cometido contra la normatividad de los residuos,	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
V. Evitar el uso de bolsas y popotes de plástico, así como productos de poliestireno expandido, comúnmente empleado para empacado y distribución de alimentos, y VI. Las demás que establezcan los ordenamientos jurídicos aplicables.	
ARTÍCULO 37. El manejo integral de los residuos comprende las siguientes etapas: I. Reducción en la fuente; II. Separación; III. Reutilización; IV. Limpia o barrido; V. Acopio; VI. Recolección; VII. Almacenamiento; VIII. Traslado o transportación; IX. Co-procesamiento; X. Tratamiento; XI. Reciclaje, y XII. Disposición final. La etapa de limpia o barrido se excluye del manejo integral de residuos de manejo especial. Tratándose de los residuos sólidos urbanos, las etapas de limpia o barrido, recolección, traslado o trasportación, tratamiento y disposición final estarán a cargo de los municipios por ser un servicio público.	Durante el desarrollo del **Proyecto,** al ser un parque eólico, generará una cantidad mínima de residuos; y en atención a esta disposición se dará correcto tratamiento a los residuos de conformidad con lo dispuesto por la normatividad vigente. En este sentido, en cumplimiento con estos preceptos se tomará en cuenta: • La racionalización de la generación de residuos sólidos; • La separación de los residuos sólidos para facilitar su reúso y/o reciclaje; • La separación de residuos, a fin de separar los que pueden ser reciclados como plástico, vidrio, papel, cartón, y • La separación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. Lo anterior, de manera adicional a lo dispuesto por la NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

En ese sentido, el **Proyecto** se apega a lo establecido por la **LPGIREC.**

II.4.7. Ley de Fomento al Uso Racional de la Energía para el Estado de Coahuila (LFUREC).

La **LFUREC** fue publicada en el **POE** el 13 de julio de 2007 y su última reforma fue publicada el 26 de diciembre de 2017. Tiene por objeto establecer las bases generales para fomentar el uso racional de energía y promover el aprovechamiento de la energía renovable en el Estado de Coahuila.

A continuación, se presenta una tabla de vinculación con los artículos de la **LFUREC** que le aplican al desarrollo del **Proyecto:**

Tabla II.20 Vinculación del Proyecto con la LFUREC.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 15. El Plan Estatal de Ahorro de Energía promoverá el cumplimiento de los siguientes objetivos: I. Ahorro y uso racional de la energía en todas sus formas y manifestaciones, para consolidar una cultura sobre el consumo eficiente de los recursos;	El **Proyecto** es compatible con los preceptos de la **LFUREC** ya que se trata de un parque eólico, que transforma la fuerza del viento en energía eléctrica, se trata de un **Proyecto** de desarrollo sustentable, que utiliza energía renovable y limpia sin generar **GEI.**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
II. Propiciar la elaboración y aplicación de normas técnicas estatales que regulen el uso racional de la energía; III. Diseñar estrategias de financiamiento que permitan la realización de proyectos que impulsen el ahorro y uso racional de la energía en el Estado y sus municipios; […]	Este **Proyecto** contribuirá a transmitir la energía eléctrica limpia, para abastecer las necesidades de energía eléctrica de la población mexicana, además de que forma parte de la transición energética, que busca cambiar las fuentes de energía de quema de combustibles fósiles, por energías renovables o limpias que no emitan **GEI, por lo que, además, se trata de una acción directa de mitigación del cambio climático.** En este sentido, si bien es cierto la **CMNUCC** estableció el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, es decir, que los países que más han contaminado y emitido **GEI,** son los que deben poner mayores esfuerzos para reducir sus emisiones. Esto no quiere decir que México esté exento de llevar a cabo la transición, ya que hasta el 2023 era el número 13 con mayores emisiones de **GEI** a nivel mundial,[7] sin embargo, debido a que no se ha dado el impulso suficiente a las energías limpias y renovables, ahora está en el lugar 11 de mayores emisores de **GEI,** lo cual es un resultado bastante negativo y por lo que proyectos como este (de energía eólica) sometido a evaluación de impacto ambiental deben ser promovidos e incentivados;[8]
Artículo 18. Con el objeto de promover el uso de las fuentes de energía renovables, la Comisión Intersecretarial y los municipios en el ámbito de sus atribuciones y competencia llevarán a cabo las siguientes acciones: III. Impulsar y promover políticas y programas orientados al aprovechamiento de fuentes de energía renovable; IV. Fomentar la introducción de tecnologías limpias en el Estado y la sustitución de combustibles altamente contaminantes, incentivando así la protección del medio ambiente; V. Impulsar, en el ámbito de su competencia, la implementación de los medios alternos de energía renovable, tales como la eólica, solar térmica y fotovoltaica, hidráulica, geotérmica, biomasa y las demás que cumplan con las características descritas en la fracción II del artículo 2 de esta ley; VI. Fomentar el aprovechamiento de la energía renovable en las obras y actividades que se lleven a cabo en el Estado; VII. Fomentar el uso de energía renovable en el desarrollo de viviendas, fraccionamientos, edificaciones y demás obras de infraestructura en el Estado; VIII. Fomentar el uso de energía renovable en la instalación de nuevas empresas e industrias en el Estado, así como en aquéllas ya instaladas que pudieran disminuir sus consumos de energía y generar un ahorro de energía;	

En ese sentido, el **Proyecto** se apega a lo establecido por la **LFUREC.**

[7] WRI, This Interactive Chart Shows Changes in the World's Top 10 Emitters, marzo de 2023. Disponible en: https://www.wri.org/insights/interactive-chart-shows-changes-worlds-top-10-emitters

[8] Worl Population Review, Greenhouse Gas Emissions by Country 2025, consultable en: https://worldpopulationreview.com/country-rankings/greenhouse-gas-emissions-by-country

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

II.4.8. Reglamento de la LEEPAEC en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (RLEEPACPCC)

El **RLEEPACPCC** fue publicado en el **POE** el 21 de agosto de 2012, su última reforma se publicó el 20 de marzo de 2020 y tiene por objeto reglamentar la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza, en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

Los artículos a los cuales se vincula el **Proyecto** se indican en la siguiente tabla:

Tabla II.21. Vinculación con el RLEEPACPCC.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 5.- Para la protección a la atmósfera, se deberán considerar los siguientes criterios: I. La calidad del aire debe cumplirse en todos los asentamientos humanos del Estado de conformidad con los índices que para tal efecto se emitan; y II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	El **Proyecto** se trata de un parque de generación de energía eléctrica, a través de la fuerza del viento, por lo que no genera **GEI** ni contaminantes que puedan sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994.
Artículo 7.- Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento, de las normas oficiales mexicanas aplicables y normas técnicas estatales que para tal efecto se emitan, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades, de competencia estatal, por las que se emitan o puedan emitir a la atmósfera olores, gases partículas sólidas o líquidas.	El **Proyecto** se trata de un parque de generación de energía eléctrica, a través de la fuerza del viento, por lo que no genera **GEI** ni contaminantes que puedan sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994. El **Proyecto** contempla la implementación de medidas para prevenir la alteración de la calidad del aire. En dichas medidas se contempla observar las previsiones de la Ley General, del presente ordenamiento, así como de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación.
Artículo 15.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, establecidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes, normas técnicas estatales que al efecto se emitan, en las condiciones que se determinen en la licencia de funcionamiento y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Si bien, el **Proyecto** no encuadra en la definición de fuente fija establecida en este ordenamiento, es importante reiterar que se trata de un parque de generación de energía eléctrica, por lo que no genera **GEI** ni contaminantes que puedan sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994.
Artículo 35.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán de exceder los límites máximos permisibles de emisión establecidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes, normas técnicas estatales que al efecto se emitan y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El **Proyecto** se trata de un parque eólico, por lo que no genera **GEI** ni contaminantes que puedan sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994. Los vehículos que se implementen durante la fase de operación y mantenimiento, no rebasarán los límites indicados por esa norma y además se les dará mantenimiento para asegurar su buen estado, como lo describe el capítulo IV.
Artículo 36.- Los propietarios o poseedores de vehículos automotores deberán tomar las medidas necesarias para asegurar que las emisiones de sus vehículos no rebasen	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
los niveles máximos de emisión de contaminantes a la atmósfera que establezcan las normas oficiales mexicanas correspondientes, normas técnicas estatales que al efecto se emitan y demás disposiciones jurídicas aplicables**.**	

Es por lo anterior, que el **Proyecto** es acorde a lo estipulado por el **RLEEPACPCC**.

II.4.9. Reglamento de la LEEPAEC en materia de Impacto Ambiental (RLEEPACIA)

El **RLEEPACIA** fue publicado en el **POE** el 23 de abril de 2010, su última reforma se publicó el 31 de octubre de 2023 y tiene por objeto regular las disposiciones previstas en la Sección VI del Capítulo IV del Título Primero de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza en materia de evaluación de impacto ambiental.

Los artículos a los cuales se vincula el **Proyecto** se indican en la siguiente tabla:

Tabla II.22. Vinculación con el RLEEPACIA.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 7.- Quienes pretendan realizar o llevar a cabo alguna de las siguientes obras y actividades, deberán someterse a evaluación y requerirán la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: […] B. CAMBIO DE USO DE SUELO DE ÁREAS CON DESTINO DE PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN O PROTECCIÓN ECOLÓGICA ESTABLECIDAS EN LOS PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO DE CENTROS DE POBLACIÓN;	En cumplimiento a este precepto jurídico, el **Proyecto** se somete a autorización en materia de impacto ambiental ante la **SEMARNAT**, toda vez que es la autoridad federal competente en esta materia. No obstante, para poder llevar a cabo el **Proyecto,** posteriormente se someterá a evaluación el correspondiente estudio técnico justificativo (**ETJ**) con el fin de obtener la autorización del **CUSTF** que se menciona. Además de que, en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal se establecerán las medidas de mitigación y compensación necesarias para evitar la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; incluyendo el correspondiente programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna. Adicionalmente, la presente **MIA-R** comprende una serie de medidas para prevenir, mitigar y compensar las afectaciones al medio ambiente, como se describe en el capítulo IV.

Es por lo anterior, que el **Proyecto** es acorde a lo estipulado por el **RLEEPACIA**.

II.4.10. Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Coahuila de Zaragoza (RLPGIRC)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

El **RLPGIRC** fue publicado en el **POE** el 19 de diciembre de 2014, su última reforma se publicó el 18 de noviembre de 2022 y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Coahuila de Zaragoza.

Los artículos a los cuales se vincula el **Proyecto** se indican en la siguiente tabla:

Tabla II.23 Vinculación con el RLPGIRC.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 8.- Son objetivos de los Planes de Manejo: I. Fomentar la minimización de la generación de los residuos de manejo especial; II. Fomentar la valorización de los residuos de manejo especial; III. Promover la responsabilidad compartida de productores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de materias primas secundarias y grandes generadores de residuos de manejo especial; IV. Fomentar la reducción y separación en la fuente de residuos de manejo especial, y V. Fomentar el reuso y el reciclado de los residuos de manejo especial y/o materia prima secundaria, con el objeto de minimizar el volumen destinado a disposición final.	Debido a la naturaleza del **Proyecto** que es un parque eólico, la generación de residuos será mínima, pero en su caso, para la gestión integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos se elaborará el **Programa de Manejo Integral de Residuos,** el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos. Asimismo, dispondrá de los residuos que se lleguen a generar conforme al Plan de Manejo propuesta y contará con prestadores de servicios debidamente registrados y autorizados por la autoridad ambiental competente.
Artículo 9.- Los sujetos obligados a formular y ejecutar un Plan de Manejo, serán los grandes generadores, empresas de servicio de manejo, productores y distribuidores de productos, que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial, que se incluyan en el listado de residuos sujetos a planes de manejo y lo deberán realizar en los términos previstos en el presente Reglamento, Normas Oficiales Mexicanas, Normas Técnicas Estatales que al efecto se emitan o bien adherirse a los Planes de Manejo ya establecidos. La adhesión a un Plan de Manejo ya establecido, se realizará de acuerdo a los mecanismos previstos en el propio Plan de Manejo, siempre y cuando los interesados asuman expresamente todas las obligaciones previstas en él.	

Es por lo anterior, que el **Proyecto** es acorde a lo estipulado por el **RLPGIRC**.

II.4.11. Reglamento de la Ley de Fomento al Uso Racional de la Energía para el Estado de Coahuila de Zaragoza (RLFUREC)

El **RLFUREC** fue publicado en el **POE** el 4 de agosto de 2015, y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley de Fomento al Uso Racional de la Energía para el Estado de Coahuila de Zaragoza.

Los artículos a los cuales se vincula el **Proyecto** se indican en la siguiente tabla:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Tabla II.24. Vinculación con el RLFUREC.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 10.- El Ejecutivo del Estado, a través de la Secretaría, integrará y emitirá el Plan Estatal de Ahorro de Energía, el cual establecerá las acciones, políticas y programas a llevar a cabo para cumplir con los objetivos previstos en el artículo 15 de la Ley. Para la elaboración del Plan, la Secretaría solicitará la colaboración y asesoría de la Comisión Intersecretarial y, en su caso, del Consejo Consultivo, y una vez concluido lo someterá a la aprobación del Titular del Ejecutivo del Estado a quien también solicitará la publicación del mismo en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado. El Plan deberá publicarse además en el sitio oficial de la Secretaría, así como en los medios de comunicación con que cuente la Comisión Intersecretarial.	El **Proyecto** es compatible con los preceptos de este Reglamento ya que se trata de un parque eólico, que transforma la fuerza del viento en energía eléctrica, se trata de un **Proyecto** de desarrollo sustentable, que utiliza energía renovable y limpia sin generar **GEI.** Este **Proyecto** contribuirá a transmitir la energía eléctrica limpia, para abastecer las necesidades de energía eléctrica de la población mexicana, además de que forma parte de la transición energética, que busca cambiar las fuentes de energía de quema de combustibles fósiles, por energías renovables o limpias que no emitan **GEI, por lo que, además, se trata de una acción directa de mitigación del cambio climático.**
Artículo 11.- El Plan contendrá, de manera enunciativa más no limitativa, los siguientes aspectos: I. Las acciones y recomendaciones para lograr una eficiencia energética; II. Prácticas de ahorro de energía en las instalaciones públicas y privadas que se sometan al cumplimiento voluntario; III. Revisión y optimización de equipos de carácter público que requieren energía eléctrica para su funcionamiento; IV. Las acciones de promoción de una cultura de ahorro y uso eficiente de la energía en el Estado; V. Los mecanismos o herramientas para promover el uso de energías renovables en el Estado, y VI. Las demás previstas en la Ley, en este reglamento y demás disposiciones que sean aplicables.	En este sentido, si bien es cierto la **CMNUCC** estableció el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, es decir, que los países que más han contaminado y emitido **GEI,** son los que deben poner mayores esfuerzos para reducir sus emisiones. Esto no quiere decir que México esté exento de llevar a cabo la transición, ya que hasta el 2023 era el número 13 con mayores emisiones de **GEI** a nivel mundial,[9] sin embargo, debido a que no se ha dado el impulso suficiente a las energías limpias y renovables, ahora está en el lugar 11 de mayores emisores de **GEI,** lo cual es un resultado bastante negativo y por lo que proyectos como este (de energía eólica) sometido a evaluación de impacto ambiental deben ser promovidos e incentivados;[10]

Es por lo anterior, que el **Proyecto** es acorde a lo estipulado por el **RLFUREC**.

II. 5. Conclusiones

Del análisis desarrollado en el presente capítulo se concluye que el **Proyecto "Parque Eólico La Noria"** es jurídicamente viable y congruente con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y de planeación, lo anterior, de la mano con la regulación sobre el uso del suelo en los ámbitos federal, estatal y municipal.

En el presente apartado fueron analizados aquellos instrumentos regulatorios y de la política ambiental que aseguran un desarrollo sustentable en el país y la entidad. Así, mediante la implementación de lineamientos ambientales, controles y restricciones que estos prevén en la

[9] WRI, This Interactive Chart Shows Changes in the World's Top 10 Emitters, marzo de 2023. Disponible en: https://www.wri.org/insights/interactive-chart-shows-changes-worlds-top-10-emitters

[10] Worl Population Review, Greenhouse Gas Emissions by Country 2025, consultable en: https://worldpopulationreview.com/country-rankings/greenhouse-gas-emissions-by-country

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

realización de las actividades, se establecen las normas y criterios de observancia general y obligatoria para todos los particulares, así como para las dependencias y entidades de la Administración Pública.

En este sentido, fueron analizados y vinculados, los instrumentos que en materia ambiental son aplicables al **Proyecto**, tales como Leyes Federales, los Reglamentos de éstas, los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, las **NOM** y finalmente los Planes y Programas de Desarrollo locales.

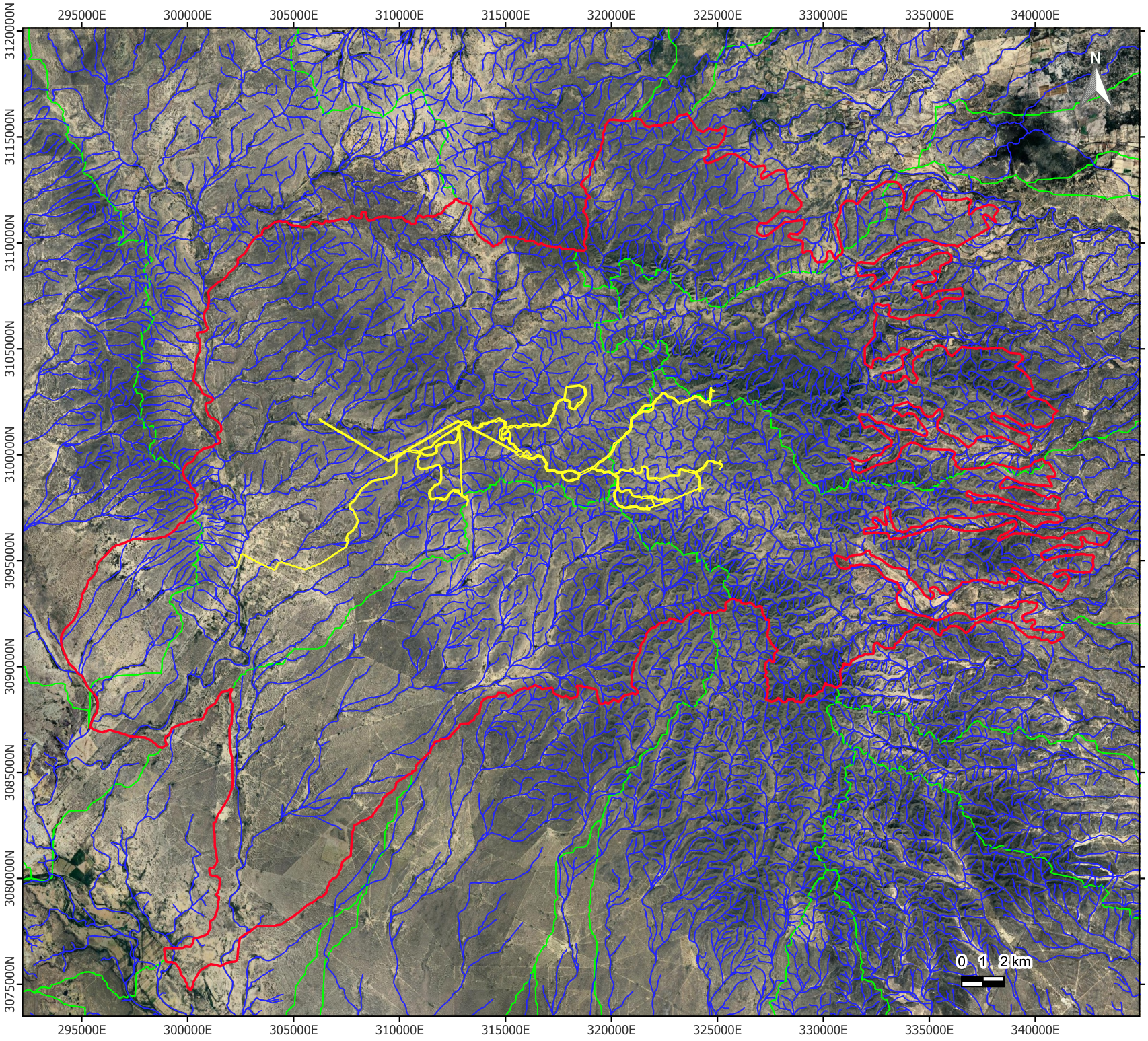
Asimismo, se destaca que el **Proyecto** no incide en localidades con población indígena conforme al catálogo del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.

La congruencia anterior se sustenta, de manera transversal, en el paquete de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración articuladas en los programas cuya implementación y eficacia serán verificadas mediante el Programa de Vigilancia Ambiental durante todas las etapas del **Proyecto.**

Por lo anteriormente expuesto, se concluye que el **Proyecto** no contraviene disposición jurídica alguna en materia ambiental ni de uso del suelo; que su desarrollo es compatible con la política de aprovechamiento sustentable asignada al territorio en el que se insertará; y que, con la implementación de las medidas y programas propuestos, los impactos ambientales que se generen serán prevenidos, mitigados y compensados, contribuyendo el **Proyecto**, adicionalmente, a la confiabilidad, eficiencia y estabilidad del Sistema Eléctrico Nacional y a la transición hacia tecnologías limpias. En consecuencia, se somete la presente **MIA-R** a la evaluación de esa H. Secretaría, solicitando respetuosamente que se otorgue la autorización en materia de impacto ambiental del **Proyecto** en los términos planteados.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]





Región ecológica

Simbología

- RE
- AP
- Hidrología superficial
- Microcuencas

Fuente: FIRCO, INEGI y Promovente
Fecha de elaboración: 14/09/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:240000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE

Tabla III.1. Listado de especies potenciales de flora (*Ambiente: T: terrestre, D: dulceacuícola, S: salobre; **Categoría de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): LC: preocupación menor).

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente*	Forma de crecimiento	Nombre común	CITES	IUCN**	NOM-059	Distribución
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	Hesperaloe funifera funifera	T	Hierba perenne	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asparagales	Asparagaceae	Yucca elata	T	Árbol; Rosetófila	Láatiro (Mayo)	-	LC	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Chloracantha spinosa	D; T	Arbusto; Hierba perenne; SufrÃºtice	Buena mujer	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Conoclinium dissectum	T	-	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Gutierrezia texana	T	Hierba; Subarbusto	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Helenium amphibolum	T	Hierba anual	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Melampodium cinereum hirtellum	T	Hierba anual	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Pluchea odorata	D; S; T	Hierba; Hierba anual; Hierba perenne	Santa maría	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Ratibida columnifera	T	-	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Symphyotrichum subulatum	D; T	Hierba perenne	Escobilla	-	-	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	Tetragonotheca texana	T	-	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Boraginales	Heliotropiaceae	Heliotropium curassavicum	D; T	Hierba perenne; Suculenta	Alacrancillo de playa	-	LC	-	-
Magnoliopsida	Brassicales	Cleomaceae	Polanisia uniglandulosa	T	Arbusto	Hierba del coyote	-	-	-	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	Echinocereus enneacanthus	T	Suculenta	Alicoche	Apéndice II	LC	-	-
Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	Heteranthera dubia	D; T	Hierba perenne	Pasilla	-	-	-	-
Magnoliopsida	Cornales	Loasaceae	Eucnide lobata	T	Arborescente	-	-	-	-	Endémica
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Calliandra eriophylla	T	Arbusto	Brasilillo	-	-	-	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Dalea pogonathera	T	Hierba perenne; Subarbusto	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Sesbania herbacea	D; S; T	Arbusto; Hierba	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	Ruellia malacosperma	T	-	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	Aloysia gratissima	T	Árbol; Arbusto	Agrito	-	-	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	Glandularia delticola	T	Arborescente	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	Lantana macropoda	T	-	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Ditaxis humilis	T	Hierba perenne	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Euphorbia nutans	T	Hierba anual	-	Apéndice II	LC	-	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	Abutilon fruticosum	T	Arborescente; Arbusto	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	Hibiscus martianus	T	Arborescente; Arbusto	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	Sida abutilifolia	T	Hierba anual; Hierba perenne	Haway-xiu (Maya)	-	-	-	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	Ludwigia octovalvis	D; S	Arbusto; Hierba	Calavera	-	LC	-	-
Magnoliopsida	Poales	Cyperaceae	Cyperus odoratus	D; T	Hierba anual; Hierba perenne	Añil	-	LC	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente*	Forma de crecimiento	Nombre común	CITES	IUCN**	NOM-059	Distribución
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	Arundo donax	T	Hierba perenne	Acatl (Náhuatl)	-	LC	-	Exótica-Invasora
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	Hilaria mutica	T	Hierba perenne	-	-	-	-	-
Magnoliopsida	Poales	Poaceae	Zea mays	T	Hierba anual	Maíz amarillo	-	LC	-	-
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	Helietta parvifolia	T	Árbol; Arbusto	Barreta	-	LC	-	-
Pinopsida	Cupressales	Cupressaceae	Taxodium mucronatum	T	Árbol	Ahoehuetl (Náhuatl)	-	LC	-	-

Tabla III.2. Listado de especies potenciales de fauna (*Ambiente: T: terrestre, D: dulceacuícola, S: salobre;**Categoría de residencia: R: residente, MI: migratoria de invierno, MV: migratoria de verano, T: transitoria; ***Categoría de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): LC: preocupación menor).

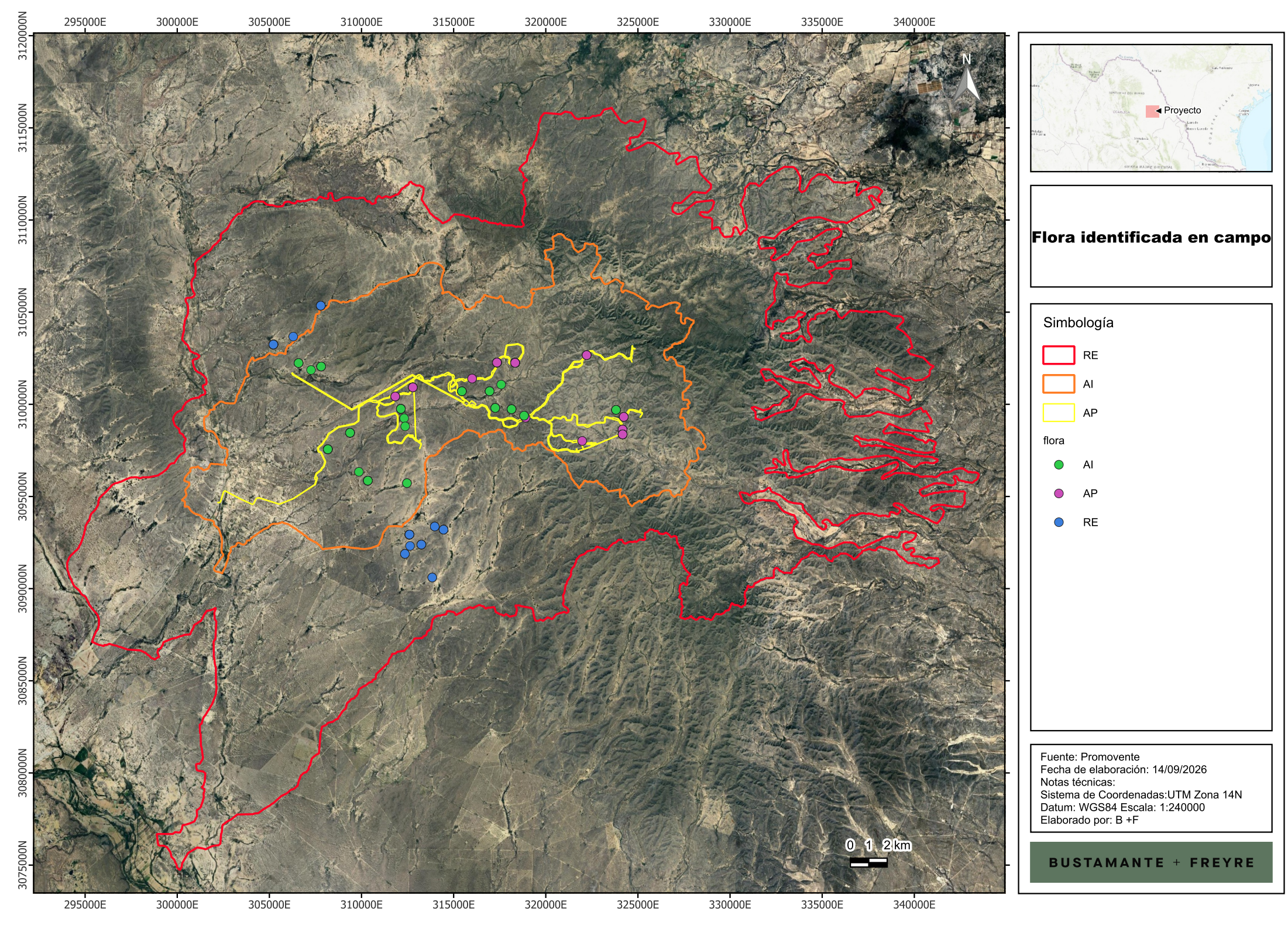
Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente*	Categoría residencia**	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059**	Distribución
Amphibia	Anura	Ranidae	Lithobates berlandieri	D; T	-	Otác (Seri), rana leopardo	-	LC	**Pr**	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Astur cooperii[1]	T	R; MI	Gavilán de Cooper	Apéndice II	LC	**Pr**	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo jamaicensis	T	R; MI	Aguililla cola roja	Apéndice II	LC	-	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Circus hudsonius	T	R; MI	Gavilán rastrero	Apéndice II	LC	-	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Geranoaetus albicaudatus	T	R	Aguililla cola blanca	Apéndice II	LC	**Pr**	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Parabuteo unicinctus	T	R	Aguililla rojinegra	Apéndice II	LC	**Pr**	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	Aix sponsa	D	MI	Pato arcoíris	-	LC	-	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	Dendrocygna autumnalis	D	R	Pijije ala blanca	Apéndice III	LC	-	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	Mareca strepera	D	MI	Pato friso	-	LC	-	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	Spatula clypeata	D	MI	Pato cucharón norteño	-	LC	-	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	Spatula discors	D	MI	Cerceta alas azules	-	LC	-	-
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles acutipennis	T	R; MI; MV	Chotacabras menor	-	LC	-	-
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes aura	T	R	Zopilote aura	-	LC	-	-
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps atratus	T	R	Zopilote común	-	LC	-	-
Aves	Charadriiformes	Laridae	Leucophaeus pipixcan	D; M	T	Gaviota de Franklin	-	LC	-	-
Aves	Charadriiformes	Recurvirostridae	Himantopus mexicanus	D	R; MI	Candelero americano	-	-	-	-
Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	Mycteria americana	D	R; MI	Cigüeña americana	-	LC	**Pr**	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	Columba livia	T	R	Paloma doméstica	-	LC	-	Exótica-Invasora
Aves	Columbiformes	Columbidae	Columbina inca	T	R	Tortolita cola larga	-	LC	-	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	Columbina passerina	T	R	Tortolita pico corto	-	LC	-	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	Zenaida asiatica	T	R; MI	Paloma alas blancas	-	LC	-	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	Zenaida macroura	T	R; MI	Huilota común	-	LC	-	-

[1] Sinonimia: Acciptier cooperii Fuente: https://enciclovida.mx/especies/295128-astur-cooperii

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente*	Categoría residencia**	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059**	Distribución
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	Megaceryle torquata	D	R	Martín pescador de collar	-	LC	-	-
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Coccyzus americanus	T	MV; T	Cuclillo pico amarillo	-	LC	-	-
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Geococcyx californianus	T	R	Correcaminos norteño	-	LC	-	-
Aves	Galliformes	Odontophoridae	Colinus virginianus	T	R	Codorniz cotuí	-	NT	-	-
Aves	Galliformes	Phasianidae	Meleagris gallopavo	T	R	Guajolote norteño	-	LC	-	-
Aves	Gruiformes	Rallidae	Fulica americana	D	R; MI	Gallareta americana	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Cardinalis cardinalis	T	R	Cardenal rojo	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Cardinalis sinuatus	T	R	Cardenal desértico	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Passerina ciris	T	MI; MV	Colorín sietecolores	-	LC	**Pr**	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga flava	T	R	Piranga encinera	-	-	-	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga rubra	T	MI; MV	Piranga roja	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Corvidae	Aphelocoma woodhouseii	T	R	Chara de collar	-	-	-	-
Aves	Passeriformes	Corvidae	Corvus cryptoleucus	T	R; MI	Cuervo llanero	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	Hirundo rustica	T	R; MI; MV; T	Golondrina común	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	Progne subis	T	MV; T	Golondrina azulnegra	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	Agelaius phoeniceus	D; T	R; MI	Tordo sargento	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus bullockii	T	MI; MV	Bolsero calandria	-	LC	-	Semiendémica
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus spurius	T	MI; MV	Bolsero castaño	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	Molothrus ater	T	R; MI	Tordo cabeza café	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	Quiscalus mexicanus	T	R	Zanate mayor	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	Xanthocephalus xanthocephalus	D; T	MI	Tordo cabeza amarilla	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Icteriidae	Icteria virens	T	MI; MV	Buscabreña	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Laniidae	Lanius ludovicianus	T	R; MI	Alcaudón verdugo	-	NT	-	-
Aves	Passeriformes	Mimidae	Mimus polyglottos	T	R; MI	Centzontle norteño	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Paridae	Baeolophus atricristatus	T	R	Carbonero cresta negra	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	Cardellina pusilla	T	MI; T	Chipe corona negra	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	Leiothlypis celata	T	R; MI	Chipe corona naranja	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	Leiothlypis ruficapilla	T	MI; T	Chipe cabeza gris	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga coronata	T	R; MI	Chipe coronado	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremonops rufivirgatus	T	R	Rascador oliváceo	-	LC	-	Cuasiendémica
Aves	Passeriformes	Passerellidae	Chondestes grammacus	T	R; MI	Gorrión arlequín	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	Pooecetes gramineus	T	MI	Gorrión cola blanca	-	LC	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente*	Categoría residencia**	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059**	Distribución
Aves	Passeriformes	Passeridae	Passer domesticus	T	R	Gorrión casero	-	LC	-	Exótica-Invasora
Aves	Passeriformes	Polioptilidae	Polioptila caerulea	T	R; MI	Perlita azulgris	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Remizidae	Auriparus flaviceps	T	R	Baloncillo	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Sturnidae	Sturnus vulgaris	T	R	Estornino pinto	-	LC	-	Exótica-Invasora
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Thryomanes bewickii	T	R	Chivirín cola oscura	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Thryothorus ludovicianus	T	R	Chivirín de Carolina	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Turdidae	Sialia mexicana	T	R; MI	Azulejo garganta azul	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus	T	R; MI	Mosquero cardenal	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Sayornis nigricans	T	R; MI	Papamoscas negro	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Sayornis phoebe	T	MI	Papamoscas fibí	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus couchii	T	R	Tirano cuír	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus forficatus	T	MI; MV; T	Tirano tijereta rosado	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus vociferans	T	R; MI	Tirano chibiú	-	LC	-	Semiendémica
Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo griseus	T	R; MI	Vireo ojos blancos	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo olivaceus	T	T	Vireo ojos rojos	-	LC	-	-
Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo solitarius	T	MI	Vireo anteojillo	-	LC	-	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea alba	D	R; MI	Garza blanca	-	LC	-	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea herodias	D	R; MI	Garza morena	-	LC	-	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta rufescens	D	R; MI	Garceta rojiza	-	NT	**P**	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta thula	D	R; MI	Garceta pie-dorado	-	LC	-	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Nycticorax nycticorax	D	R; MI	Garza nocturna corona negra	-	LC	-	-
Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	Pelecanus erythrorhynchos	D; S	MI	Pelícano blanco	-	LC	-	-
Aves	Piciformes	Picidae	Dryobates scalaris	T	R	Carpintero mexicano	-	LC	-	-
Aves	Piciformes	Picidae	Melanerpes aurifrons	T	R	Carpintero cheje	-	LC	-	-
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	Podilymbus podiceps	D	R; MI	Zambullidor pico grueso	-	LC	-	-
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	Tachybaptus dominicus	D	R	Zambullidor menor	-	LC	**Pr**	-
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	Odocoileus virginianus	T	-	Mazatl (Yuto-nahua)	-	LC	-	-
Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	Dicotyles angulatus	T	-	Pecarí de collar norteño	Apéndice II	LC	-	-
Mammalia	Carnivora	Felidae	Lynx rufus	T	-	Gato montés	Apéndice II	LC	-	-
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	Lepus californicus	T	-	Liebre cola negra	-	LC	-	-
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus audubonii	T	-	Conejo	-	LC	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente*	Categoría residencia**	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059**	Distribución
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	Chaetodipus hispidus	T	-	Ratón de abazones crespo	-	LC	-	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	Drymarchon melanurus	T	-	Arroyera	-	LC	-	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	Masticophis flagellum	T	-	Amarilla, chicotera	-	LC	**A**	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	Rhinocheilus lecontei	T	-	Cofti caacoj (Seri)	-	LC	-	-
Reptilia	Squamata	Eublepharidae	Coleonyx brevis	T	-	Cuija texana, Gecko de bandas	-	LC	**Pr**	-
Reptilia	Squamata	Natricidae	Thamnophis marcianus	T	-	Culebra de agua	-	LC	**A**	-
Reptilia	Squamata	Natricidae	Thamnophis sirtalis	T	-	Culebra de agua	-	LC	**Pr**	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Holbrookia subcaudalis	T	-	Lagartija sorda cola punteada	-	NT	**A**	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Phrynosoma cornutum	T	-	Camaleón	Apéndice II	LC	-	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus olivaceus	T	-	Lagartija escamosa de Texas	-	LC	-	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus variabilis	T	-	Lagartija escamosa panza rosada	-	LC	-	-
Reptilia	Squamata	Scincidae	Scincella lateralis	T	-	Encinela norteña	-	-	**Pr**	-
Reptilia	Squamata	Viperidae	Crotalus atrox	T	-	Cascabel de diamantes	-	LC	**Pr**	-



Flora identificada en campo

Simbología

- RE
- AI
- AP

flora

- AI
- AP
- RE

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 14/09/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:240000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO

“PARQUE EÓLICA LA NORIA”

METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN FLORISTICA

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

PANT3RA INFRASTRUCTURE

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Contenido

I. Metodología para la caracterización y composición Florística. _____ *3*

I.1. Revisión bibliográfica _____ 3

I.2. Muestreo de la vegetación _____ 3

I.3. Definición de la población a muestrear _____ 4

I.4. Tamaño y forma de los sitios de muestreo _____ 4

I.5. Distribución de los sitios de muestreo _____ 5

I.6. Definición de variables _____ 8

I.7. Indicadores de diversidad. _____ 9

I.7.1. Índice de Riqueza de especies (S) _____ 9

I.7.2. Estructura de la vegetación _____ 9

I.8. Análisis que demuestra la representatividad de la muestra (curvas de acumulación) _____ 12

I.8.1. Resultados de las curvas de acumulación de especies (base de datos de flora del Proyecto) _____ 14

I.8.2. Comprobación estadística del error y confiabilidad _____ 18

I.8.3. Intensidad de muestreo _____ 21

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I. Metodología para la caracterización y composición Florística.

El presente apartado tiene como objetivo contextualizar las características de los tipos de vegetación presentes en el área del Proyecto Eólico La Noria. A continuación, se describe el resultado por medio de las observaciones de campo y el levantamiento de información presentes para contar con una aproximación más precisa de la composición florística de los tipos de vegetación específicamente en la zona, diferenciando entre el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE).

I.1. Revisión bibliográfica

Con el objetivo de complementar la información obtenida de la cartografía consultada, y ampliar la información disponible acerca de la diversidad presente en la región, se realizó una revisión bibliográfica de flora con distribución potencial en la zona en la que se ubica el Proyecto, en el estado de Coahuila, para lo cual se consultaron registros de la base de datos de la plataforma del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB) de CONABIO; esta base de datos, actualizada hasta agosto de 2024, está integrada por los resultados de 1,177 proyectos que dieron origen a 994 bases de datos, e incluye información a nivel nacional e internacional, concentrando registros provenientes de colecciones científicas con coordenadas georreferenciadas.

En este sentido, el primer paso consistió en aplicar un filtro para excluir los registros no validados, correspondientes a taxones extintos, sin coordenadas geográficas o sin identificación taxonómica, priorizando los registros más recientes disponibles para el área de estudio. Como resultado de esta depuración se identificaron 35 especies, pertenecientes a 35 géneros, 17 familias y 15 órdenes, mismas que se presentan en el listado de especies potenciales de flora del presente capítulo.

Este listado permitió identificar las especies con potencial presencia en el área de estudio durante el trabajo de campo. No obstante, cabe señalar que dicho listado no garantiza la presencia de todas las especies referidas, representa un panorama de posibilidad biológica basada en registros previos.

I.2. Muestreo de la vegetación

El muestreo de flora se realizó mediante campañas de campo en el Área del Proyecto, el Área de Influencia y la Región Ecológica durante el periodo comprendido entre el 17 de Julio al 12 de agosto de 2026.

El muestreo es una herramienta esencial en los inventarios forestales, ya que, a partir de un fragmento de vegetación representativo, es posible hacer inferencias de una masa forestal, o ecosistema, tanto del estado actual de conservación como volumétrica con alto nivel de confiabilidad.

Se realizó un muestreo dirigido dentro de cada tipo de vegetación identificado, que conlleva a dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos y que,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

de forma conjunta, incluyen el conjunto de la población. El requisito principal para aplicar este método de muestreo es el conocimiento previo de la información que permita subdividir a la población (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

I.3. Definición de la población a muestrear

Se tomó como dato poblacional la superficie de los tipos de vegetación existentes en el área del Proyecto Eólico La Noria conforme a información preliminar del predio y trabajo de campo, por lo que en este apartado se contemplan los tipos de vegetación Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET).

I.4. Tamaño y forma de los sitios de muestreo

Para definir la forma y el tamaño de los sitios se utilizaron como referencia los siguientes documentos, en donde se plantean sitios con formas circulares para el muestreo de bosques, comunidades áridas y semiáridas como es el caso de la zona de estudio.

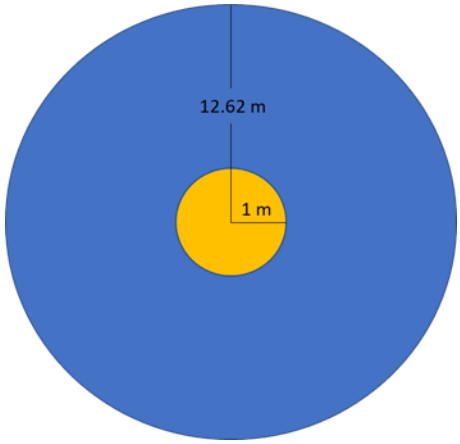
- "Manual y procedimientos para el muestreo de campo" del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (CONAFOR, 2011)
- "Procedimientos de muestreo" del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (CONAFOR, 2017).
- "Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal" (Fredericksen, 2000).

En los primeros 2 documentos, se menciona que la forma de los sitios de muestreo empleados para el muestreo del inventario nacional forestal fue circular para zonas con vegetación de bosques, comunidades áridas, comunidades semiáridas y palmares; siendo el caso del área de estudio al ubicarse en comunidades áridas y semiáridas propias del matorral xerófilo.

Dicha bibliografía señala sitios de 400 m² para muestrear árboles con diámetros mayores a 7.5 cm, 12.56 m² para muestrear renuevos y elementos con diámetro menor a 7.5 cm y de 1 m² para muestrear hierbas; por otro lado, Fredericksen (2000) señala que el tamaño del sitio puede ser ajustado, en este caso, dado que se trata de una zona con vegetación muy dispersa es recomendable aumentar el tamaño del sitio para registrar un mayor número de ejemplares y especies, por lo cual se ajustó a 500 m², como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 1. Forma del sitio y subsitios de muestreo (estrato arbóreo, arbustivo y cactáceas, sitio de 500 m², radio = 12.62 m; estrato herbáceo, subsitio de 3.14 m², radio = 1 m).



En cada sitio se evaluaron 4 estratos de la vegetación existente en los sitios de muestreo: Arbóreo, Arbustivo, Cactáceas y Herbáceo.

- Arbóreo, Arbustivo y Cactáceas: la evaluación de los individuos de estos estratos se registró en sitios circulares de 500 m², con un radio de 12.62 m.
- Herbáceo: para la evaluación de las herbáceas se empleó una subparcela concéntrica circular de radio de 1 m (aproximadamente 3.14 m²), anidada dentro del sitio principal.

En cada sitio de verificación se registraron los valores cualitativos y cuantitativos de los ejemplares de flora para conocer la estructura de la vegetación presente, tales como abundancia por especie, diámetro, cobertura y altura.

Para la definición de los diferentes estratos, se consideró la clasificación por forma de vida, para lo cual se tomaron en cuenta las definiciones del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Los sitios fueron ubicados en campo con la ayuda de un GPS.

I.5. Distribución de los sitios de muestreo

Con la finalidad de obtener una mayor representatividad de la composición florística de cada tipo de vegetación, los sitios de muestreo fueron ubicados en las áreas con el mismo tipo de vegetación presentes en el Área del Proyecto, el Área de Influencia y la Región Ecológica. En este sentido se optó por un muestreo dirigido, el cual consiste en seleccionar las unidades muestrales de la población según el juicio y la opinión del responsable del muestreo. Tiene a favor el enfocarse en las unidades muestrales más representativas con toda seguridad; como desventaja, la muestra no es aleatoria; para compensar esto, el responsable técnico ubicó los sitios en gabinete sobre base cartográfica (imagen satelital),

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

para ubicarlos en campo con la ayuda de un GPS y evaluar las condiciones particulares del sitio.

Es importante mencionar que los sitios de muestreo se realizaron únicamente en las zonas donde era posible el acceso, para salvaguardar la integridad de los técnicos que participaron en el trabajo de campo.

Así mismo, se señala que como primer paso se digitalizaron los usos de suelo y vegetación presentes en el área del Proyecto, para posteriormente ubicar los sitios en cada uno de los tipos de vegetación identificados.

De esta manera se levantó un total de 94 sitios de muestreo, distribuidos de forma estratificada conforme al tipo de vegetación presente en cada zona (AP, AI y RE). El número de sitios por tipo de vegetación y zona se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Número de sitios de muestreo por tipo de vegetación y zona.

Clave	Tipo de vegetación	AP	AI	RE	Total
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	20	20	20	60
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	10	10	10	30
MET	Matorral Espinoso Tamaulipeco	0	0	4	4
	Total	**30**	**30**	**34**	**94**

La ubicación de los sitios de muestreo se presenta en la siguiente tabla, donde se indican las coordenadas geográficas correspondientes a cada sitio, la zona y el tipo de vegetación identificado en campo. Las coordenadas se encuentran proyectadas en el sistema UTM.

Tabla I.2. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora por zona y tipo de vegetación en el Proyecto Eólico La Noria.

Sitio	Zona	Tipo de vegetación	X	Y	Sitio	Zona	Tipo de vegetación	X	Y
1	AP	MDR	312952	3098025	48	RE	MDR	312601	3092932
2	AP	MDR	312022	3097872	49	RE	MDR	312633	3092315
3	AP	MDR	311829	3100425	50	RE	MDR	312952	3091294
4	AP	MDR	312785	3100919	51	RE	MDR	313487	3091385
5	AP	MDR	311448	3099950	52	RE	MDR	313837	3090602
6	AP	MDR	317207	3101842	53	RE	MDR	314418	3091258
7	AP	MDR	316858	3101408	54	RE	MDR	315045	3091453
8	AP	MDR	316001	3101396	55	RE	MDR	314718	3092131
9	AP	MDR	315435	3101351	56	RE	MDR	314451	3093199
10	AP	MDR	317351	3102265	57	RE	MDR	313974	3093367

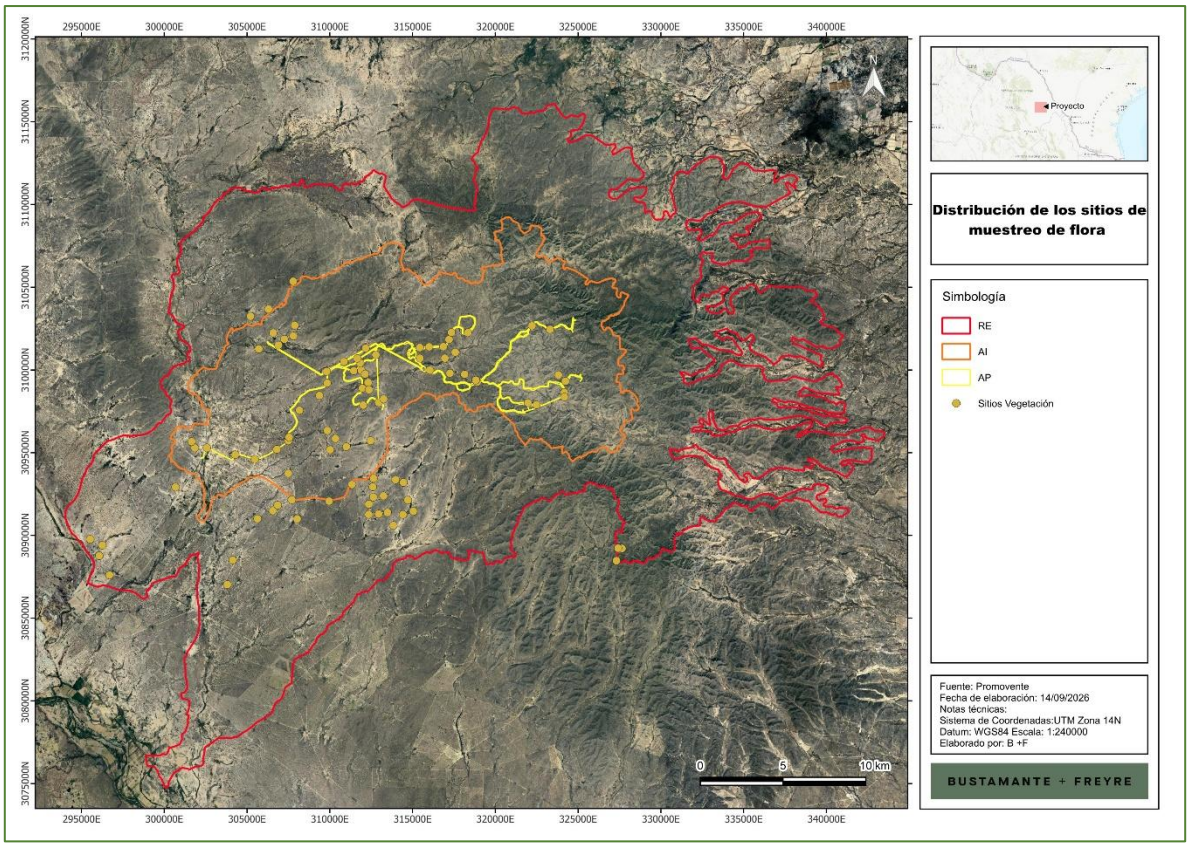
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sitio	Zona	Tipo de vegetación	X	Y	Sitio	Zona	Tipo de vegetación	X	Y
11	AP	MDR	318336	3102250	58	RE	MDR	300678	3092915
12	AP	MDR	318901	3099271	59	RE	MDR	327317	3088470
13	AP	MDR	309843	3099202	60	RE	MDR	327413	3089223
14	AP	MDR	322219	3102667	61	AI	MDR	311905	3099968
15	AP	MDR	323307	3102449	62	AI	MDR	312134	3099751
16	AP	MDR	324233	3099317	63	AI	MDR	311659	3100695
17	AP	MDR	324168	3098630	64	AI	MDR	313252	3098243
18	AP	MDR	324171	3098367	65	AI	MDR	310344	3095856
19	AP	MDR	322479	3097892	66	AI	MDR	312163	3101313
20	AP	MDR	321975	3098011	67	AI	MDR	307809	3102051
21	AP	MDM	307501	3095722	68	AI	MDR	306582	3102238
22	AP	MDM	307546	3095926	69	AI	MDR	307881	3102698
23	AP	MDM	306804	3095206	70	AI	MDR	301847	3095283
24	AP	MDM	305471	3094598	71	AI	MDR	301653	3095664
25	AP	MDM	304285	3094877	72	AI	MDR	309376	3098454
26	AP	MDM	302575	3095292	73	AI	MDR	308172	3097560
27	AP	MDM	310859	3100501	74	AI	MDR	315446	3100706
28	AP	MDM	309814	3099907	75	AI	MDR	316951	3100708
29	AP	MDM	311965	3098893	76	AI	MDR	317579	3101069
30	AP	MDM	316044	3099986	77	AI	MDR	317257	3099803
31	RE	MDM	306558	3091491	78	AI	MDR	318143	3099735
32	RE	MDM	307707	3092152	79	AI	MDR	318822	3099382
33	RE	MDM	308027	3090997	80	AI	MDR	323812	3099698
34	RE	MDM	304136	3088504	81	AI	MDM	312314	3099242
35	RE	MDM	311344	3093073	82	AI	MDM	312369	3098802
36	RE	MDM	312642	3093445	83	AI	MDM	312465	3095721
37	RE	MDM	303814	3087031	84	AI	MDM	311000	3095358
38	RE	MDM	312354	3091266	85	AI	MDM	310023	3095174
39	RE	MDM	306854	3091825	86	AI	MDM	306901	3101496
40	RE	MDM	305634	3091002	87	AI	MDM	307259	3101859
41	RE	MDR	312356	3091883	88	AI	MDM	305709	3101272
42	RE	MDR	313248	3092388	89	AI	MDM	309859	3096336
43	RE	MDR	309963	3092066	90	AI	MDM	307497	3093745
44	RE	MDR	306294	3103673	91	RE	MET	296693	3087597
45	RE	MDR	305216	3103242	92	RE	MET	296071	3088767
46	RE	MDR	307787	3105352	93	RE	MET	296255	3089400
47	RE	MDR	327652	3089210	94	RE	MET	295524	3089768

Asimismo, en las siguientes figuras se muestra la distribución de los sitios de muestreo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura I.2. Sitios de muestreo de Flora.



I.6. Definición de variables

Los datos que se levantaron durante el inventario forestal y florístico fueron los siguientes:

Datos de identificación del sitio (variables clasificatorias):

- Tipo de vegetación
- Número de sitio
- Fecha
- Ubicación geográfica

Información ecológica (variables clasificatorias):

- Nombre común
- Nombre científico
- Forma biológica

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Información dasométrica de los estratos arbóreo, arbustivo y de cactáceas (variables cuantitativas):

- Número progresivo del individuo hallado en el sitio
- Diámetro normal (cm) o diámetro basal
- Diámetro de copa (DC)
- Altura total (m).

Información dasométrica del estrato herbáceo (variables cuantitativas):

- Número progresivo del individuo hallado en el sitio de muestreo
- Cantidad de individuos en el sitio de muestreo
- Cobertura del estrato dentro del sitio de muestreo en porcentaje

I.7. Indicadores de diversidad.

I.7.1. Índice de Riqueza de especies (S)

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

(S) es el número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad.

Indicadores de estructura.

I.7.2. Estructura de la vegetación

Para el análisis de la estructura de la vegetación de los puntos de muestreo se calcularon los tres atributos más importantes de cualquier comunidad vegetal: dominancia, abundancia y frecuencia, tanto absolutas como relativas. Con dichos resultados se obtuvo el valor de importancia para cada especie (IVI). Estos valores se obtuvieron mediante el método sugerido por Matteucci y Colma (1982) y Mueller-Dombois y Ellenberg, (1974), es un indicador de la importancia fitosociológica y estructural de una especie, dentro de una comunidad. Puede ser aplicado para clasificar u ordenar comunidades vegetales. Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso.

Este índice fue desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = Dominancia\ relativa + Abundancia\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

Donde:

Dominancia: es la proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

$$Dominancia = \frac{AB\ de\ la\ especie\ n}{Sumatoria\ del\ AB\ de\ todas\ las\ especies}$$

Se calcula por medio del área basal (AB), que es el diámetro del tronco a 1.30 m de altura. Se mide el tronco principal del árbol y cada rama igual o mayor a 5 centímetros de diámetro y se suman todas ellas para calcular el valor del individuo en la unidad de muestreo.

$$Área\ basal\ (AB) = \frac{\pi}{4} DN^2$$

Abundancia: es el número de individuos expresado por unidad de área o volumen. La abundancia relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la abundancia total de todas las especies.

$$Abundancia = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ especie\ n}{Área\ muestreada}$$

Frecuencia: es el número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

$$Frecuencia = \frac{Número\ de\ ocurrencia\ de\ la\ especie\ n}{Número\ total\ de\ sitios\ muestreados}$$

Los resultados de cada atributo se multiplican por 100 para relativizarlos y después se suman. La suma de los 3 atributos siempre será 300.

$$Frecuencia\ relativa = Frecuencia\ absoluta\ x\ 100$$

$$Dominancia\ relativa = Dominancia\ absoluta\ x\ 100$$

$$Abundancia\ relativa = Abundancia\ absoluta\ x\ 100$$

$$IVI = Dominancia\ relativa + Abundancia\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

Indicadores de diversidad.

Es la relación que existe entre el número de especies y de individuos de una comunidad. Los índices de diversidad incorporan, en un solo valor, a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad, es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad).

Índice de Shannon-Wiener (H')

Este índice se representa como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos y

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5 o más.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}(Pi)(LnPi)$$

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies).

Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni/N.

Índice de Equidad de Pielou

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella et al., 2012). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{Ln(S)}$$

Donde:

J= Equidad de Pielou.

H = Índice de diversidad de Shannon.

Ln (S)= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

En resumen, el Índice de equidad de Pielou es el resultante de la división entre el índice de Shannon-Wiener sobre el logaritmo natural (Ln) de la riqueza (S).

En el estrato herbáceo los datos que se tomaron en campo fueron cobertura (%), altura media (m) y el número de individuos, todos estos datos por especie por sitio, por tanto, para la dominancia absoluta y dominancia relativa al no contar con el diámetro y área basal como en los otros estratos, en este caso se tomó la cobertura para caracterizar la estructura horizontal del estrato herbáceo (cobertura absoluta y cobertura relativa).

Daubenmire sugiere los principales parámetros utilizados como descriptores fitosociológicos de la vegetación, los mismos que podrían ser utilizados para caracterizar la estructura horizontal de la vegetación, estos datos se indican en la siguiente tabla y son arreglados en valores crudos o absolutos y valores relativos, en relación a si representan los datos de una especie respecto de un área, o la relación entre esa especie respecto del total de especies, respectivamente.

Tabla I.3. Descriptores fitosociológicos utilizados para caracterización de la estructura de la vegetación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Parámetro	Valores crudos	Valores relativos	Fundamento
Densidad	No. de especies	Densidad relativa (DR)	Relación entre el número de especies
Cobertura	Cobertura absoluta	Cobertura relativa (CR)	Porcentaje de espacio que ocupa la especie en un área determinada
Frecuencia	Frecuencia absoluta (frecuencia de constancia)	Frecuencia relativa (FR)	Número de veces que se repite una especie en un área determinada
Dominancia	Área basal	Dominancia relativa (DoR)	Relación del área basal
Valor de importancia relativa			Relación entre DR+FR+DoR o CR

Fuente: Adaptado de Daubenmire (1968) y Mueller–Dombois & Ellemberg (1974); y Schneider & Irgang (2005).

Para este caso, se realizó utilizando la técnica de Descriptores Fitosociológicos, los cuales permitieron la obtención de datos relacionados a estructura y composición florística de la vegetación, adaptado de Daubenmire (1968) y Mueller–Dombois & Ellemberg (1974); y Schneider & Irgang (2005).

Para el estrato herbáceo se tomó como indicador o Descriptor Fitosociológico la cobertura (%):

Cobertura Absoluta y Cobertura Relativa en el estrato herbáceo

La Cobertura Absoluta (%) representa el porcentaje que cada especie del estrato herbáceo ocupó dentro de la muestra. La Cobertura Relativa: CR (%) fue calculada relacionando la Cobertura Absoluta de cada especie del estrato herbáceo, entre la sumatoria de coberturas absolutas de todas las especies del estrato herbáceo encontradas por 100, mediante la siguiente fórmula:

$$CR = (CA/ \sum CA \text{ de todas las especies}) * 100$$

Donde: CA: Cobertura Absoluta (%)

I.8. Análisis que demuestra la representatividad de la muestra (curvas de acumulación)

Para evaluar la eficiencia del muestreo, así como estimar la riqueza de especies presentes en el área del Proyecto Eólico La Noria fue efectuada una función exponencial de acumulación de especies con el programa EstimateS ver. 9.1.0 (Colwell, 2016). Esta función utiliza varios estimadores no paramétricos; dos se basaron en la Abundancia (ACE y Chao 1) y cinco se basan en Ausencia-Presencia (ICE, Jack 1, Jack 2, Bootstrap y Chao 2). Para el caso del presente estudio, únicamente se utilizaron los estimadores Chao 1 y Bootstrap, los cuales se describen a continuación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Chao 1

Se ha llamado Chao1 al estimador de Chao basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera.

$$Sest = S_{obs} + \frac{F2}{2G}$$

Donde:

S es el número de clases (en este caso, número de especies) que deseamos conocer, S obs es el número de especies observado en una muestra, F es el número de singletons y G es el número de doubletons.

En EstimateS se ha integrado además una fórmula corregida para este modelo, la cual se aplica cuando el número de doubletons es cero:

$$S_{est} = S_{obs} + \left[\left(\frac{F2}{2G+1}\right) - \left(\frac{FG}{2(G+1)}\right)^2\right]$$

Bootstrap

La principal utilidad del empleo del Bootstrap es reducir el sesgo dentro de análisis o, en otras palabras, aproximar la varianza gracias a la realización de remuestreos aleatorios de la muestra inicial y no de la población. De este modo, se hace más sencillo la construcción de modelos estadísticos mediante la creación de intervalos de confianza y contrastes de hipótesis.

Aunque pueda parecer una práctica muy compleja a priori, el procedimiento en que se basa el bootstrapping es simplemente la creación de un gran número de muestras reposicionando los datos tomando como referencia una muestra poblacional inicial.

Un aspecto considerado positivo del remuestreo mediante Bootstrap es que ha simplificado los métodos estadísticos, en el sentido de que ha sustituido la construcción de modelos matemáticos clásicos y de gran complejidad por el cálculo mediante software específicos, lo que ha mejorado su aplicabilidad o acceso a otros campos o estudios.

Siguiendo esa línea, se considera habitualmente que este mecanismo es mucho más abierto o accesible en comparación con los modelos y supuestos clásicos, lo que le convierte en una herramienta útil para gran número de problemas matemáticos.

Esquema de Bootstrap:

- Supongamos que se observa una muestra aleatoria simple x1,x2,xn que se denota como el vector x en el que se calcula un estadístico dado s(x)
- Por ejemplo, x es un grupo de datos observados y s(x) es la mediana muestral.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Para hacer Bootstrap, se define una muestra Bootstrap x∗=(x∗1,x∗2,…,x∗n) que se obtiene muestreando n veces con reemplazamiento entre los datos originales x1,x2,xn
- Por ejemplo si n=7 una posible muestra Bootstrap podría ser x∗=(x5,x4,x7,x2,x4,x1,x5)

Algoritmo del Bootstrap:

- El algoritmo empieza generando un número elevado de muestras Bootstrap x∗1,x∗2,…,x∗B cada una de tamaño n
- Los valores típicos de B para calcular los errores estándar suelen estar en un rango entre 500 y 1000.
- Para cada muestra Bootstrap b=1, 2,…,B se calcula el estadístico s(x∗b)

Por ejemplo, si el estadístico s es la mediana, se calcula la mediana para cada muestra Bootstrap.

El estimador Bootstrap del error estándar es la desviación estándar de las B muestras Bootstrap.

$$\widehat{se}_{Boot} = \sqrt{\frac{1}{B-1}\sum_{b=1}^{B}(s(\mathbf{x}^{*b}) - s(\cdot))^2}$$

$$s(\cdot) = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B} s(\mathbf{x}^{*b})$$

I.8.1. Resultados de las curvas de acumulación de especies (base de datos de flora del Proyecto)

A partir de la base de datos de resultados de flora del proyecto Parque Eólico La Noria, se generaron las curvas de acumulación de especies para cada tipo de vegetación muestreado, de forma independiente para el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE). Las curvas se construyeron mediante rarefacción basada en muestras con intervalos de confianza del 95%, y se contrastó la riqueza estimada (S est) contra el estimador de riqueza Chao 1, calculando el porcentaje de completitud del muestreo como el cociente S(est)/Chao 1.

Se obtuvieron curvas para los tipos de vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR, 20 sitios por zona) y Matorral Desértico Microfilo (MDM, 10 sitios por zona). El Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) no se incluyó en este análisis, al contar únicamente con 4 sitios de muestreo, todos ubicados en la Región Ecológica (RE), lo cual resulta insuficiente para construir una curva de acumulación estadísticamente robusta, además de que la finalidad de dichos sitios fue únicamente con fines descriptivos de las condiciones de la RE.

Tabla I.4. Intervalos de confianza.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tipo de vegetación	Zona	n (sitios)	S(est)	Chao 1 (IC95%)	Completitud (%)
Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)	AP	20	53	53.00 (53.00-55.24)	100.0
Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)	AI	20	69	70.50 (69.18-81.47)	97.9
Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)	RE	20	66	69.50 (66.65-84.89)	95.0
Matorral Desértico Microfilo (MDM)	AP	10	42	46.50 (42.81-66.85)	90.3
Matorral Desértico Microfilo (MDM)	AI	10	55	57.14 (55.34-68.38)	96.3
Matorral Desértico Microfilo (MDM)	RE	10	55	56.79 (55.27-66.67)	96.8

Los resultados muestran una completitud de muestreo alta para ambos tipos de vegetación en las tres zonas evaluadas (90.3-100%), lo que indica que el esfuerzo de muestreo aplicado fue adecuado para describir de manera confiable la riqueza florística del área de estudio. El Matorral Desértico Rosetófilo alcanzó la mayor completitud en el Área del Proyecto (100%), mientras que el Matorral Desértico Microfilo presentó su valor más bajo también en el Área del Proyecto (90.3%), lo que sugiere un margen ligeramente mayor para el registro de especies adicionales de este tipo de vegetación en dicha zona si se incrementara el esfuerzo de muestreo.

A continuación, se presentan las gráficas de las curvas de acumulación de especies por tipo de vegetación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 3. Curva de acumulación de especies de MDR en el AP.

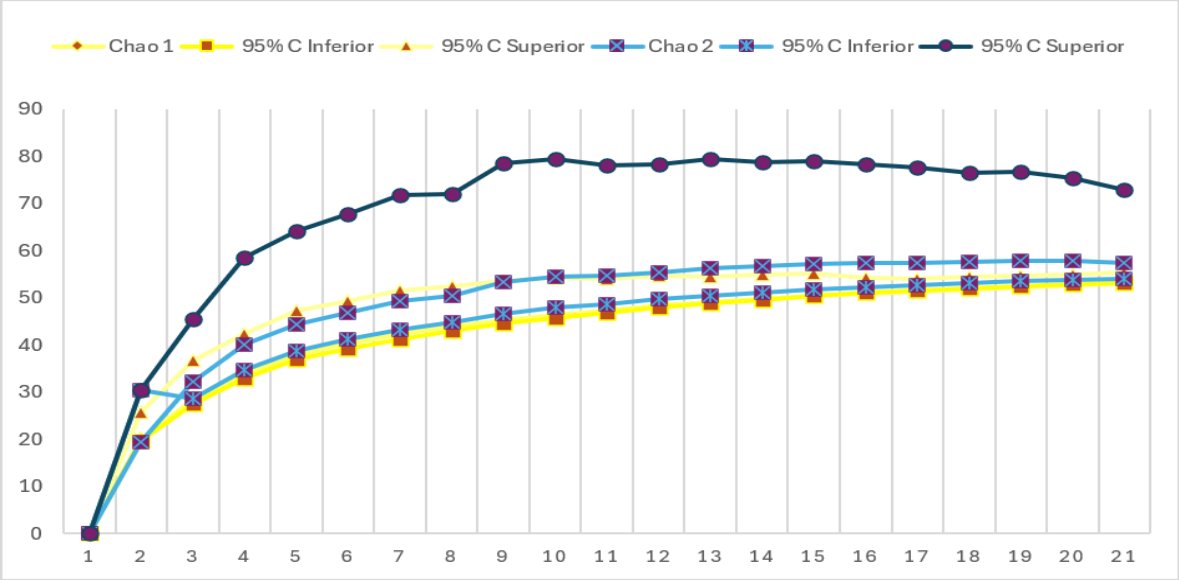
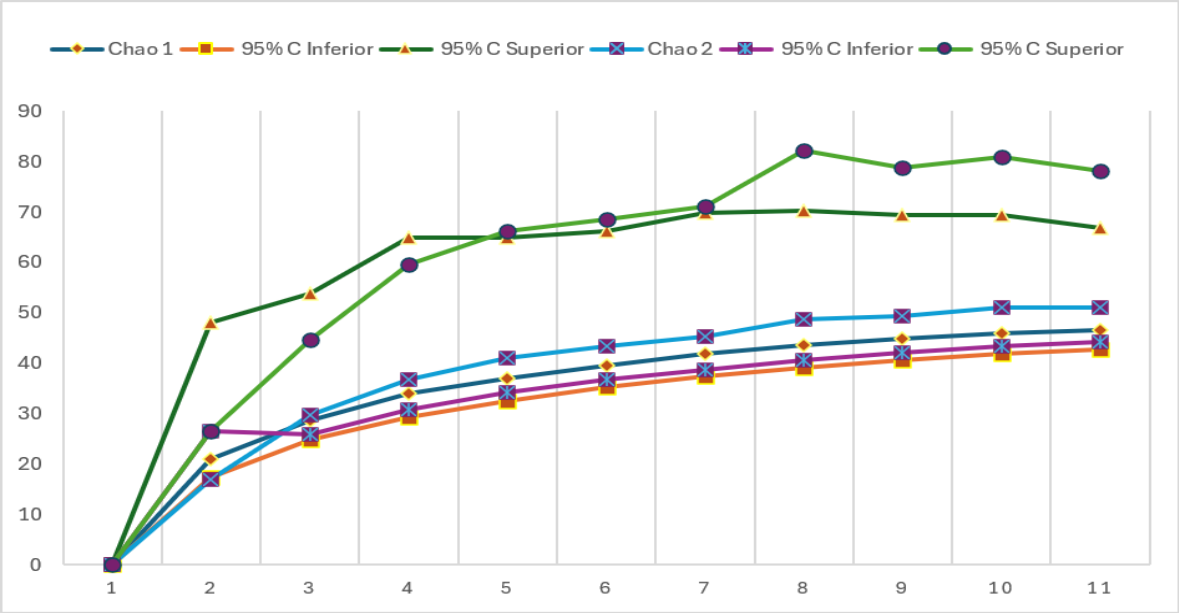


Figura 4. Curva de acumulación de especies de MDM en el AP.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 5. Curva de acumulación de especies de MDR en el AI.

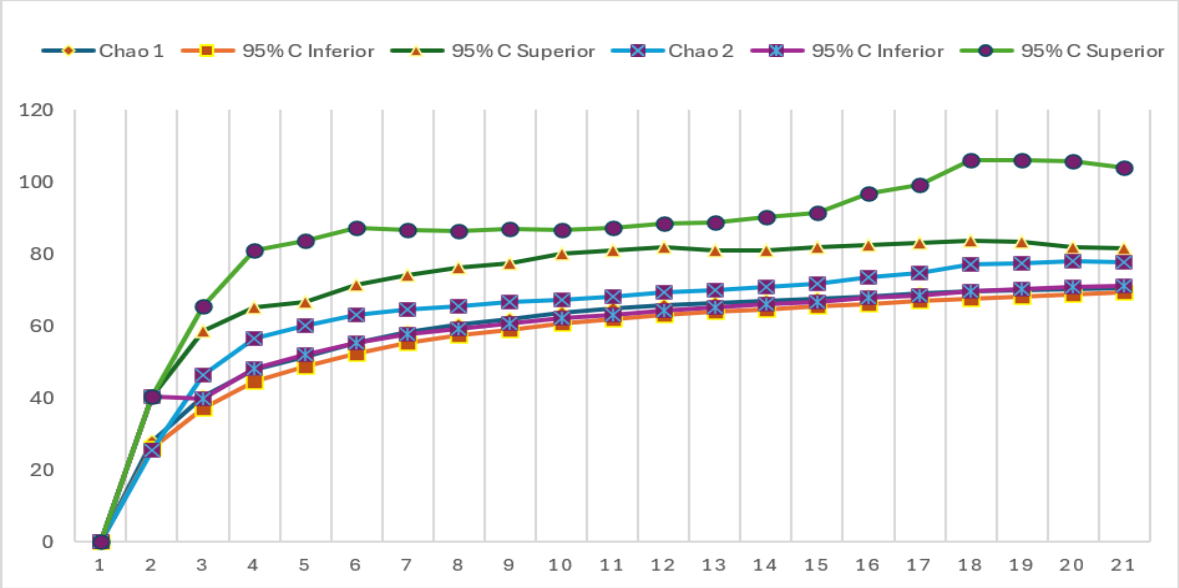
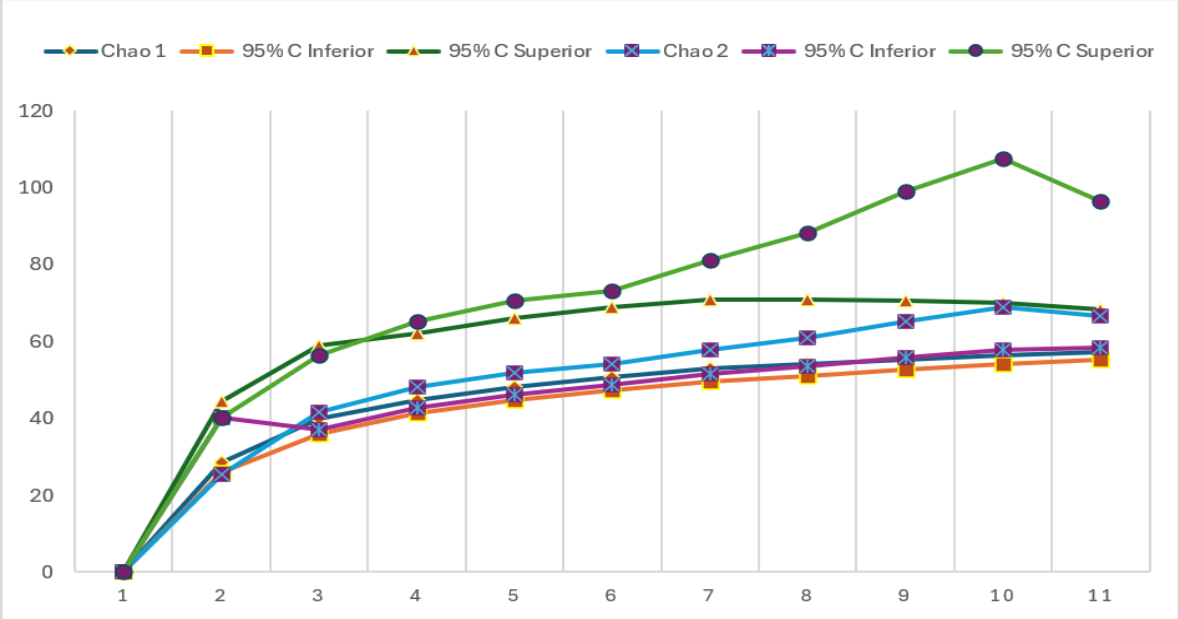


Figura 6. Curva de acumulación de especies de MDM en el AI.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Figura 7. Curva de acumulación de especies de MDR en la RE.

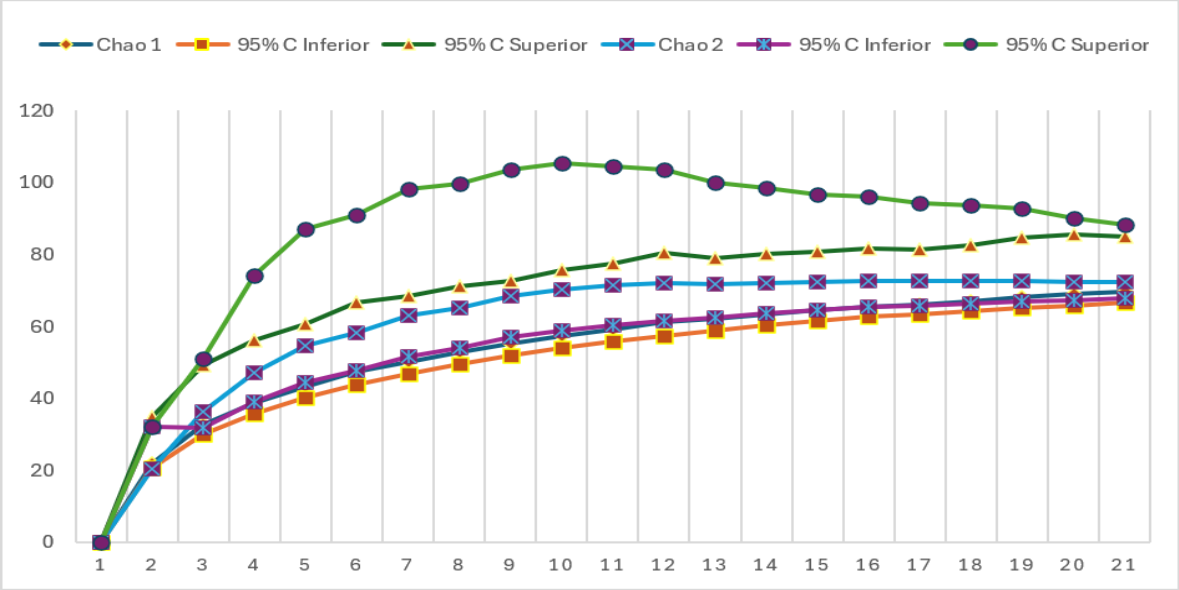
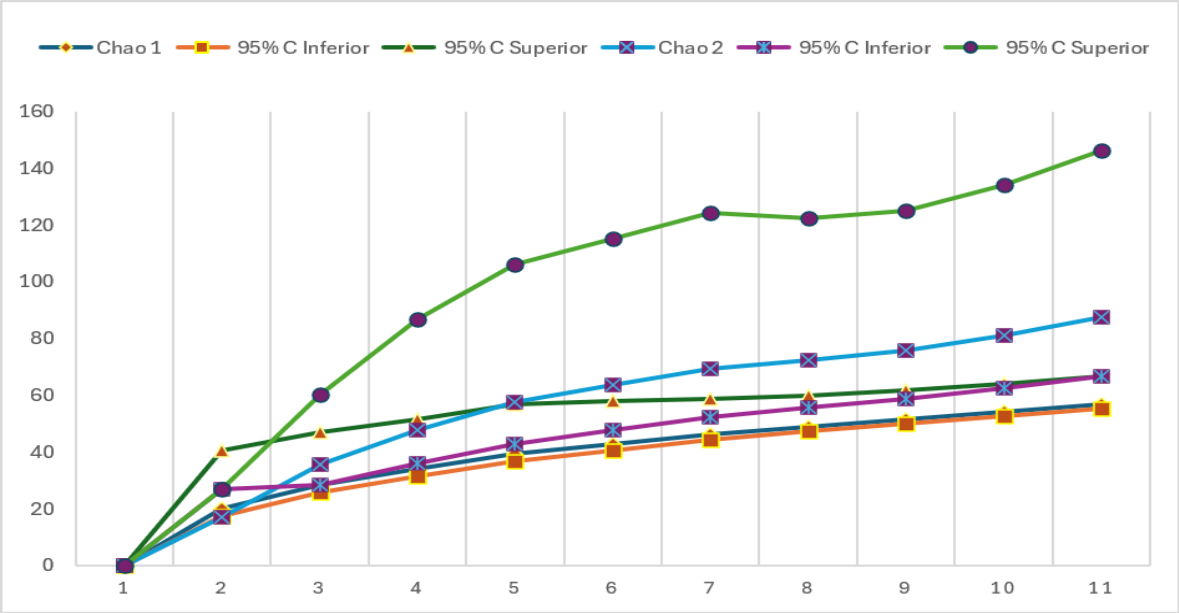


Figura 8. Curva de acumulación de especies de MDM en la RE.



I.8.2. Comprobación estadística del error y confiabilidad

Es posible comprobar que la muestra levantada en determinada población es confiable obteniendo los parámetros estadísticos con un error de muestreo máximo deseado del 10%,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

para ello implementamos la fórmula de Mostacedo y Fredericksen (2000[1]), este modelo es útil para determinar el número de unidades muestreales:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{(E\%)^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro.

t = valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, en este caso se usó t = 0.1. El valor de "t", en este caso, tendrá n-1 grados de libertad y 90% de probabilidad y dos colas ($t_{0.10,n-1}$).

n = número de unidades muestrales.

N = total, de unidades muestrales en toda la población.

CV = coeficiente de variación.

Para obtener el coeficiente de variación, el primer paso es calcular el promedio o media aritmética, mediante la siguiente formula:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:

$\bar{X}$ **=** Promedio o media aritmética

s = Desviación estándar, la cual se calcula mediante la siguiente ecuación

$$s = \sqrt{\sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n} \Big/ n-1}$$

Dónde

V^2 = Sumatoria de cuadrados.

[1] Mostacedo y Fredericksen (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Disponible en http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf. Fecha de consulta: 18 de abril de 2024.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De acuerdo con las ecuaciones anteriores, se obtuvieron los siguientes valores de error de muestreo por tipo de vegetación:

Con base en los registros de riqueza de especies (S) obtenidos en cada sitio de muestreo, se calcularon los parámetros estadísticos descritos anteriormente (media, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y error estándar) de forma independiente para cada tipo de vegetación identificado en el Proyecto Eólico La Noria –Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET)–, diferenciando las tres zonas de análisis: Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE). Se dispuso de la superficie del tipo de vegetación correspondiente, lo que permitió calcular el tamaño de la población (N), la intensidad de muestreo y el tamaño de muestra necesario (n) para alcanzar el error máximo deseado del 10%.

Para el Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), tipo de vegetación con mayor extensión dentro del área de estudio, se levantaron 20 sitios de muestreo por zona. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla.

Tabla I.5. Resultados del error de muestreo para el Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).

Zona	n (sitios)	Media ($\bar{x}$)	Desviación estándar (S)	CV (%)	Error estándar (SE)	Superficie del tipo de vegetación (ha)	N (tamaño de la población)	Intensidad de muestreo (%)	E (%) obtenido
AP	20	19.15	3.75	19.56%	0.84	342.20	6,844	0.2922%	7.57%
AI	20	25.65	9.53	37.16%	2.13	20,939.48	418,790	0.0048%	14.38%
RE	20	20.55	4.01	19.50%	0.90	67,793.14	1,355,863	0.0015%	7.54%

En la zona de AP se obtuvo un error de muestreo de 7.57%, y en la RE de 7.54%, ambos inferiores al error máximo deseado del 10%, por lo que el tamaño de muestra levantado (20 sitios, equivalentes a una intensidad de muestreo de 0.2922% en AP y 0.0015% en RE se considera estadísticamente suficiente para caracterizar la riqueza de especies de este tipo de vegetación en dichas zonas. En la zona de AI el error obtenido fue de 14.38%, superior al 10% deseado, resultado asociado a una mayor variabilidad en la riqueza de especies entre sitios (CV = 37.16%, frente a 19.56% en AP y 19.50% en RE). Para esta zona se dispuso de una superficie de 20,939.48 ha del tipo de vegetación MDR, equivalente a una población de 418,790 unidades muestrales y una intensidad de muestreo de 0.0048%; considerando el error máximo deseado del 10%, el tamaño de muestra necesario habría sido de 41 sitios, sin embargo, se valor la relación costo – beneficio y se decide no incrementar la muestra, debido a que la muestra de AP y RE resultaron representativas.

Para el Matorral Desértico Micrófilo (MDM) se levantaron 10 sitios de muestreo por zona. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla I.6. Resultados del error de muestreo para el Matorral Desértico Micrófilo (MDM).

Zona	n (sitios)	Media ($\bar{x}$)	Desviación estándar (S)	CV (%)	Error estándar (SE)	Superficie del tipo de vegetación (ha)	N (tamaño de la población)	Intensidad de muestreo (%)	E (%) obtenido
AP	10	17.40	3.34	19.20%	1.06	54.40	1,088	0.9191%	11.11%
AI	10	24.40	7.76	31.82%	2.45	5,525.79	110,516	0.0090%	18.41%
RE	10	17.10	3.84	22.47%	1.22	24,257.28	485,146	0.0021%	13%

Los errores de muestreo obtenidos para el MDM fueron de 11.11% en AP, 18.41% en AI y 13% en RE, los valores del AP y RE aproximados al error máximo deseado del 10%, mientras que en el AI resultó mayor, lo que refleja una mayor heterogeneidad florística registrada en este tipo de vegetación (coeficientes de variación de entre 19.20%, 31.82% y 22.47%) en relación con el número de sitios levantados. No obstante lo anterior, cabe reiterar que estos valores son complementarios, dado que previamente se demostró la representatividad de la muestra mediante las curvas de acumulación de especies.

Para el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), tipo de vegetación con menor representación superficial (793.02 ha en la Región Ecológica) y en el cual, debido a su limitada distribución y accesibilidad, únicamente fue posible ubicar 4 sitios de muestreo –todos dentro de la RE, dado que no se registró este tipo de vegetación dentro de las zonas de AP ni de AI no se estimaron los valores estadísticos, puesto que no se buscó obtener una muestra representativa, sino únicamente se levantaron estos sitios con fines descriptivos de las condiciones de la RE.

En términos generales, el error de muestreo se ubicó por debajo del 10% deseado para vegetación de MDR, la cual es dominante en el AP, mientras que para MDM el error se ubicó superó ligeramente el porcentaje deseado, comportamiento asociado a la heterogeneidad natural de la composición florística de los matorrales xerófilos de la región. No obstante, dado que los coeficientes de variación obtenidos son consistentes con los reportados en estudios de vegetación de composición similar, y que la representatividad de las muestras se corrobora de manera independiente mediante el análisis de curvas de acumulación de especies que se presenta en el siguiente apartado, se considera que la información de campo levantada es estadísticamente válida y suficiente para sustentar la caracterización cualitativa y cuantitativa de la vegetación en el área de estudio.

I.8.3. Intensidad de muestreo

La intensidad del muestreo es el porcentaje del área muestreada, resulta de la combinación del tamaño de las parcelas y la densidad del muestreo. La intensidad de muestreo se estimó mediante la siguiente ecuación:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IM%=(n/N)*100

Dónde:

IM%= intensidad de muestreo (%)

n= área total de los sitios de muestreo levantados (ha)

N= total de área de estudio (ha)

Un paso previo al procesado de datos será comprobar el error de muestreo, si el error de muestreo es inferior al máximo permisible el muestreo es validado.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO
“PARQUE EÓLICO LA NORIA”

METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.



2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Índice

I. Metodología para la caracterización de la fauna 3
I.1. Trabajo de campo 3
I.1.1. Anfibios, mamíferos terrestres y reptiles (transectos) 3
I.1.2. Aves 5
I.1.3. Mamíferos terrestres 6
I.1.4. Murciélagos 8
I.2. Monitoreo estacional de aves, quirópteros y mariposa monarca (UANL) 10
I.2.1. Aves (monitoreo estacional) 10
I.2.2. Mariposa monarca (Danaus plexippus) 11
I.2.3. Quirópteros (monitoreo estacional) 11
I.2.4. Análisis de datos del monitoreo estacional 12
I.3. Revisión bibliográfica 12
I.4. Análisis de datos (diversidad) 13
I.5. Análisis que demuestra la representatividad de la muestra 14
I.5.1. Resultados de las curvas de acumulación de especies (base de datos de fauna del Proyecto) 16

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I. Metodología para la caracterización de la fauna

I.1. Trabajo de campo

El trabajo de campo se llevó a cabo mediante el establecimiento de transectos, puntos de observación y sitios fijos de detección, en los que se realizó observación directa e indirecta, diferenciando entre el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE).

- Coordenadas XY del sitio donde se observó el individuo,
- Información taxonómica como: Clase, Orden, Familia, Género, Especie, Nombre común, estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la UICN,
- Número de individuos registrados
- Forma en que estos fueron registrados, de manera directa o indirecta.

Con la información anterior se conformó la base de datos de fauna del Proyecto Eólico La Noria.

En cada uno de los sitios se aplicó la metodología para buscar, registrar e identificar anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Así mismo, en cada punto de conteo y transecto, se ratificó el tipo de vegetación y su ubicación, para lo cual se utilizó un GPS que permitió capturar las coordenadas en UTM. Se consideraron las características del predio y área del Proyecto, los tipos de vegetación y usos de suelo, buscando en todo momento la representatividad de los ecosistemas existentes y que los resultados obtenidos fuesen representativos.

Ahora bien, para cada uno de los grupos taxonómicos se utilizó un método específico, considerando la biología y etología de cada grupo, a continuación, se describe cada una de ellas.

I.1.1. Anfibios, mamíferos terrestres y reptiles (transectos)

El muestreo se realizó mediante 45 transectos distribuidos en las tres zonas de estudio (15 en AP, 15 en AI y 15 en RE), en los que se realizó la captura directa y el registro indirecto (huellas, excretas, madrigueras y otros rastros) de ejemplares, recorriendo los transectos. Para el caso de especies con actividad diurna, la búsqueda se llevó a cabo en las horas de mayor actividad, removiendo piedras, troncos de árboles caídos, revisando todos aquellos sitios que pudieran fungir como refugios de ejemplares; para especies con actividad nocturna (anfibios), la colecta se realizó durante las horas de mayor actividad nocturna (Vite-Silva, et al., 2010).

El manejo de los organismos hallados en campo fue de forma manual para anfibios, lagartijas y serpientes no venenosas, ya que se sostienen de la cabeza y miembros anteriores para no dañar al organismo y poder realizar la identificación; para serpientes

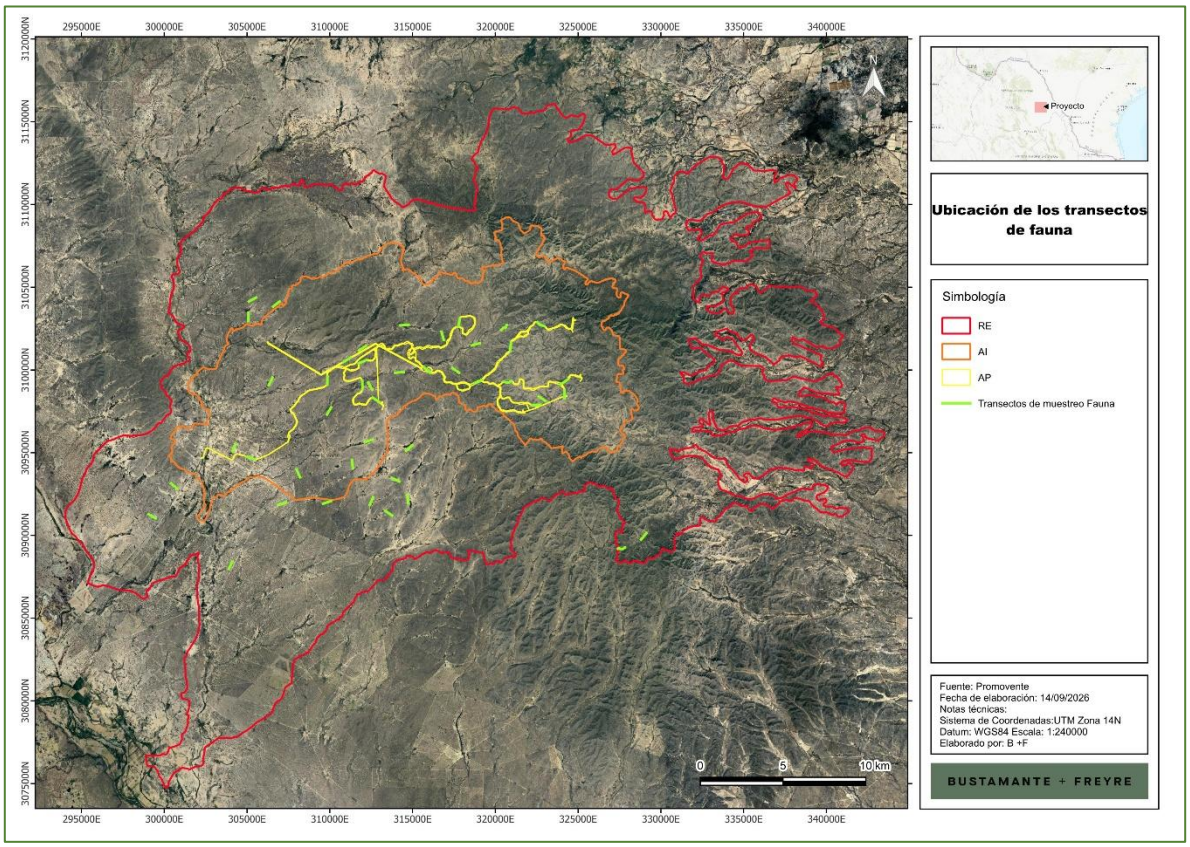
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

venenosas se utilizó un gancho herpetológico inmovilizando la cabeza para su manipulación segura (Casas-Andreu, et al., 1991).

Los ejemplares capturados fueron identificados in situ y se registraron sus datos morfométricos en un formato de campo, junto con los datos de fecha, hora, número de captura, nombre de la especie, tipo de vegetación y de microhábitat donde fue encontrado el individuo, así como la actividad que realizaba en el momento de ser capturados. Antes de ser liberados los individuos y después de su identificación, se registraron las coordenadas de ubicación con un GPS y el individuo fue fotografiado, con la finalidad de poder elaborar un archivo fotográfico de las especies.

Para la identificación de las especies se utilizó la “Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México” (Flores, et al., 1995), los organismos se identificaron a nivel de especie, para posteriormente ser liberados en el mismo sitio donde se les capturó.

Figura 1. Ubicación de los transectos



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.1.2. Aves

El muestreo se realizó mediante 90 puntos de observación distribuidos en las tres zonas de estudio (30 en AP, 30 en AI y 30 en RE). Se realizó un levantamiento fotográfico de las especies de aves diurnas avistadas. Para obtener la información de la valoración de riqueza, abundancia y diversidad se empleó el método de censo en puntos de radio fijo (Hutto, et al., 1986). Este método fue escogido ya que presenta resolución fina para cuantificar la abundancia y diversidad de aves tanto residentes como migratorias. También permite realizar comparaciones entre diferentes hábitats y correlacionar los resultados de la diversidad (Moore, et al., 2005). Además, este método tiene el mayor espectro de observación de aves, tanto en el plano vertical como horizontal (Ugalde-Lezama, et al., 2009).

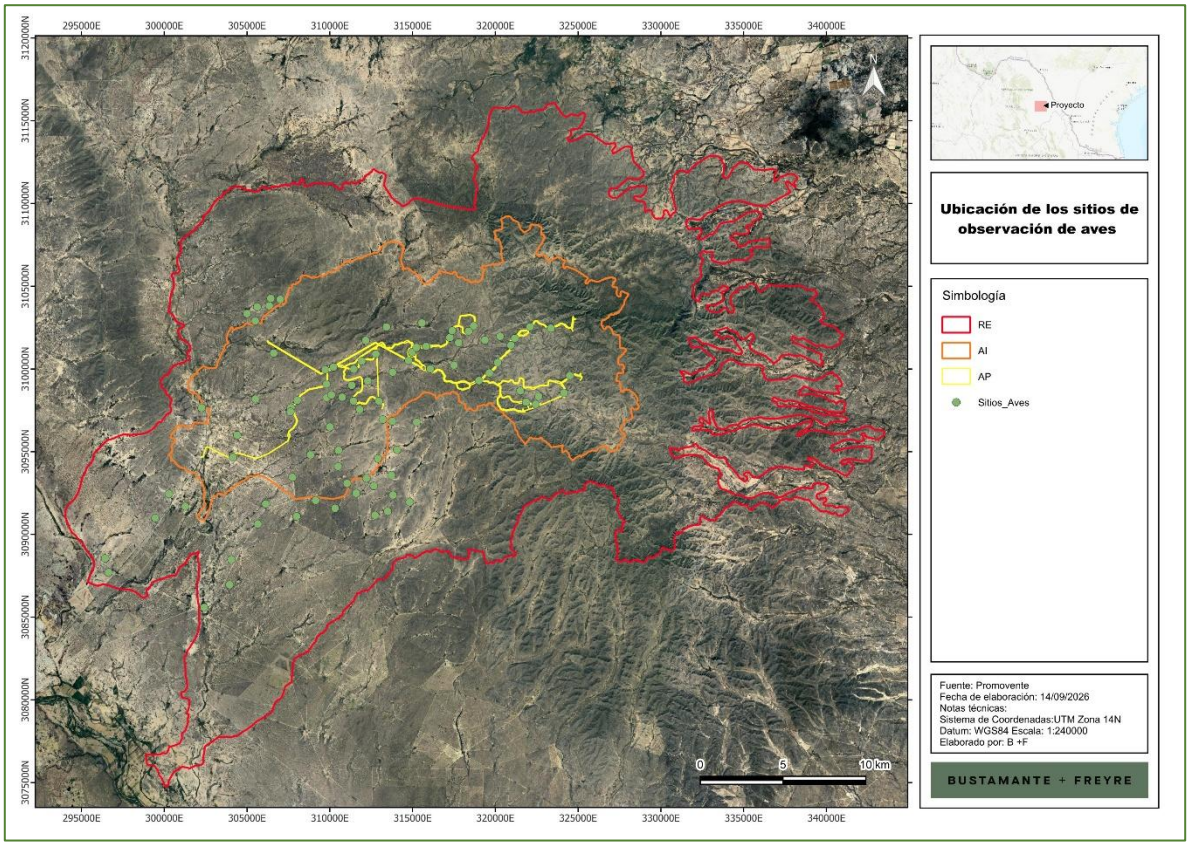
El método consistió en visitar los puntos en las horas de mayor actividad de las aves y realizar observaciones en dirección a cada punto cardinal por cinco minutos, con un tiempo de observación total por punto de 20 minutos. El registro de los individuos durante el conteo se realizó mediante fotografía con teleobjetivo.

De forma adicional, durante los traslados entre cada punto, se buscaron rastros, como plumas, con la finalidad de complementar la búsqueda y registro de especies. Las especies observadas y los rastros encontrados fueron identificados con ayuda de guías de campo especializadas.

Para la elaboración de las listas de especies se siguió el arreglo taxonómico de la American Ornithologists' Union (AOS, 2023), en cuanto a orden, familia, género y especie, actualizado a la fecha con los suplementos. A cada especie se le asignó el nombre común en español de acuerdo con el Catálogo de autoridad taxonómica de la avifauna de México (Navarro & Gordillo, 2006).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 2. Ubicación de los puntos de observación.



I.1.3. Mamíferos terrestres

Como en el caso de los otros grupos, el muestreo de mamíferos terrestres se llevó a cabo en los transectos establecidos y mediante 15 sitios de cámaras-trampa distribuidos en las tres zonas de estudio (5 en AP, 5 en AI y 5 en RE). Se utilizaron métodos directos e indirectos, tal como se detalla a continuación:

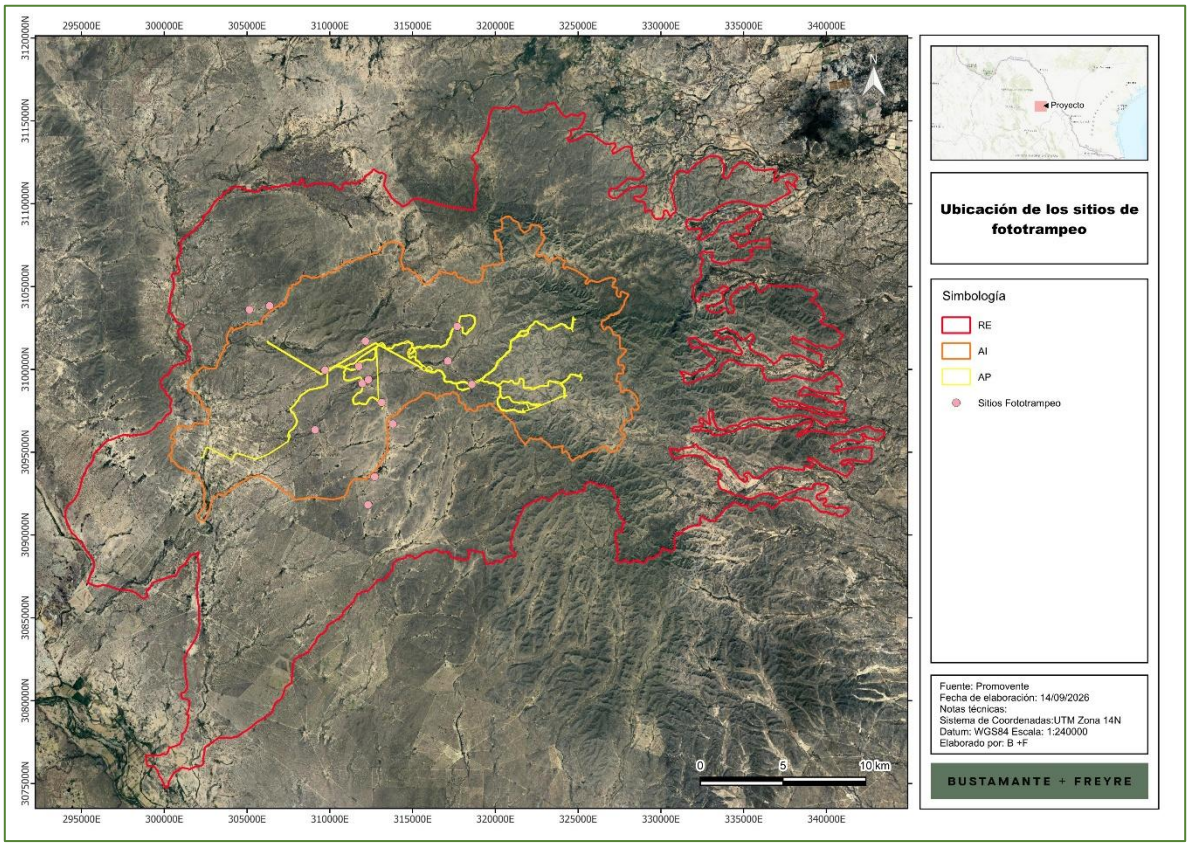
Cámaras-trampa (Fototrampeo): las cámaras fueron colocadas a una altura aproximada de 60 cm del nivel del suelo, orientadas para evitar la activación del sensor por la salida o puesta del sol y con el área de proyección despejada para evitar falsos disparos por movimiento de vegetación. Cada cámara-trampa fue configurada para registrar fecha, hora y temperatura en cada toma. Las cámaras se revisaron periódicamente para la extracción de la información.

El uso de cámaras-trampa para el estudio de mamíferos grandes y medianos es una herramienta confiable y no invasiva (Monroy-Vilchis, et al., 2011), ya que proveen ciertas ventajas en comparación con otros métodos, como el trampeo directo, debido a que se

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

pueden estudiar especies con bajas densidades y difíciles de capturar (Heilbrun, et al., 2006). Además de la abundancia, este método también da estimados más precisos de la riqueza, diversidad, variación espacio temporal y patrones de actividad de las especies. Otra ventaja está dada por la identificación exacta de la mayoría de los organismos (Karanth, et al., 2004), aunado a que es posible obtener registros de especies con la mínima perturbación al no capturar a los organismos y los muestreos pueden cubrir extensas áreas con un mínimo esfuerzo personal (Botello, et al., 2007).

Figura 3. Ubicación de las cámaras trampa.



Identificación de rastros y huellas: se recorrieron los transectos con la finalidad de detectar huellas, excretas y otros rastros (esqueletos, desecho de la alimentación de mamíferos) para la identificación indirecta de individuos. Esta técnica permite detectar y determinar la presencia de algunas especies, así como inferir el uso del hábitat y alimentación (Aranda, 2012; Painter, et al., 1999). Las huellas y excretas registradas se identificaron con la ayuda de guías especializadas de rastreo de mamíferos silvestres. Los indicios localizados fueron georreferenciados y fotografiados.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Una vez que se registraron e identificaron las especies de mamíferos, se elaboraron los listados de especies de acuerdo con la nomenclatura taxonómica, siguiendo el arreglo de "Mammals species of the world" (Wilson & Reeder, 2005), en cuanto a orden, familia, género y especie; así mismo, se asignó el nombre común de acuerdo con CONABIO.

I.1.4. Murciélagos

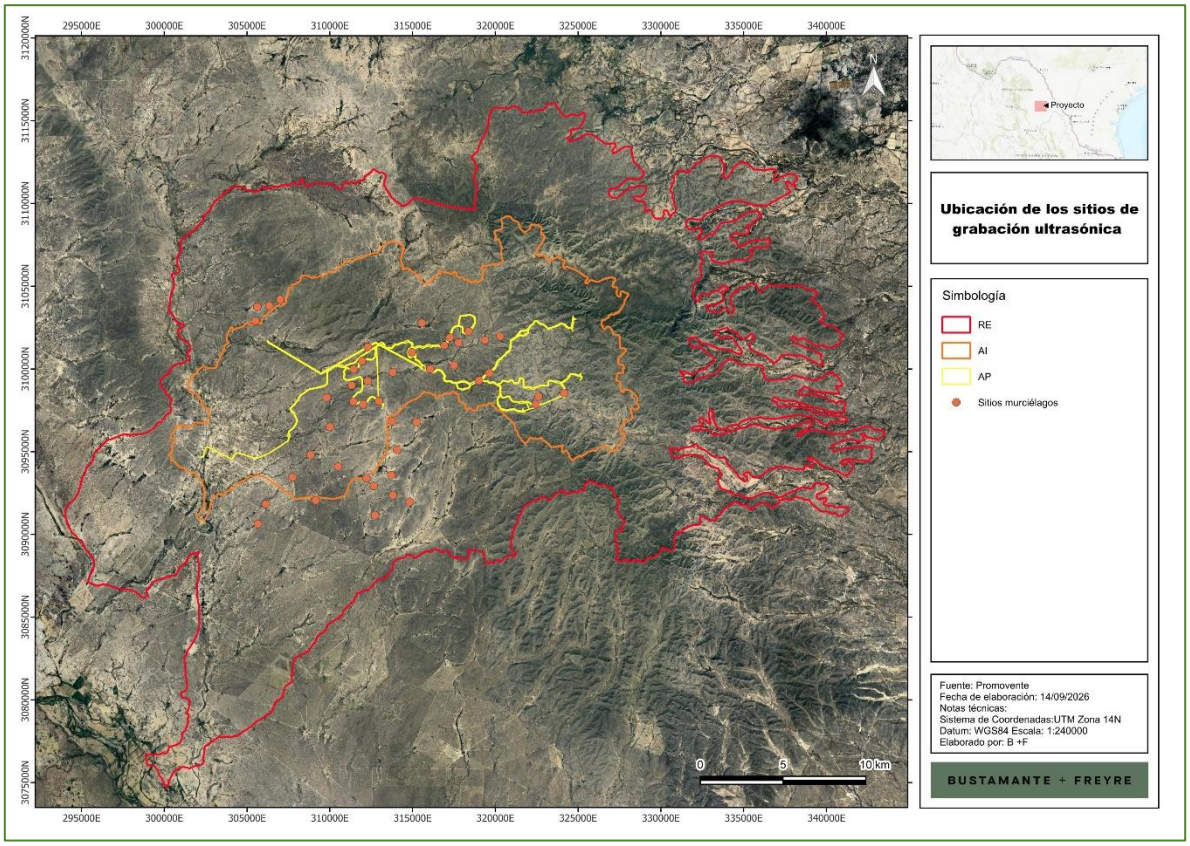
Las técnicas sugeridas para el monitoreo de murciélagos son: directa a campo abierto por medio de redes e indirecta mediante el uso de detectores acústicos. Se recomienda utilizar ambos métodos empleados simultáneamente con el propósito de incrementar la efectividad del muestreo (Flores-Rojas 2006), de no ser posible al menos realizar alguna de estas técnicas en diferentes temporadas de muestreo (CONANP 2011).

La selección de los sitios de muestreo, así como el diseño y esfuerzo del mismo se determinó en base a diferentes criterios, considerando primero una caracterización de los tipos de vegetación y hábitat presentes, con el fin de cubrir la heterogeneidad de hábitats que conforman el Proyecto. Para el caso de La Noria, se estableció un total de 45 sitios fijos de detección acústica, distribuidos de manera equilibrada entre las tres zonas de estudio (15 en AP, 15 en AI y 15 en RE), lo que permite caracterizar de forma comparable las poblaciones de murciélagos tanto dentro de la huella del Proyecto como en su entorno inmediato y en la Región Ecológica.

Se emplearon grabadoras acústicas tipo Song Meter (Wildlife Acoustics) o equivalente, localizadas en los 45 sitios señalados. Dichos equipos graban ultrasonidos en el espectro sónico completo (Full-spectrum), en tiempo real, virtualmente y sin lagunas entre grabaciones. Asimismo, son dispositivos de alta velocidad de grabación con micrófono externo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

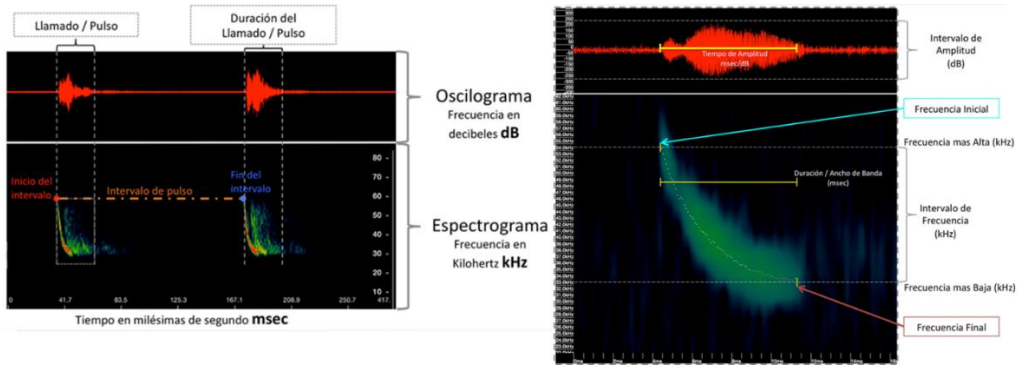
Figura 4. Ubicación de las grabadoras acústicas.



El análisis de cada grabación e identificación de las especies registradas por el detector se realiza con el software diseñado para este fin; de forma inicial, el programa analiza los eventos (en formato .wav) en sonogramas con presencia de pulsaciones o llamados de murciélagos; después, realiza una comparación con la base de datos de espectrogramas precargada para la identificación de especies y los refleja en su visor, en la ventana del visor muestra el espectrograma completo de la ecolocación del murciélago y su posible identificación a nivel de especie, se analiza manualmente cada una de las posibilidades y se compara con bibliografía especializada para la determinación exacta de las especies, tomando en cuenta las medidas de los espectrogramas y los oscilogramas de las pulsaciones o llamados (Jung, et al., 2014; Parsons & Szewczak, 2009); cuando se tenía más de un llamado (pulso), en diferentes espacios de tiempo, cada uno de ellos se consideraba como un individuo de la especie identificada.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 5. Medidas de los oscilogramas y espectrogramas de las pulsaciones o llamados de los murciélagos.



I.2. Monitoreo estacional de aves, quirópteros y mariposa monarca (UANL)

Adicionalmente al trabajo de campo descrito en los apartados anteriores, correspondiente a la temporada de lluvias, la Universidad Autónoma de Nuevo León – Facultad de Ciencias Biológicas llevó a cabo tres campañas de monitoreo estacional de fauna voladora (aves, quirópteros y mariposa monarca) para el proyecto Parque Eólico La Noria, correspondientes a las temporadas de otoño de 2018 (primera vuelta), invierno de 2019 (segunda vuelta) y primavera de 2019 (tercera vuelta). A continuación, se describe la metodología empleada para cada grupo faunístico.

La determinación de la fauna voladora se realizó por medio de 71 puntos correspondientes al sembrado de los aerogeneradores del Proyecto durante la primera vuelta (otoño 2018); a partir de la segunda vuelta (invierno 2019) el esfuerzo de muestreo se amplió a 88 puntos de conteo, distribuidos en los mismos 71 puntos de aerogeneradores más 17 puntos de control, con el fin de contar con un referente comparativo fuera de la huella del Proyecto. De manera adicional, se colocaron redes de niebla en puntos potenciales para la captura de aves y quirópteros, y a partir de la segunda vuelta se instaló una estación fija de detección ultra-acústica en las torres meteorológicas para el monitoreo pasivo y continuo de murciélagos.

I.2.1. Aves (monitoreo estacional)

Para el muestreo de aves se emplearon dos metodologías complementarias en cada punto: "Puntos de Conteo", con una duración de 10 minutos (Ralph et al., 1996), en los que se registraron distancias (Buckland et al. 2001), ángulos y rumbos de vuelo, realizados durante las mañanas (7:00–12:00 h) por ser el horario de mayor actividad de las aves; y "Puntos de Observación", con una duración de 40 minutos, realizados durante todo el día (7:00–16:00 h), orientados a obtener datos de altura y dirección de vuelo, distancia recorrida,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

comportamiento general y uso de hábitat, prestando especial atención a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como algunas rapaces.

La identificación de especies se apoyó en binoculares Nikon (10x42) y en las guías de campo National Geographic Field Guide to the Birds of North America (2011), Aves de México de Peterson y Chalif (1989) y The Sibley Guide to Birds (2000); además del registro visual, se documentaron cantos, llamados y comportamiento para apoyar la identificación.

Como método complementario se emplearon redes de niebla: se colocaron 3 redes de 6 metros de longitud, abiertas durante los 15 minutos posteriores a la hora oficial del amanecer local y operadas un mínimo de 4 horas, con revisiones cada 40 a 45 minutos por red. Los sitios de colocación se seleccionaron considerando el límite entre tipos de hábitat, claros de vegetación, posibles corredores y cuerpos de agua (Ralph et al., 1996).

I.2.2. Mariposa monarca (Danaus plexippus)

El monitoreo de la mariposa monarca (Danaus plexippus, Linnaeus 1758) se realizó en conjunto con los puntos de conteo de aves durante la temporada en que coincide con su periodo de migración (otoño). Como medida adicional, se trazaron cinco transectos fijos de un kilómetro de longitud, en los que se registró la dirección y altura de vuelo, así como las plantas utilizadas como sitio de descanso. Durante las campañas de invierno y primavera dicho monitoreo no se llevó a cabo, al no coincidir con los periodos de migración de la especie.

I.2.3. Quirópteros (monitoreo estacional)

Dada la actividad nocturna de los murciélagos, su muestreo se llevó a cabo mediante equipos especiales de detección ultrasónica y térmica en los mismos puntos establecidos para los demás grupos faunísticos (71 puntos en la primera vuelta; 20 puntos de detección puntual a partir de la segunda vuelta), grabando en cada punto durante 15 minutos. Se utilizó un dispositivo de grabación ultrasónica marca Wildlife Acoustics, modelo SM4BAT, que registra ultrasonidos en el espectro sónico completo (full-spectrum), en tiempo real y con micrófono externo de alta velocidad de grabación. Para estimar abundancias se empleó adicionalmente una cámara térmica FLIR T420, orientada durante la mitad del tiempo hacia el norte y la otra mitad hacia el sur, con el fin de dar mayor fiabilidad al muestreo.

Al igual que para las aves, se colocaron 3 redes de niebla de 6 metros de longitud, abiertas desde el crepúsculo hasta el amanecer (18:00–6:00 h), con revisiones cada 30 a 35 minutos por red.

A partir de la segunda vuelta (invierno 2019) se incorporó una estación fija de detección ultra-acústica, consistente en detectores instalados en torres meteorológicas a una altura de 60 a 80 metros, orientados para cubrir la mayor área posible, con el propósito de monitorear de manera pasiva y constante la actividad de los murciélagos durante 15 días

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

continuos. El dispositivo se programó para grabar 12 horas diarias, activándose automáticamente a las 19:00 h y apagándose a las 7:00 h, periodo en que los murciélagos presentan mayor actividad.

Para el procesamiento de las grabaciones ultrasónicas se utilizó el software SonoBat, que cuenta con una base de datos de espectrogramas de referencia para murciélagos del sureste de Estados Unidos; cada posibilidad de identificación se analizó de forma manual y se contrastó con literatura especializada, considerando cada pulso o llamado registrado en distintos momentos como un individuo de la especie identificada.

I.2.4. Análisis de datos del monitoreo estacional

Con la información obtenida en cada temporada se identificaron las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la CITES y en la Lista Roja de la UICN, y se calcularon los mismos parámetros de comunidad descritos en el apartado de Análisis de datos del trabajo de campo del presente documento: riqueza de especies (S), índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), índice de equitatividad de Pielou (J'), índice de Simpson y su inverso (1/D), así como el número efectivo de especies mediante el exponencial de Shannon (eH').

Adicionalmente, para evaluar la eficiencia del esfuerzo de muestreo en cada temporada, se elaboraron curvas de acumulación de especies con intervalos de confianza del 95%, mediante rarefacción basada en muestras (Colwell et al., 2004), y se compararon los valores de riqueza observada en campo con los estimadores de riqueza Chao 1 (basado en abundancia) y Chao 2 (basado en incidencias), obteniendo un índice de completitud del muestreo para cada grupo y temporada evaluados.

I.3. Revisión bibliográfica

Con el objetivo de presentar información disponible acerca de la diversidad presente, donde se considere a las especies presentes en las diferentes temporadas del año, se realizó una revisión bibliográfica de fauna con distribución potencial en la zona en la que se ubica el Proyecto, en el estado de Coahuila, para lo cual se consultaron registros de la base de datos de la plataforma del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB) de CONABIO; esta base de datos, actualizada hasta agosto de 2024, está integrada por los resultados de 1,177 proyectos que dieron origen a 994 bases de datos, e incluye información a nivel nacional e internacional, concentrando registros provenientes de colecciones científicas con coordenadas georreferenciadas.

En este contexto, se realizó un proceso de depuración de los registros biológicos, excluyendo los registros no validados, correspondientes a taxones extintos, sin coordenadas geográficas o sin identificación taxonómica, en reconocimiento de la movilidad inherente de la fauna silvestre y la necesidad de reflejar su distribución actual con base en

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

información reciente. Como resultado de esta depuración se identificaron 18 especies, pertenecientes a 17 géneros, 15 familias y 7 órdenes de las clases Amphibia, Reptilia, Aves y Mammalia, mismas que se presentan en el listado de especies potenciales de fauna del presente capítulo. Dicho listado fue empleado como referencia para anticipar la posible presencia de especies durante el trabajo de campo y corroborar su detección en sitio.

I.4. Análisis de datos (diversidad)

Con los datos obtenidos en campo de los recorridos de transectos en puntos se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

Riqueza de especies. Medida únicamente como el número de especies en el sitio y se define con la letra S.

Índice de Shannon. Mide el grado promedio de entropía o incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra, de manera que para la interpretación biológica del índice se dice que, a mayor incertidumbre, mayor diversidad biológica y a valores menores de incertidumbre, la diversidad es menor, aunque es uno de los índices más usados es muy sensible al tamaño de muestra (Marrugan, 2004; Moreno, Barragán, Pineda, & Pavón, 2011).

$$H' = -\sum pi * ln(pi)$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Ln = Logaritmo natural de la abundancia proporcional p_i

Índice de Simpson. Este índice mide la probabilidad de seleccionar aleatoriamente dos organismos que pertenezcan a la misma especie (Magurran, 2004).

$$\lambda = \sum pi^2$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Exponencial de Shannon. Para una conversión sencilla de este índice en números efectivos, se convierte fácilmente al expresar el valor obtenido por el índice tradicional de Shannon utilizando logaritmo natural en el exponencial (exp) (Jost, 2006; Moreno et al., 2011) y todas las especies son incluidas considerando su abundancia proporcional (^{1}D)

$$^1D=exp\ (H')$$

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El inverso de Simpson. Para una conversión sencilla de este índice en números efectivos, se convierte al expresar el valor obtenido en el índice de Simpson, en su inverso. Es un índice que considera o es más sensible a las especies comunes (^{2}D):

$$^2D = 1\text{-Lambda o } {}^2D = 1 - \lambda$$

Para utilizar el número efectivo de especies, se añade la magnitud de cambio en la diversidad al momento de comparar las secciones de estudio, esta magnitud de cambio se realiza siguiendo la propuesta de Moreno et al., (2011) donde, además de comparar estadísticamente la diversidad por medio de intervalos de confianza se compara directamente qué tan diferente es la diversidad entre comunidades de la siguiente manera: si una comunidad A tiene una diversidad D_A mayor que la diversidad D_B de la comunidad B, entonces la comunidad A tendrá D_A/D_B veces más diversidad que la comunidad B. Otra manera de expresar la diferencia en la magnitud de la diversidad es a través de una proporción, si la comunidad A tiene una diversidad D_A mayor que la diversidad D_B de la comunidad B, entonces la comunidad B tendrá solamente un porcentaje (DB × 100) /DA de la diversidad que tiene la comunidad A.

I.5. Análisis que demuestra la representatividad de la muestra

Para evaluar la eficiencia del muestreo, así como estimar la riqueza de especies presentes en el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE), fue efectuada una función exponencial de acumulación de especies con el programa EstimateS ver. 9.1.0 (Colwell, 2016). Esta función utiliza varios estimadores no paramétricos; dos se basaron en la Abundancia (ACE y Chao 1) y cinco se basan en Ausencia-Presencia (ICE, Jack 1, Jack 2, Bootstrap y Chao 2). Para el caso del presente estudio, únicamente se utilizaron los estimadores Chao 1 y Bootstrap, los cuales se describen a continuación.

Chao 1

Se ha llamado Chao1 al estimador de Chao basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera.

Como sabemos, hay muchas especies que solo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos. El estimador de Chao1 se basa en la presencia de las primeras. Es decir, requerimos saber cuántas especies están representadas por sólo un individuo en la muestra (singletons), y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (doubletons):

$$Sest = S_{obs} + \frac{F2}{2G}$$

Donde:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

S es el número de clases (en este caso, número de especies) que deseamos conocer, S obs es el número de especies observado en una muestra, F es el número de singletons y G es el número de doubletons.

En EstimateS se ha integrado además una fórmula corregida para este modelo, la cual se aplica cuando el número de doubletons es cero:

$$S_{est} = S_{obs} + \left[\left(\frac{F2}{2G+1}\right) - \left(\frac{FG}{2(G+1)}\right)^2\right]$$

Bootstrap

La principal utilidad del empleo del Bootstrap es reducir el sesgo dentro de análisis o, en otras palabras, aproximar la varianza gracias a la realización de remuestreos aleatorios de la muestra inicial y no de la población. De este modo, se hace más sencillo la construcción de modelos estadísticos mediante la creación de intervalos de confianza y contrastes de hipótesis.

Aunque pueda parecer una práctica muy compleja a priori, el procedimiento en que se basa el bootstrapping es simplemente la creación de un gran número de muestras reposicionando los datos tomando como referencia una muestra poblacional inicial.

Un aspecto considerado positivo del remuestreo mediante Bootstrap es que ha simplificado los métodos estadísticos, en el sentido de que ha sustituido la construcción de modelos matemáticos clásicos y de gran complejidad por el cálculo mediante software específicos, lo que ha mejorado su aplicabilidad o acceso a otros campos o estudios.

Siguiendo esa línea, se considera habitualmente que este mecanismo es mucho más abierto o accesible en comparación con los modelos y supuestos clásicos, lo que le convierte en una herramienta útil para gran número de problemas matemáticos.

Esquema de Bootstrap:

- Supongamos que se observa una muestra aleatoria simple x1,x2,…,xn que se denota como el vector x en el que se calcula un estadístico dado s(x)
- Por ejemplo, x es un grupo de datos observados y s(x) es la mediana muestral.
- Para hacer Bootstrap, se define una muestra Bootstrap x∗= (x∗1, x∗2, …, x∗n) que se obtiene muestreando n veces con reemplazamiento entre los datos originales x1, x2, …,xn
- Por ejemplo si n=7 una posible muestra Bootstrap podría ser x∗= (x5, x4, x7, x2, x4,x1,x5)

Algoritmo del Bootstrap:

- El algoritmo empieza generando un número elevado de muestras Bootstrap x∗1,x∗2,…,x∗B cada una de tamaño n

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Los valores típicos de B para calcular los errores estándar suelen estar en un rango entre 500 y 1000.
- Para cada muestra Bootstrap b=1, 2, B se calcula el estadístico s(x∗b)
- Por ejemplo, si el estadístico s es la mediana, se calcula la mediana para cada muestra Bootstrap.

El estimador Bootstrap del error estándar es la desviación estándar de las B muestras Bootstrap

$$\widehat{se}_{Boot} = \sqrt{\frac{1}{B-1}\sum_{b=1}^{B}(s(\mathbf{x}^{*b}) - s(\cdot))^2}$$

$$s(\cdot) = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B} s(\mathbf{x}^{*b})$$

I.5.1. Resultados de las curvas de acumulación de especies (base de datos de fauna del Proyecto)

A partir de la base de datos de resultados de fauna del proyecto Parque Eólico La Noria, se generaron las curvas de acumulación de especies correspondientes a cada grupo faunístico registrado mediante transectos, cámaras-trampa y puntos de observación durante la temporada de lluvias, tanto de manera general para el Proyecto (muestras combinadas de las tres zonas) como de forma independiente para el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE). Las curvas se construyeron mediante rarefacción basada en muestras con intervalos de confianza del 95%, y se contrastó la riqueza estimada (S est) contra el estimador de riqueza Chao 1, calculando el porcentaje de completitud del muestreo como el cociente S(est)/Chao 1.

En conjunto, para el Proyecto se registraron y agruparon las especies en tres bloques analíticos: herpetofauna y mamíferos terrestres (registrados mediante los 45 transectos), murciélagos (registrados mediante los 45 sitios de detección acústica) y aves (registradas mediante los 90 puntos de observación).

Tabla I.1. Intervalos de confianza.

Grupo faunístico	Zona	n (muestras)	S(est)	Chao 1 (IC95%)	Completitud (%)
Herpetofauna y mamíferos terrestres	General (Proyecto)	45	27	27.43 (27.03-32.55)	98.4
Herpetofauna y mamíferos terrestres	AP	15	14	17.66 (14.62-35.56)	79.3

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Grupo faunístico	Zona	n (muestras)	S(est)	Chao 1 (IC95%)	Completitud (%)
Herpetofauna y mamíferos terrestres	AI	15	22	29.11 (23.58-54.01)	75.6
Herpetofauna y mamíferos terrestres	RE	15	25	32.42 (26.75-56.42)	77.1
Murciélagos	General (Proyecto)	45	13	13.00 (13.00-14.36)	100.0
Murciélagos	AP	15	12	13.00 (12.07-26.06)	92.3
Murciélagos	AI	15	11	11.00 (11.00-12.51)	100.0
Murciélagos	RE	15	12	12.50 (12.03-20.23)	96.0
Aves	General (Proyecto)	90	51	51.60 (51.05-58.11)	98.8
Aves	AP	30	45	50.98 (46.32-72.02)	88.3
Aves	AI	30	41	46.23 (42.00-68.53)	88.7
Aves	RE	30	46	47.74 (46.29-56.54)	96.4

A nivel de Proyecto, los tres grupos faunísticos alcanzaron una completitud de muestreo superior al 98%, lo que indica que el esfuerzo total invertido fue suficiente para caracterizar de manera confiable la riqueza de especies presente en el área de estudio. Los murciélagos mostraron la mayor completitud (92.3-100% por zona), seguidos de las aves (88.3-96.4%), mientras que el bloque de herpetofauna y mamíferos terrestres presentó los valores más bajos por zona (75.6-79.3% en AP y AI), lo que sugiere que, de incrementarse el esfuerzo de muestreo en dichas zonas, sería probable registrar especies adicionales de estos grupos, consistente con la menor detectabilidad que suele caracterizar a la herpetofauna en comparación con aves y quirópteros.

Finalmente, se presentan las gráficas de las curvas de acumulación de especies para cada clase faunística identificada en el muestreo y para cada área muestreada.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 6. Curvas de acumulación de especies general para Herpetofauna/mamíferos.

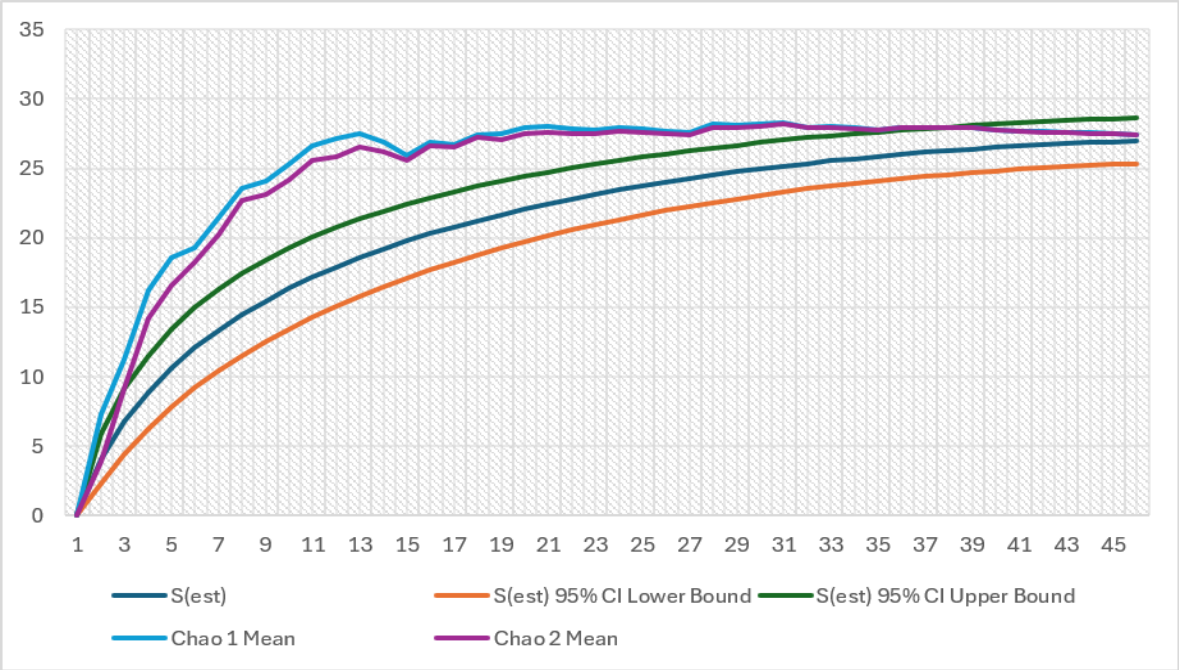
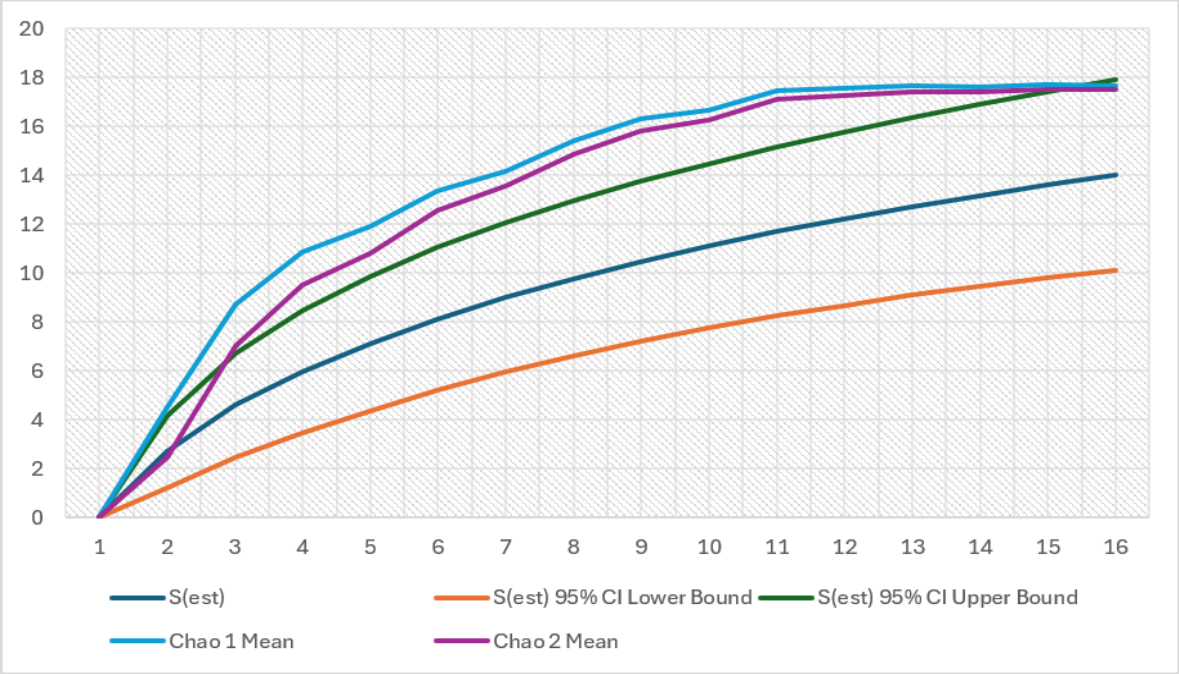


Figura 7. Curvas de acumulación de especies para Herpetofauna/mamíferos del AP.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 8. Curvas de acumulación de especies para Herpetofauna/mamíferos del AI.

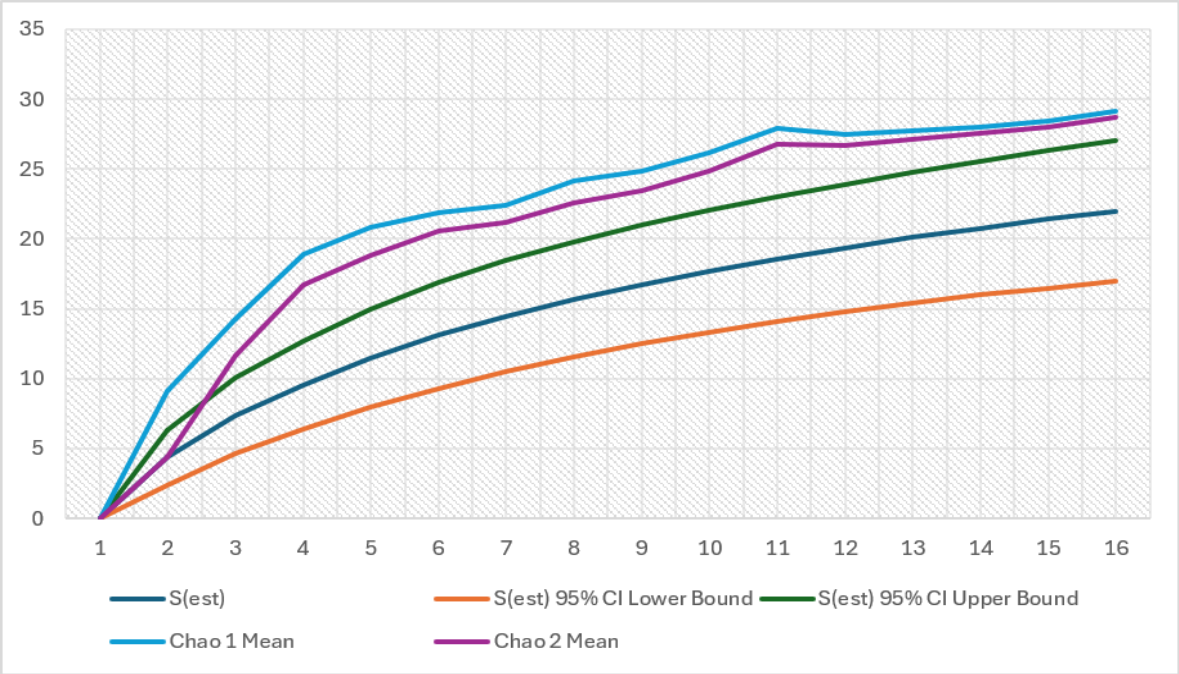
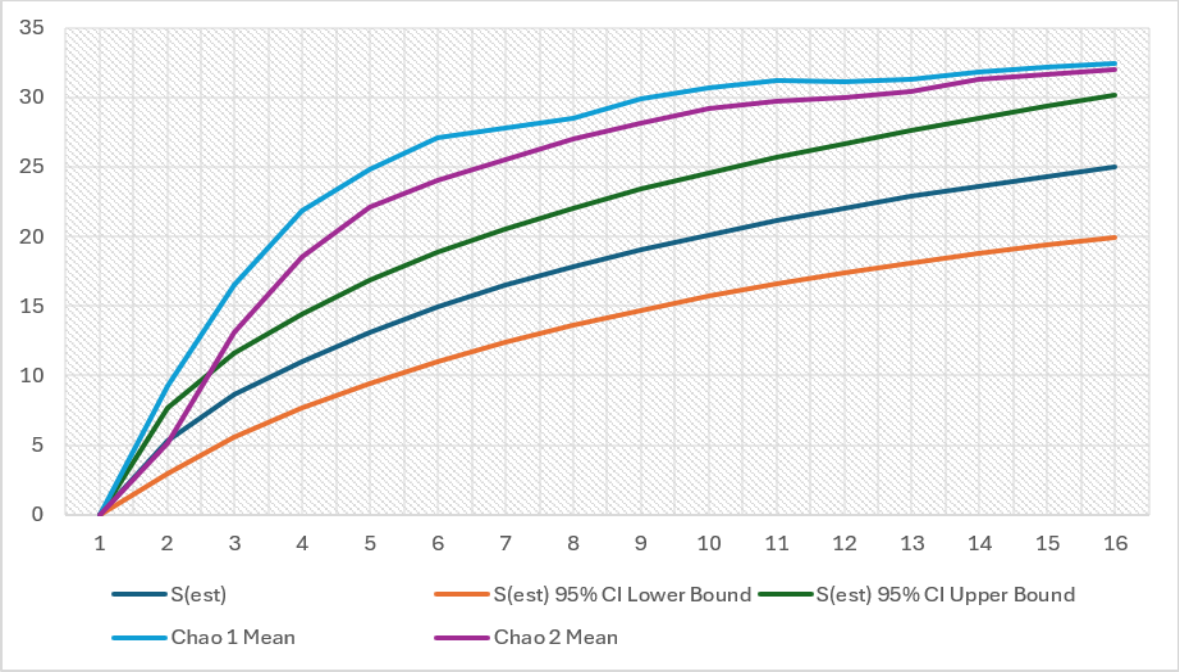


Figura 9. Curvas de acumulación de especies para Herpetofauna/mamíferos de la RE.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 10. Curvas de acumulación de especies general para murciélagos.

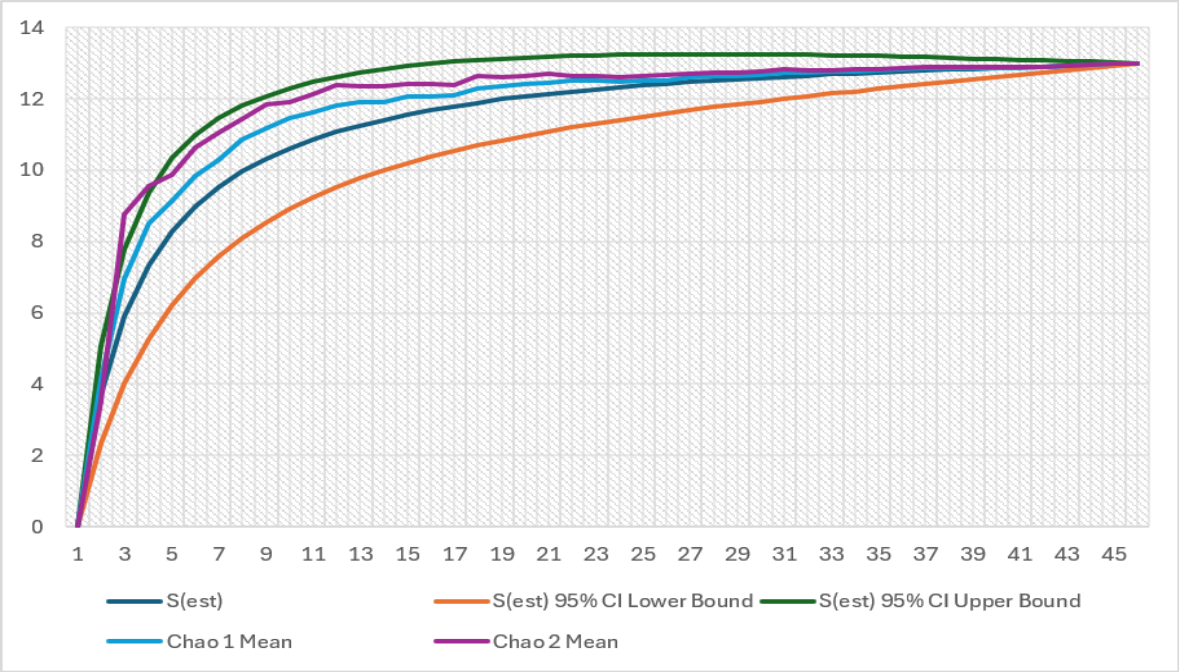
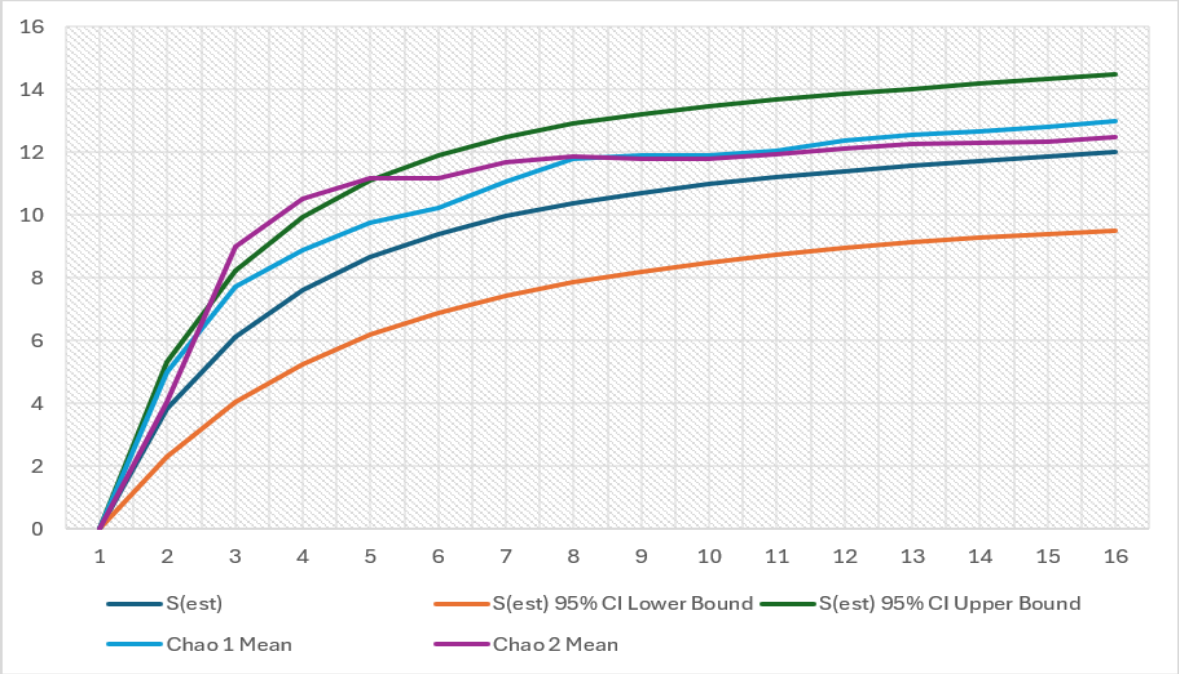


Figura 11. Curvas de acumulación de especies para murciélagos del AP.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 12. Curvas de acumulación de especies para murciélagos del AI.

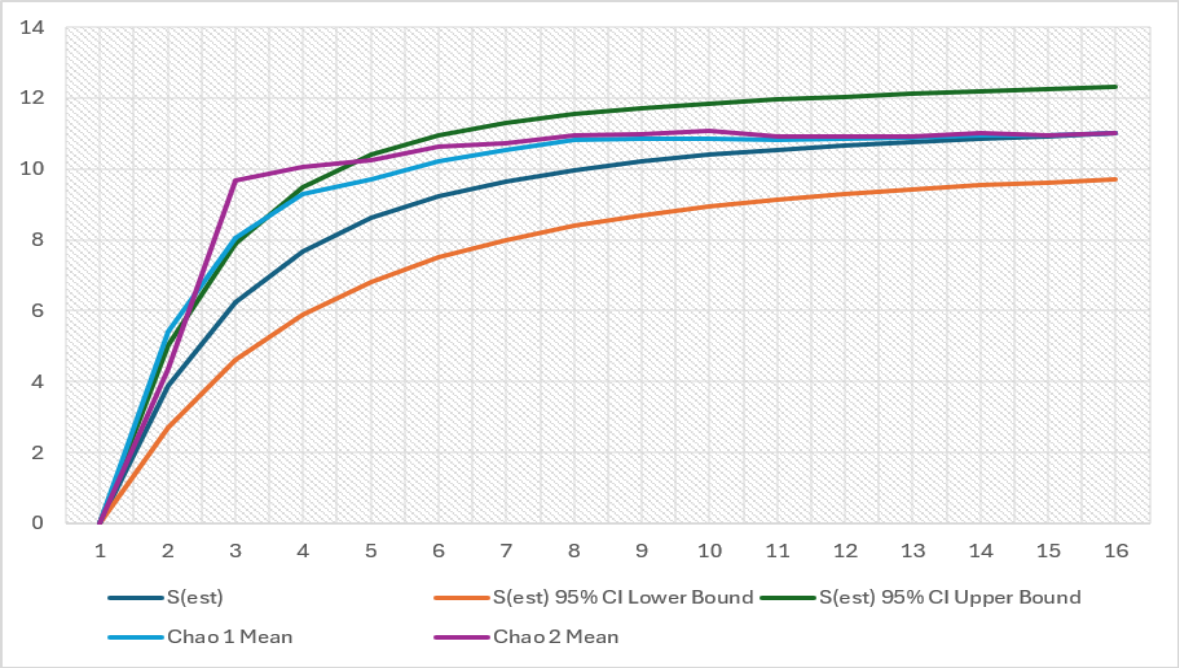
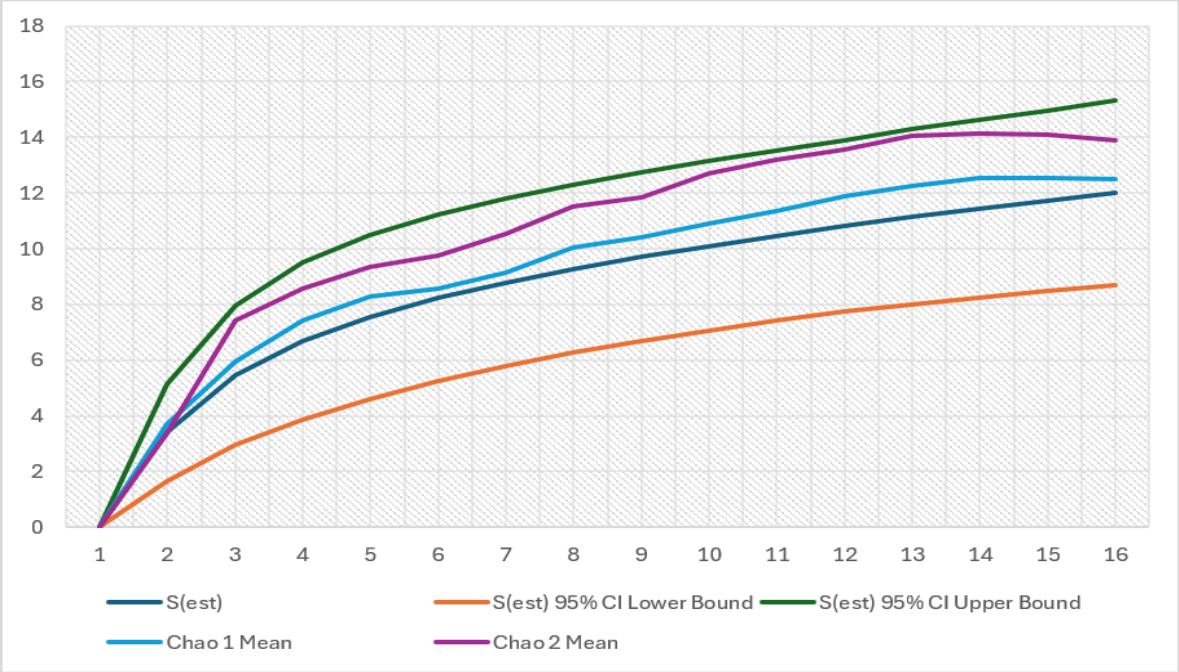


Figura 13. Curvas de acumulación de especies para murciélagos de la RE.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 14. Curvas de acumulación de especies general para aves.

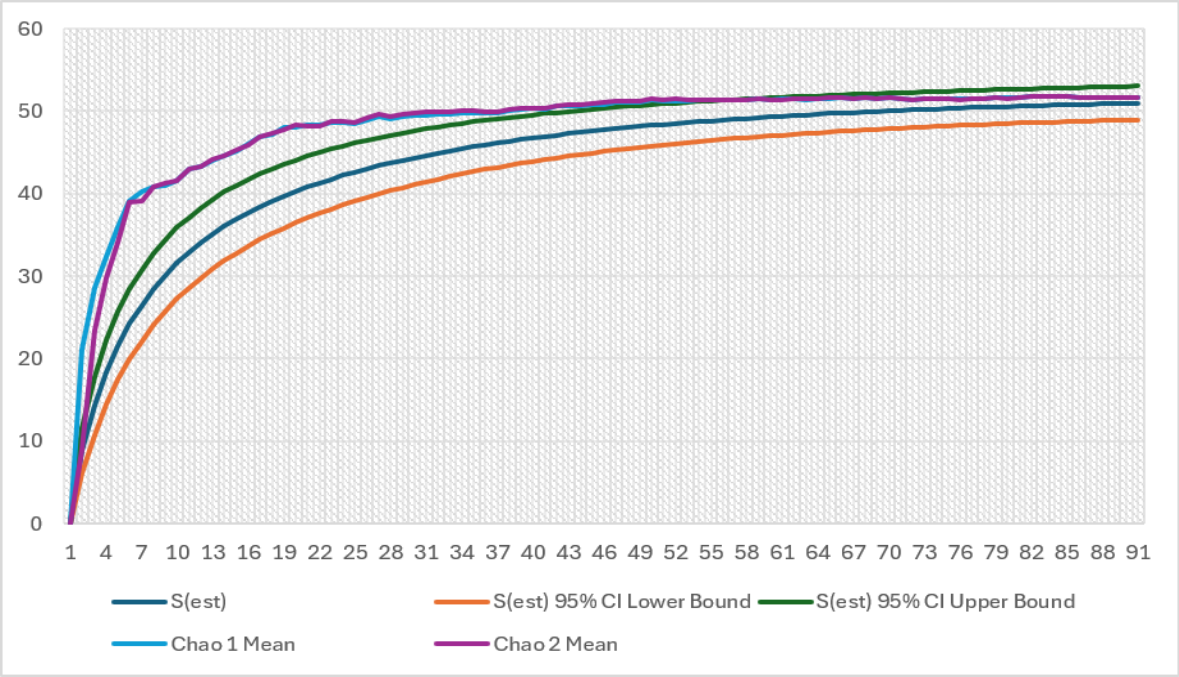
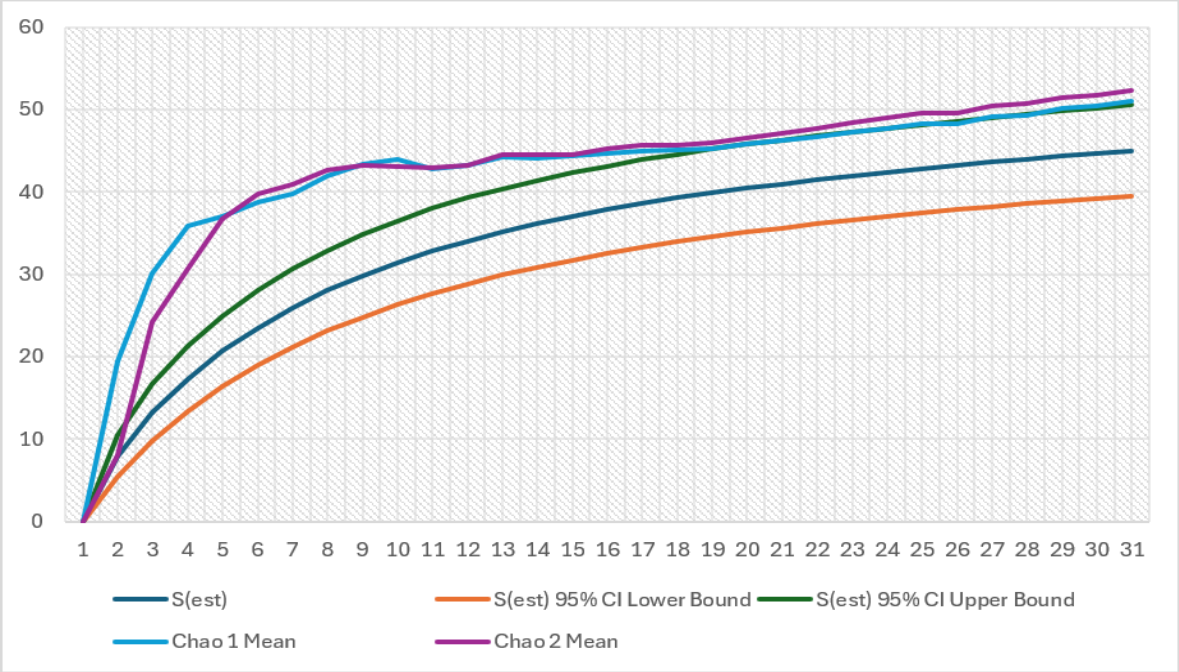


Figura 15. Curvas de acumulación de especies para aves del AP.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 16. Curvas de acumulación de especies para aves del AI.

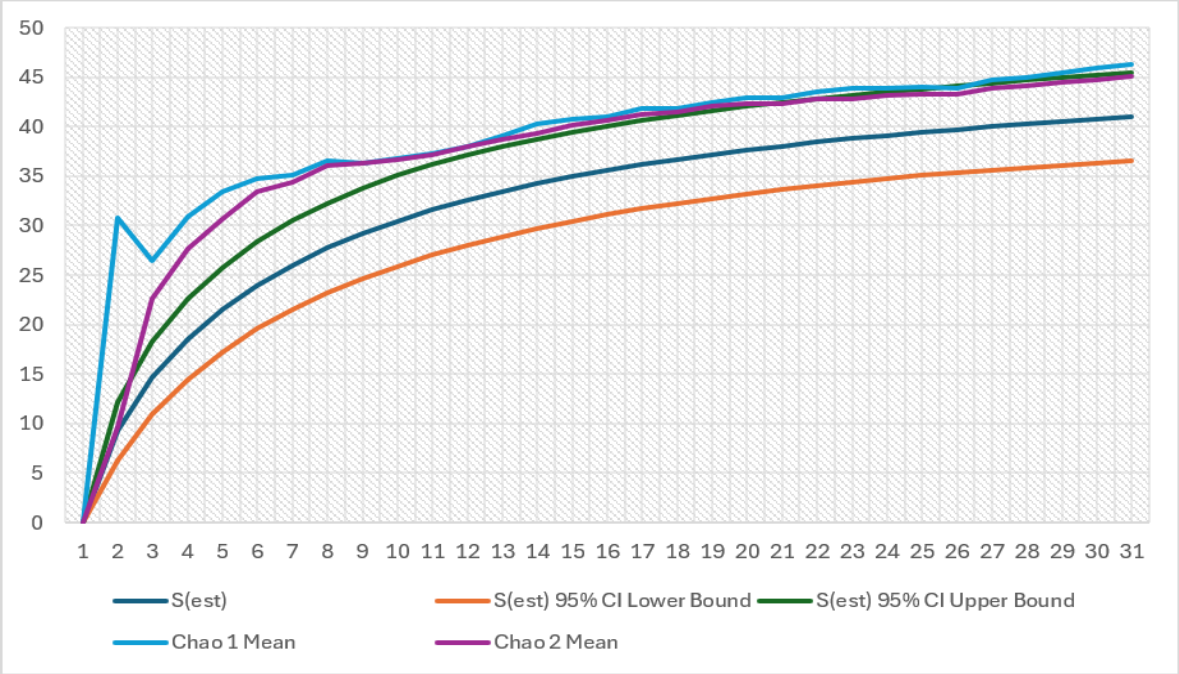
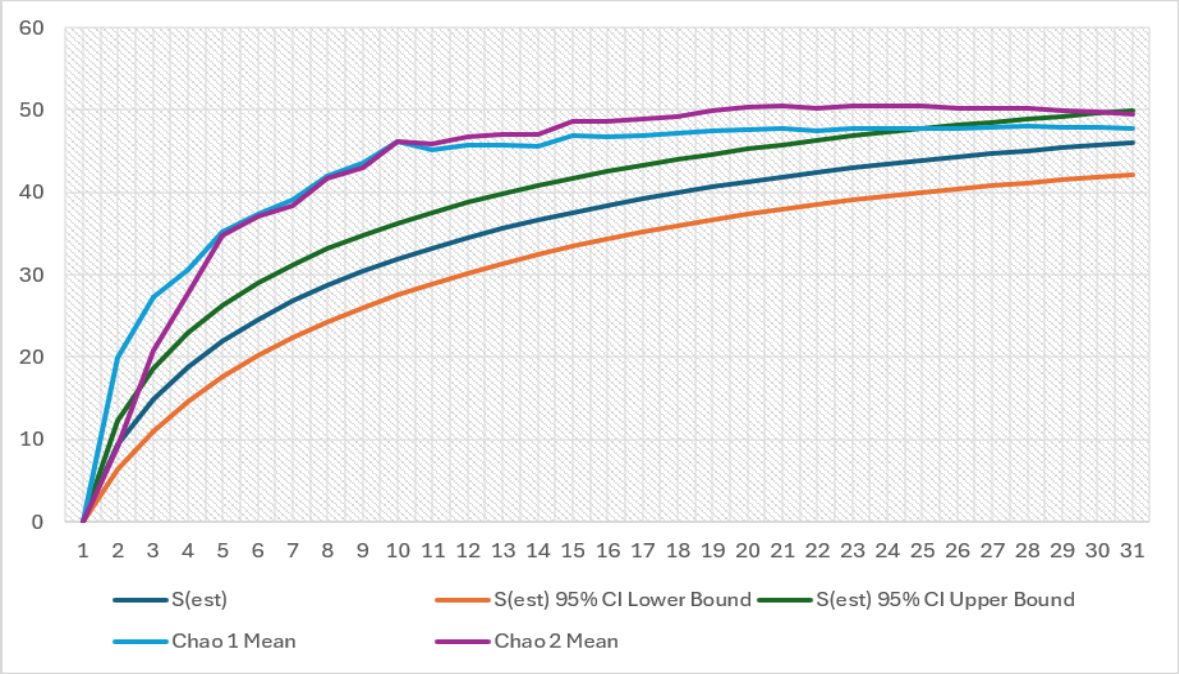


Figura 17. Curvas de acumulación de especies para aves de la RE.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MONITOREO DE FAUNA VOLADORA PARQUE EÓLICO LA NORIA

AGOSTO de 2026



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Índice

I. Introducción 5
II. Objetivos 6
II.1. Objetivos particulares. 6
III. Descripción del área de estudio 6
III.1. Parque Eólico La Noria 6
III.1.1. Ubicación Geográfica 6
III.1.2. Aspectos Generales (Bióticos y Abióticos) 7
IV. Metodología 8
IV.1. Monitoreo Aves 8
IV.1.1. Puntos de Conteo 8
IV.1.2. Puntos de Interacción 11
IV.2. Monitoreo Quirópteros 12
IV.2.1. Grabación Acústica 12
IV.2.2. Estaciones de Redeo 14
IV.3. Análisis. 15
IV.3.1. Representatividad y Riqueza 15
IV.3.2. Abundancia 16
IV.3.3. Diversidad 16
IV.3.4. Recambio temporal y Similitud 17
IV.3.5. Uso de hábitat 17
V. Resultados. 18
V.1. Aves. 18
V.1.1. Representatividad Verano 18
V.1.2. Riqueza 19
V.1.3. Frecuencia de Ocurrencia (FO) y Abundancia relativa (A) por Zona 25
V.1.4. Diversidad 26
V.1.5. Índice de Similitud entre Zonas. 28
V.1.6. Uso de Hábitat 29
V.1.7. Altura de vuelo y Riesgo de colisión 30
V.2. Quirópteros 33
V.2.1. Representatividad Verano 33
V.2.2. Riqueza 34
V.2.3. Frecuencia de Ocurrencia (FO) y Abundancia relativa (A) por Zona 35

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

V.2.4. Diversidad 36
V.2.5. Altura de vuelo y Riesgo de colisión 37
V.2.6. Captura mediante redes de niebla 38

VI. Conclusiones 39
VII. Literatura Consultada 41
VIII. Anexo fotográfico 45

Índice de figuras

Figura 1. Emplazamiento del Parque Eólico La Noria 7
Figura 2. Curva de acumulación de especies para aves por esfuerzo de muestreo, con IC95% para los muestreos realizados (Colwell et al, 2004). (Verano) 18
Figura 3. Comparativa de la riqueza registrada en campo, con los estimadores de riqueza Chao 1 (Chao, 1984; Chazdon et al., 1998), Chao 2 (Chazdon et al. 1998) 19
Figura 4. Porcentaje de temporalidad de las especies registradas durante el monitoreo en el área de estudio. 23
Figura 5. Porcentaje de temporalidad de las especies registradas durante el monitoreo en el área de estudio. 25
Figura 6. Índices de diversidad por zona de estudio 27
Figura 7. Dendograma de similitud entre las comunidades de aves por zona de estudio 28
Figura 8. Alturas de vuelo (Máxima, Mínima y Promedio) registradas durante el verano. (Línea roja, rango riesgo de colisión) 32
Figura 9. Curva de acumulación de especies para murciélagos por esfuerzo de muestreo, con IC95% para los muestreos realizados (rarefacción basada en muestras; Colwell et al., 2004) 33
Figura 10. Comparativa de la riqueza registrada en campo, con los estimadores de riqueza Chao 1 (Chao, 1984; Chazdon et al., 1998), Chao 2 (Chazdon et al. 1998) 34
Figura 11. Índices de diversidad obtenidos por zona, incluyendo IC95% 37

Índice de tablas

Tabla 1 Ubicación de los puntos de conteo seleccionados para el muestreo 8
Tabla 2 Ubicación de los puntos de interacción seleccionados para el muestreo 11
Tabla 3 Ubicación de los sitios de grabación nocturnos seleccionados para el muestreo 13
Tabla 4 Ubicación de las estaciones captura de murciélagos donde se instalaron las redes de niebla 15
Tabla 5 Concentrado de riquezas obtenidas en el año durante el monitoreo de aves; incluyendo estimadores de riquezas de Chao 1 y Chao 2 19
Tabla 6 Listado de especies de aves reportadas durante el muestreo en el área de estudio 19

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 7 Especies de aves protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en alguna categoría de riesgo por la UICN 2026, y/o en los Apéndices de CITES, registradas en el área de estudio 21

Tabla 8 Residencia temporal de las especies registradas en el área de estudio, según Birds of North America (BNA 2026) 21

Tabla 9 Gremio alimenticio por especie registrada durante el verano 24

Tabla 10 Concentrado de abundancia (Ab), Abundancia relativa (AR) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) por especie para aves por zona de estudio 26

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 11 Índices de diversidad por zona de estudio 27

Tabla 12 Matriz de valores del índice de similitud entre las comunidades de aves en las distintas zonas de estudio 28

Tabla 13 Uso de hábitat general de aves registrado durante el verano 29

Tabla 14 Vuelos observados por especie de acuerdo su banda de altura de vuelo 31

Tabla 15. Concentrado de riquezas obtenidas en el año durante el monitoreo de murciélagos; incluyendo estimadores de riquezas de Chao 1 y Chao 2, con sus respectivos índices de completitud (IC%) 34

Tabla 16. Listado general de especies de quirópteros registrados durante el período 35

Tabla 17. Número de pases obtenidos para cada especie de murciélago por zona, incluyendo abundancia relativa (AR) y Frecuencia de ocurrencia (FO) 36

Tabla 18. Índices de diversidad obtenidos para murciélagos por zona 36

Tabla 19 Registros obtenidos por especie de acuerdo a su categoría de altura de vuelo 37

Tabla 20. Datos generales y biométricos de ejemplares capturados por medio de redes de niebla 38

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I. Introducción.

La transición energética justa es una de las rutas de transformación global que muchos países están siguiendo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, generar energía limpia y enfrentar el cambio climático. En nuestro país se tiene una economía dependiente de los recursos energéticos, por lo que, la transición energética se presenta como un urgente desafío y una gran oportunidad para aprovechar su ubicación geográfica, variedad de climas y el interés de muchos grupos de la sociedad en participar por un desarrollo incluyente, justo y bajo en carbono. Además, de esta forma se podrá contribuir a disminuir las desigualdades socioeconómicas y a combatir la injusticia climática.

En México, el Programa del Sector Energético busca ampliar de forma significativa la capacidad de generación energética del país entre 2025 y 2039, previendo la incorporación de 28,004 MW en el corto plazo e incluyendo más de 10,900 MW de capacidad desarrollada por el sector privado para 2030. En el caso particular de las aves, la Península de Yucatán es relativamente bien conocida en relación con la riqueza de especies Por su localización geográfica y por su cercanía con Norteamérica, la Península de Yucatán se considera como una de las regiones más importantes de invernación de aves migratorias de la región neártica y para las especies en tránsito que utilizan los hábitats sólo como lugares de descanso y reabastecimiento de alimento durante su viaje hacia Centro y Sudamérica o en su regreso a las zonas templadas del Norte (Greenberg 1990). En la zona de estudio se pretende implementar un complejo eólico, dentro de la localidad de Villa Unión, con el fin de producir energía eléctrica. Sin embargo, a pesar de sus bondades, la industria eólica trae consigo algunos retos socioambientales, reflejados en impactos directos e indirectos. Los más importantes, se relacionan con la modificación y fragmentación de hábitat, pérdida de diversidad, así como impactos a la fauna, sobre todo, a la voladora como aves y murciélagos (Ledec et al. 2011; Leung y Yang 2012; Dai et al. 2015).

Dicho lo anterior es de gran importancia los monitoreos pre y post-constructivos, para tratar de describir patrones básicos como: diversidad y abundancia, pero principalmente patrones de vuelo, así como el uso de hábitat y con esto, poder construir indicadores que permitan detectar cambios en el comportamiento y de esta manera prevenir cualquier contingencia ambiental.

II. Objetivos.

Identificar y cuantificar los posibles impactos que pudieran generarse por la implementación del proyecto eólico La Noria, sobre las comunidades de aves y murciélagos que se distribuyen en el área de estudio o bien hacen uso de la superficie como parte de su ámbito hogareño durante todas las estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno).

II.1. Objetivos particulares.

a) Recabar información ecológica, de abundancia y conductual (alturas y dirección de vuelo)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

de la fauna voladora migratoria y residente durante las diferentes temporadas del año en la zona de estudio.

b) Estimar la distribución y abundancia relativa de las especies de aves (residentes y migratorias) a lo largo del ciclo anual.

c) Determinar las alturas, direcciones de vuelo, y la intensidad del tráfico de las especies migratorias.

d) Evaluar el uso que la fauna voladora le da al espacio aéreo, dando principal importancia el área ocupada por las palas de los aerogeneradores (riesgo de colisión).

III. Descripción del área de estudio.

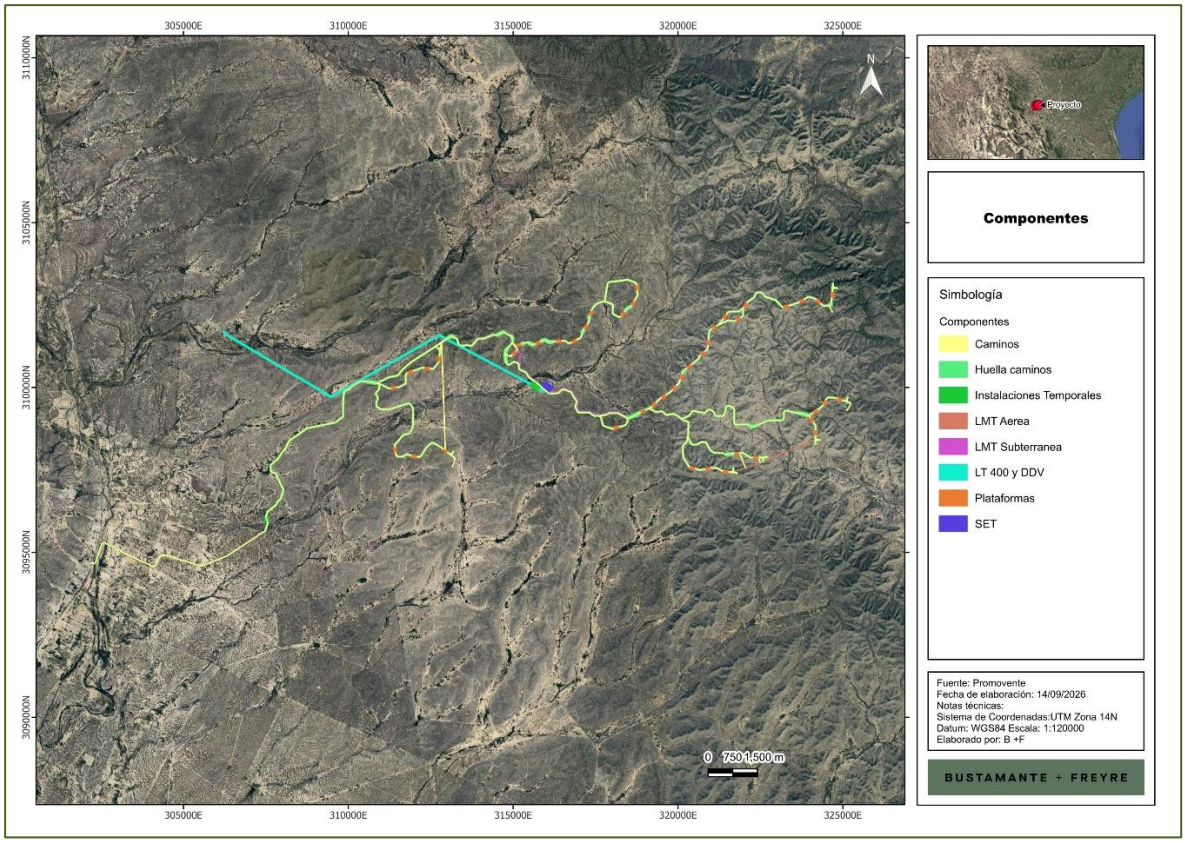
III.1. Parque Eólico La Noria.

III.1.1. Ubicación geográfica.

El proyecto Parque Eólico La Noria se encuentran en el municipio de Villa Unión, Coahuila, al Suroeste de la cabecera municipal; el acceso se ubica en la calle Dr. Roberto Montemayor Seguy de la carretera federal No. 23, que conecta la ciudad con la Presa Don Martín. Dentro del sitio se deben recorrer aproximadamente 25 km de terracería para llegar al área donde se desarrollará el proyecto. Colinda al norte con los municipios de Allende y Nava; al este con el municipio de Guerrero; al sur con el municipio de Juárez; al oeste con los municipios de Sabinas y Allende.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 1. Emplazamiento del Parque Eólico La Noria.



III.1.2. Aspectos Generales (Bióticos y Abióticos).

Según la información cartográfica documental por el INEGI, la climatología presente en el área del Proyecto la zona presenta un clima seco semicálido en el 88 % del municipio. La precipitación total anual oscila entre 300 a 500 mm y la temperatura anual es entre los 20° y 24°C. El parque se localiza dentro de la región hidrológica del Bravo-Conchos y la cuenca

P. Falcón y R. Salado. Se ubica en la región fisiográfica denominada Sierra Madre Oriental y la subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León, caracterizadas por una alternancia de llanuras y lomeríos compuestos por rocas sedimentarias del Cretácico, las rocas más importantes son lutitas y Calizas. Los tipos de vegetación más característicos de la subprovincia son el matorral espinoso tamaulipeco, mezquital y submontano. Se presentan en forma alternada sobre suelos del tipo Regosol o Redzina, dentro del área del proyecto.

Se encuentra distribuido a una altura de 380 msnm como media y tiene una fisonomía de matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo. Con presencia de especies como Larrea tridentata, Leucophyllum frutescens, Yucca sp. y Agave lechuguilla. como las más representativas de este

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

tipo de ecosistemas.

IV. Metodología.

IV.1. Monitoreo Aves.

IV.1.1. Puntos de Conteo.

Los conteos por puntos son el principal método de monitoreo de aves. El método permite estudiar los cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat, y los patrones de abundancia de cada especie. En los censos por puntos, el observador permanece en un punto fijo y toma nota de todas las aves vistas y escuchadas en un área ilimitada durante un periodo de tiempo determinado (Ralph et al., 1996).

Los observadores que desarrollaron el monitoreo de conteo puntual realizaron identificación visual y acústica de las aves, con toma de distancias (Buckland et al. 2001) en cada una de las ubicaciones seleccionadas por campaña (Tabla 1). El observador procuró acceder al punto de conteo causando el mínimo de perturbación a las aves y comenzar a contar tan pronto como llegue al punto. El periodo de censado por punto fue de 10 min. Se tomó nota del número del punto y la hora del día, las especies observadas anotadas en el orden en que fueron detectadas.

Tabla 1 Ubicación de los puntos de conteo seleccionados para el muestreo**.**

Punto	UTM Z14 X	UTM Z14 Y
PC01	312972	3098044
PC02	311427	3098059
PC03	309816	3098275
PC04	309804	3099082
PC05	310226	3100114
PC06	311449	3099980
PC07	311928	3100466
PC08	312781	3100899
PC09	314758	3100512
PC10	314973	3101010
PC11	315243	3101297
PC12	315820	3101366
PC13	317255	3101896
PC14	317391	3102312
PC15	318383	3102274
PC16	318688	3102610
PC17	316068	3100008
PC18	319013	3099296

Punto	UTM Z14 X	UTM Z14 Y
PC46	312296	3099280
PC47	313789	3099805
PC48	312173	3101720
PC49	313425	3102539
PC50	315568	3102776
PC51	317508	3100225
PC52	317776	3101586
PC53	319371	3101740
PC54	320288	3101970
PC55	321518	3098673
PC56	322614	3098337
PC57	309727	3099954
PC58	306611	3100961
PC59	305508	3098181
PC60	304407	3096000
PC61	302413	3085580
PC62	303952	3086956
PC63	304050	3088475

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Punto	UTM Z14 X	UTM Z14 Y
PC19	319638	3099754
PC20	320143	3100387
PC21	320943	3101433
PC22	321179	3101849
PC23	322101	3102541
PC24	323355	3102459
PC25	321863	3097996
PC26	322438	3097862
PC27	324154	3098552
PC28	324497	3099597
PC29	307653	3097653
PC30	304161	3094651
PC31	307752	3093449
PC32	308832	3094805
PC33	310001	3096495
PC34	310525	3095080
PC35	310501	3094106
PC36	311044	3093077
PC37	312208	3093388
PC38	312905	3094585
PC39	313206	3096942
PC40	311812	3097549
PC41	310753	3098291
PC42	310098	3098436
PC43	308033	3098093
PC44	307618	3097409
PC45	311326	3099010

Punto	UTM Z14 X	UTM Z14 Y
PC64	305656	3090629
PC65	306132	3091839
PC66	307996	3091092
PC67	309145	3092056
PC68	310316	3091578
PC69	311599	3092485
PC70	312660	3092929
PC71	312733	3091157
PC72	313496	3091390
PC73	313820	3092376
PC74	314826	3091955
PC75	313725	3093580
PC76	314066	3095109
PC77	313778	3096833
PC78	315255	3096790
PC79	305498	3102891
PC80	305004	3103341
PC81	305617	3103754
PC82	306344	3103820
PC83	306431	3104262
PC84	307011	3104199
PC85	302256	3097650
PC86	300283	3092446
PC87	301271	3091690
PC88	299459	3090988
PC89	296430	3088552
PC90	296636	3087698

IV.1.2. Puntos de Interacción.

Se realizaron puntos de interacción, como un esfuerzo de muestreo independiente (Tabla 2). Se realizaron con una duración de una hora y a lo largo del día, registrando individuos de aves que vuelen en la zona, incluyendo su altura, dirección y distancia de vuelo, comportamiento general y uso del hábitat. Se les dio especial énfasis a las especies de aves rapaces (residentes y migratorias), registrándose cualquier actividad, comportamiento y uso del hábitat. Todos los puntos de interacción se muestrean por campaña. Se registraron datos meteorológicos como la velocidad y dirección del viento, nubosidad, tipo de nubes y temperatura ambiental, además se categorizaron

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

las alturas en estratos de riesgo que corresponden a la zona en la que las palas giran y se determinaron 8 direcciones de vuelo, norte, noreste, noroeste, sur, sureste, suroeste, este y oeste.

Tabla 2 Ubicación de los puntos de interacción seleccionados para el muestreo.

Punto	UTM Z14 X	UTM Z14 Y
PI01	312987	3098026
PI02	311956	3100479
PI03	309848	3099277
PI04	316068	3100008
PI05	317391	3102312
PI06	319013	3099296
PI07	322101	3102541
PI08	309443	3095147
PI09	310547	3098030
PI10	307636	3096038
PI11	313996	3102177

Punto	UTM Z14 X	UTM Z14 Y
PI12	317480	3100305
PI13	321400	3098627
PI14	323370	3098613
PI15	304310	3094951
PI16	306655	3100584
PI17	305993	3091474
PI18	312460	3092840
PI19	313778	3096833
PI20	317155	3098131
PI21	305220	3103206

IV.2. Monitoreo Quirópteros.

IV.2.1. Grabación Acústica.

El método de detección ultra acústica se utiliza principalmente para detectar a las especies de murciélagos, cuyas vocalizaciones se dan en alta frecuencia (muy por arriba del rango audible para el ser humano > 20 kHz). Los detectores de murciélagos han resultado efectivos para describir especies del grupo, que vuelan por arriba del dosel, a alturas mayores a los 3 m y que no suelen caer en las redes de niebla. Las grabaciones se llevarán a cabo mediante el sistema de detección de ultrasonidos de expansión de tiempo real, el cual permite monitorear la actividad de murciélagos durante la noche, los cuales fueron utilizados para grabar en cada punto (Tabla 3) durante 15 minutos (O'Farrell y Gannon, 1999; O´Farrell et al. 2000). Estos detectores de murciélagos están equipados con un micrófono ultrasónico de banda ancha omnidireccionales que permiten grabar pases de murciélagos en direcciones de 360°.

Se configurará el monitoreo y detector para que solo cuando pase un murciélago se active el disparador y grabe la señal emitida (Khz) para su análisis. Las grabaciones obtenidas se analizaron con un programa especializado para identificar las señales a nivel de especie usando los criterios de determinación existentes en literatura. Para la determinación taxonómica de especies, o en su caso de los sonotipos, se midieron 6 parámetros de cada llamado (Dur: duración, Fmax: frecuencia máxima, Fmin: frecuencia mínima, fmean: frecuencia media, Tk: tiempo de inicio del llamado a la inflexión o rodilla, y Fk: frecuencia de la inclinación; O'Farrell et al., 1999). Con las grabaciones obtenidas será posible estimar la forma en que los murciélagos usan el espacio aéreo del predio y la actividad de forrajeo de cada especie (Kunz et al. 2007a).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Los murciélagos usan una amplia variedad de tipos de señales especie-específicas que difieren en estructura de la frecuencia, duración y nivel de presión sonora. Los llamados que emiten se clasifican en función de la tarea que están realizando y la tasa a la que se reproduce. Cuando los pulsos son distantes el uno del otro, de larga duración y siguen un intervalo constante se denominan de búsqueda. La proporción de secuencias de captura respecto al número total de secuencias grabadas dará una estimación de que tanto están utilizando las especies al predio como área de forrajeo. El análisis de los llamados consistió en la separación de los archivos útiles. Se consideró como archivo útil (un pase) aquel que tuviera al menos 2 llamados sucesivos de ecolocalización; de esta forma se eliminaron archivos con secuencias fragmentadas o con ruido ambiental (Fenton, 1970, Thomas, 1988).

Tabla 3 Ubicación de los sitios de grabación nocturnos seleccionados para el muestreo.

Punto	UTM Z14 X	UTM Z14 Y
G01	312972	3098044
G02	311419	3098030
G03	311449	3099980
G04	311956	3100479
G05	312301	3101325
G06	309816	3098275
G07	314973	3101010
G08	316068	3100008
G09	316923	3101425
G10	317260	3101900
G11	318383	3102274
G12	319013	3099296
G13	319638	3099754
G14	322438	3097862
G15	324154	3098552
G16	307752	3093449
G17	308832	3094805
G18	310501	3094106
G19	312208	3093388
G20	310001	3096495
G21	312026	3097861
G22	311326	3099010
G23	312296	3099280

Punto	UTM Z14 X	UTM Z14 Y
G24	313789	3099805
G25	317508	3100225
G26	317776	3101586
G27	319371	3101740
G28	320288	3101970
G29	315568	3102776
G30	322614	3098337
G31	305656	3090629
G32	306132	3091839
G33	309145	3092056
G34	312660	3092929
G35	312733	3091157
G36	313820	3092376
G37	314826	3091955
G38	313725	3093580
G39	314066	3095109
G40	313778	3096833
G41	315255	3096790
G42	305498	3102891
G43	305617	3103754
G44	306344	3103820
G45	307011	3104199

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.2.2. Estaciones de Redeo.

Para describir a la comunidad de murciélagos que se distribuyen en el emplazamiento propuesto se realizaron muestreos con redes de niebla durante dos a tres noches por campaña, por temporada (primavera, verano y otoño). Este tipo de metodología complementaría fue necesaria debido a que las especies de murciélagos que emiten sonidos de ecolocación de baja intensidad son mucho menos detectables que aquellos que emiten sonidos de ecolocación de alta intensidad (Rydell et al. 2002). por esta razón, en muchos casos la presencia, comportamiento y actividad de los murciélagos que emiten sonidos de baja intensidad no puede ser evaluada con el monitoreo acústico.

Se aplico el mismo esfuerzo de muestreo en cada uno de los sitios potenciales (Tabla 4) con la finalidad de hacer comparaciones entre ellos, las redes se instalaron 15 minutos antes del anochecer y permanecieron abiertas entre 4 y 6 horas. Los murciélagos capturados se identificaron a nivel de especie siguiendo la clasificación taxonómica propuesta por Medellín y Arita (1997). Además, se registró la siguiente información: Hora de captura, sexo, edad (juvenil o adulto) y estado reproductivo (para machos si presentaban los testículos en posición abdominal o escrotal y en hembras si estaban inactivas, preñadas o lactando). Se tomaron algunas medidas correspondientes al antebrazo y el peso. Posteriormente los murciélagos fueron liberados en el mismo sitio de su captura.

Tabla 4 Ubicación de las estaciones captura de murciélagos donde se instalaron las redes de niebla

Punto	UTM Z14 X	UTM Z14 Y
R01	312331	3099395
R02	312160	3101702
R03	307602	3097449
R04	310490	3094119

IV.3. Análisis.

IV.3.1. Representatividad y Riqueza.

Con la información obtenida a través de las observaciones de aves, se generaron curvas de acumulación de especies y se determinó la eficiencia del muestreo con intervalos de confianza de 95% (Colwell et al., 2004 y Colwell et al. 2012) y verificar que se alcance la asíntota que indicaría un muestreo representativo de la zona. En cuanto a los quirópteros se utilizó la información obtenida por la detección ultrasónica.

Por cada método de recolecta se realizaron matrices con los datos de presencia-ausencia (Colwell, 2013). Los datos se combinaron 1,000 veces para obtener una distribución aleatoria, eliminar el efecto de orden de ingreso y suavizar la curva. La riqueza esperada se calculó a través de los estimadores no paramétricos de riqueza basados en abundancia y/o en presencia dependiendo del tipo de muestreo: Chao 1 (Chao 1984, Chazdon et al. 1998); y Chao 2 (Chazdon et al. 1998). La

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

completitud del inventario se obtuvo calculando el porcentaje de especies observadas respecto a las calculadas por los estimadores (Moreno y Halffter, 2000).

El listado sistemático de las especies de aves se realizará de acuerdo con el criterio de la (American Ornithologists’ Union 1998, 2000) y suplementos; (Banks et al., 2000; Chesser et al., 2017); incluyendo nombres comunes español (Escalante et al. 2014). Se determinará la permanencia estacional y temporal de las aves en base a lo mencionado por Howell y Webb (1995), el gremio funcional y la técnica de forrajeo (Ehrlich et al. 1988). Finalmente, se determinará el estatus de conservación de las especies en base a la NOM-059- SEMARNAT-2001 (SEMARNAT 2010) y la Lista Roja de Especies Amenazadas (IUCN).

IV.3.2. Abundancia.

Se calculó un índice de abundancia relativa (Ar) para aves y quirópteros, con base en el número de individuos observados por especie entre el total de los individuos observados. El esfuerzo de muestreo en redes de niebla se calculó por cada periodo. El total fue utilizado para estimar la abundancia relativa (Ar), que se refiere al número de individuos colectados de cada especie, dividido por el número de red/hora total (Medellín, 1993).

IV.3.3. Diversidad.

Para la estimación de Abundancia y Diversidad se aplicó un Índice de Shannon-Wiener, el cual se usa en la ecología y otras ciencias para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente con una H’ y se expresa siempre con número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, valores inferiores a 2 se consideran ecosistemas de diversidad baja y superiores a 3 ecosistemas de diversidad alta. Es importante aclarar que normalmente los ecosistemas con mayores valores son bosques tropicales o arrecifes de coral, mientras que las zonas desérticas y similares son las de menores valores en cuanto a diversidad. Con el fin de comparar la diversidad se calcularon otros índices como el de diversidad de Simpson, el cual se interpreta como la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar pertenezcan a la misma especie. Asimismo, se calculó Shannon e ', es decir, el número de especies equitativamente comunes en una comunidad. De manera adicional, se evaluó el índice de equitatividad de J’, para determinar la heterogeneidad de la comunidad dependiente entre las especies.

La fórmula para aplicar el índice de Shannon es la siguiente.

$$H = -\sum_{i=1}^{S} (Pi)(Log2Pi)$$

La fórmula para aplicar el índice de Simpson es la siguiente.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

$$D = \sum_{i=1}^{S} (n_i/N)^2$$

La fórmula para aplicar el índice e ' es la siguiente.

$$D_q = (\sum_{i=1}^{S} p_i^q)^{\frac{1}{1-q}}$$

La fórmula para aplicar la equitatividad de J' es la siguiente.

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

IV.3.4. Recambio temporal y Similitud.

Se calculó el índice de similitud por proyecto para evaluar la estructura de las especies de aves (Hammer et al. 2001) y a partir de la matriz de similaridad se utilizó un análisis de agrupamiento por promedio simple (Simple-Average Link Clustering) para obtener un dendrograma (McAleece et al. 1997).

IV.3.5. Uso de hábitat.

Se realizaron cálculos sobre los porcentajes de gremios alimenticios de las aves, como la temporalidad en las que están presentes las mismas, así mismo se hizo una descripción cuantitativa de la actividad y sustrato observado.

V. Resultados.

V.1. Aves.

V.1.1. Representatividad Verano.

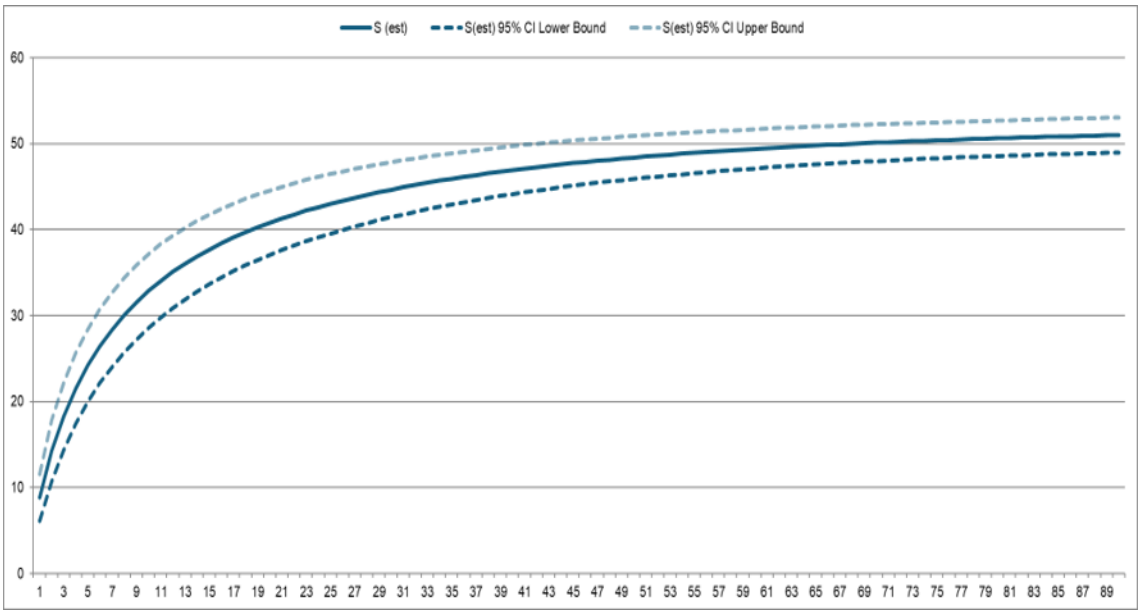
Para determinar si el esfuerzo de muestreo por puntos de conteo para fauna voladora fue representativo en el área de estudio, se generaron curvas de acumulación de especies. El número medio de especies registradas por unidad de muestreo fue de 0.57 especies, presentando un IC95% de +/- 2.5 especies (Figura 2).

De acuerdo con el estimador de riqueza basado en abundancia (Chao 1) y el estimador de riqueza basado en incidencias (Chao 2), se calcularon riquezas de 51.75 y 51.79 respectivamente,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

presentando un índice de completitud promedio de 98.7% el cual representa un esfuerzo de muestreo procedente para describir de manera confiable la comunidad de aves en la zona durante el monitoreo correspondiente a verano (Figura 3).

Figura 2. Curva de acumulación de especies para aves por esfuerzo de muestreo, con IC95% para los muestreos realizados (Colwell et al, 2004). (Verano).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 3. Comparativa de la riqueza registrada en campo, con los estimadores de riqueza Chao 1 (Chao, 1984; Chazdon et al., 1998), Chao 2 (Chazdon et al. 1998).

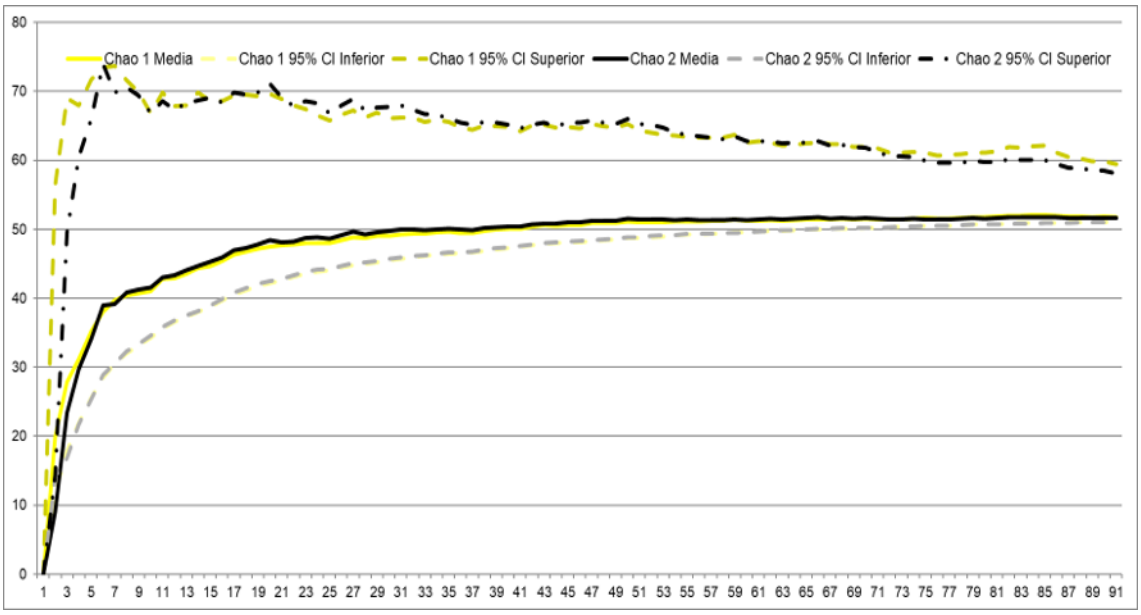


Tabla 5 Concentrado de riquezas obtenidas en el año durante el monitoreo de aves; incluyendo estimadores de riquezas de Chao 1 y Chao 2.

Riqueza (S) (IC95%)	Estimador	S Estimada (IC95%)	%IC	%IC Promedio
51.00 (48.95-53.05)	Chao 1	51.75 (51.07-59.45)	98.55	98.7
	Chao 2	51.59 (51.05-58.05)	98.86	

V.1.2. Riqueza.

Durante el monitoreo, se registraron un total de 51 especies, mismas que se agrupan taxonómicamente en 9 Órdenes y 21 Familias (Tabla 6). La especie más abundante de manera general es la Cenzontle común (Mimus polyglottos).

Tabla 6 Listado de especies de aves reportadas durante el muestreo en el área de estudio

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja
		Geranoaetus albicaudatus	Aguililla Cola Blanca
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles acutipennis	Chotacabras Menor
Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes aura	Zopilote Aura

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común
		Coragyps atratus	Zopilote Negro
Columbiformes	Columbidae	Columbina inca	Tortolita Cola Larga
		Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo
		Zenaida asiatica	Paloma Ala Blanca
		Zenaida macroura	Paloma Huilota
Cuculiformes	Cuculidae	Geococcyx californianus	Correcaminos Norteño
Falconiformes	Falconidae	Falco sparverius	Cernícalo
Galliformes	Odontophoridae	Callipepla squamata	Codorniz Escamosa
		Colinus virginianus	Codorniz Cotui
Passeriformes	Cardinalidae	Cardinalis cardinalis	Cardenal Norteño
		Cardinalis sinuatus	Cardenal Desertico
		Passerina caerulea	Picogordo Azul
		Passerina ciris	Colorín Sietecolores
		Passerina versicolor	Colorín Morado
	Corvidae	Corvus cryptoleucus	Cuervo Llanero
		Cyanocorax yncas	Chara Verde
	Fringillidae	Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano
		Spinus psaltria	Jilguerito Dominico
	Icteridae	Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor
		Icterus parisorum	Calandria Tunera
		Icterus spurius	Calandria Castaña
		Quiscalus mexicanus	Zanate Mexicano
		Sturnella neglecta	Pradero del Oeste
	Laniidae	Lanius ludovicianus	Verdugo
	Mimidae	Mimus polyglottos	Cenzontle Común
		Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Piquicurvo
	Parulidae	Icteria virens	Chipe Gande
	Passerellidae	Aimophila ruficeps	Zacatonero Corona Canela
		Amphispiza bilineata	Gorrion Garganta Negra
		Arremonops rufivirgatus	Rascador Oliváceo
		Chondestes grammacus	Gorrión Arlequín
		Melozone fusca	Rascador Viejita
		Peucaea cassinii	Zacatonero de Cassin
	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita Azulgris
		Polioptila melanura	Perlita del Desierto
	Remizidae	Auriparus flaviceps	Baloncillo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común
	Troglodytidae	Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del Desierto
		Thryomanes bewickii	Chivirin Cola Oscura
		Thryothorus ludovicianus	Saltapared de Carolina
	Tyrannidae	Myiarchus cinerascens	Papamoscas Cenizo
		Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo
		Pyrocephalus rubinus	Mosquero Cardenal
		Sayornis nigricans	Papamoscas Negro
		Tyrannus couchii	Tirano Cuir
	Vireonidae	Vireo griseus	Vireo Ojiblanco
Piciformes	Picidae	Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano
		Melanerpes aurifrons	Carpintero Cheje

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

V.1.2.1. Especies con categoría de riesgo.

De las especies reportadas durante la temporada, a nivel federal, se registraron 2 dentro de la NOM-059- SEMARNAT-2010, bajo la categoría de Protección especial (Pr), mientras que, a nivel internacional, se registran tres especies Casi Amenazadas (NT) en la lista roja de la IUCN (2026). En los CITES (2026), dentro del apéndice II, se registran tres especies y en el apéndice I reporta una especie (Tabla 7).

Tabla 7 Especies de aves protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en alguna categoría de riesgo por la UICN 2026, y/o en los Apéndices de CITES, registradas en el área de estudio.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Español	NOM- 059	UICN	CITES
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	SC	LC	II
		Geranoaetus albicaudatus	Aguililla cola blanca	Pr	LC	II
Falconiformes	Falconidae	Falco sparverius	Cernícalo	SC	LC	II
Galliformes	Odontophoridae	Colinus virginianus	Codorniz cotui	SC	NT	I
Passeriformes	Cardinalidae	Passerina ciris	Colorín sietecolores	Pr	NT	-
	Laniidae	Lanius ludovicianus	Verdugo	SC	NT	-

V.1.2.2. Permanencia estacional.

De las 51 especies registradas durante el verano, el 80.39% (41 especies), son residentes de la zona, del resto de las aves reportadas se consideran especies migratorias de verano 19.61% según Birds of North America (BNA 2026) (BNA 2026) (Tabla 8, Figura 4).

Tabla 8 Residencia temporal de las especies registradas en el área de estudio, según Birds of North America (BNA 2026).

Especie	Migratoria de Verano	Residente
Aimophila ruficeps		X
Amphispiza bilineata		X
Arremonops rufivirgatus		X
Auriparus flaviceps		X
Buteo jamaicensis		X
Callipepla squamata		X
Campylorhynchus brunneicapillus		X
Cardinalis cardinalis		X
Cardinalis sinuatus		X
Cathartes aura		X
Chondestes grammacus		X
Chordeiles acutipennis	X	

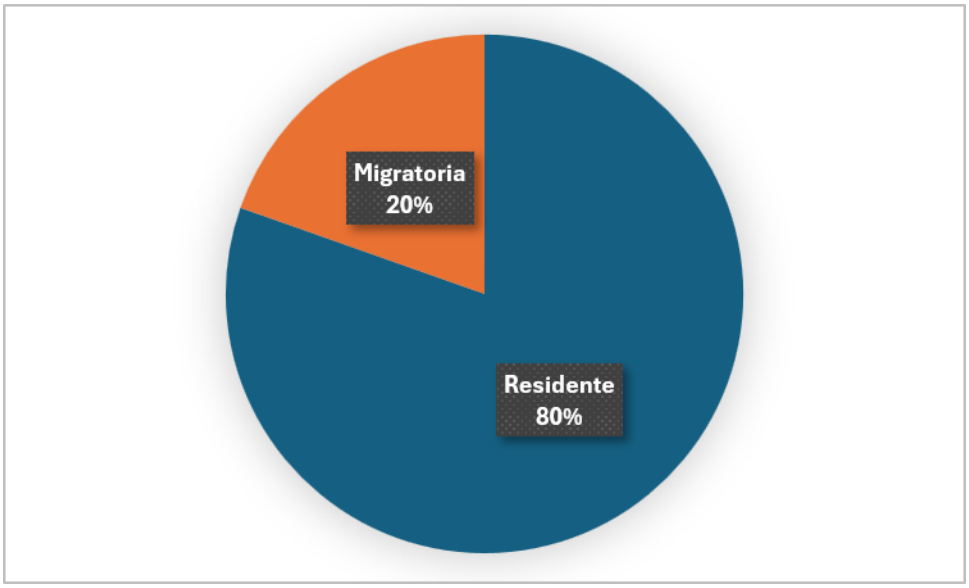
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Migratoria de Verano	Residente
Colinus virginianus		X
Columbina inca		X
Columbina passerina		X
Coragyps atratus		X
Corvus cryptoleucus		X
Cyanocorax yncas		X
Dryobates scalaris		X
Falco sparverius		X
Geococcyx californianus		X
Geranoaetus albicaudatus		X
Haemorhous mexicanus		X
Icteria virens	X	
Icterus cucullatus	X	
Icterus parisorum	X	
Icterus spurius	X	
Lanius ludovicianus		X
Melanerpes aurifrons		X
Melozone fusca		X
Mimus polyglottos		X
Myiarchus cinerascens	X	
Passerina caerulea	X	
Passerina ciris	X	
Passerina versicolor	X	
Peucaea cassinii		X
Pitangus sulphuratus		X
Polioptila caerulea		X
Polioptila melanura		X
Pyrocephalus rubinus		X
Quiscalus mexicanus		X
Sayornis nigricans		X
Spinus psaltria		X
Sturnella neglecta		X
Thryomanes bewickii		X
Thryothorus ludovicianus		X

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Migratoria de Verano	Residente
Toxostoma curvirostre		X
Tyrannus couchii		X
Vireo griseus		X
Zenaida asiatica	X	
Zenaida macroura		X

Figura 4. Porcentaje de temporalidad de las especies registradas durante el monitoreo en el área de estudio.



V.1.2.3. Gremios.

Las especies pertenecientes al gremio insectívoro representan la mayoría de las especies que fueron registradas, abarcando el 37.25% del total, seguidas de los gremios omnívoro y granívoro, teniendo estos una representatividad con valores desde el 31.37 y 17.65% respectivamente. Las especies de carroñero y carnívoro fueron las menos abundantes en el área (Tabla 9, Figura 5).

Tabla 9 Gremio alimenticio por especie registrada durante el verano.

Especie	Carnívoro	Carroñero	Granívoro	Insectívoro	Omnívoro
Aimophila ruficeps			X		
Amphispiza bilineata					X
Arremonops rufivirgatus					X
Auriparus flaviceps				X	

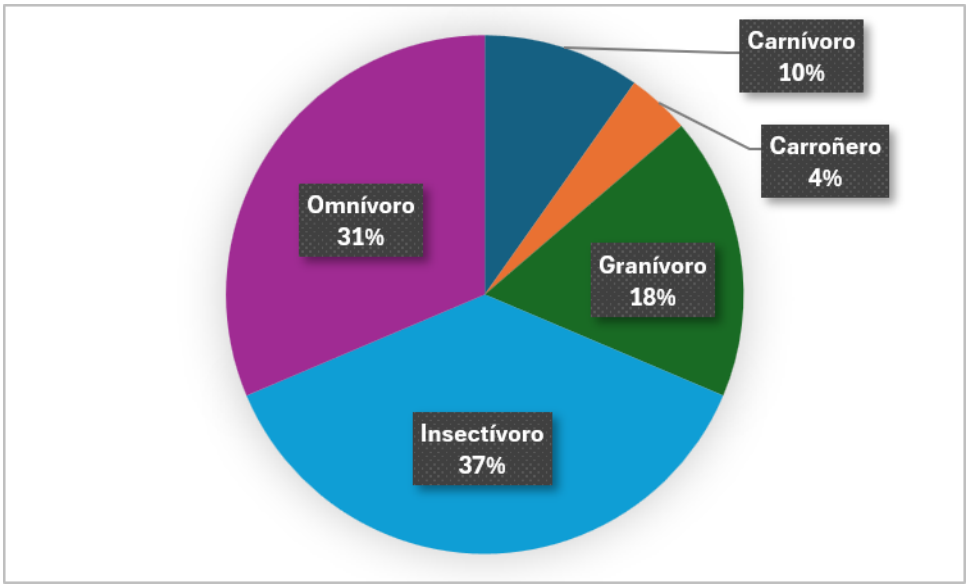
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Carnívoro	Carroñero	Granívoro	Insectívoro	Omnívoro
Buteo jamaicensis	X				
Callipepla squamata					X
Campylorhynchus brunneicapillus				X	
Cardinalis cardinalis					X
Cardinalis sinuatus					X
Cathartes aura		X			
Chondestes grammacus					X
Chordeiles acutipennis				X	
Colinus virginianus			X		
Columbina inca			X		
Columbina passerina			X		
Coragyps atratus		X			
Corvus cryptoleucus					X
Cyanocorax yncas					X
Dryobates scalaris				X	
Falco sparverius	X				
Geococcyx californianus	X				
Geranoaetus albicaudatus	X				
Haemorhous mexicanus			X		
Icteria virens				X	
Icterus cucullatus				X	
Icterus parisorum				X	
Icterus spurius				X	
Lanius ludovicianus	X				
Melanerpes aurifrons				X	
Melozone fusca			X		
Mimus polyglottos					X
Myiarchus cinerascens				X	
Passerina caerulea					X
Passerina ciris					X
Passerina versicolor					X
Peucaea cassinii					X
Pitangus sulphuratus					X
Polioptila caerulea				X	
Polioptila melanura				X	
Pyrocephalus rubinus				X	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Carnívoro	Carroñero	Granívoro	Insectívoro	Omnívoro
Quiscalus mexicanus					X
Sayornis nigricans				X	
Spinus psaltria			X		
Sturnella neglecta					X
Thryomanes bewickii				X	
Thryothorus ludovicianus				X	
Toxostoma curvirostre				X	
Tyrannus couchii				X	
Vireo griseus				X	
Zenaida asiatica			X		
Zenaida macroura			X		

Figura 5. Porcentaje de temporalidad de las especies registradas durante el monitoreo en el área de estudio.



V.1.3. Frecuencia de Ocurrencia (FO) y Abundancia relativa (A) por Zona.

La abundancia total de aves fue de 1,071; siendo el área de influencia la zona con la mayor abundancia, registrando el 35.3% (378) de los individuos. De manera general, las especies con mayor abundancia relativa fueron: Cenzontle común (Mimus polyglottos) (AR=0.143); Gorrion garganta negra (Amphispiza bilineata) (AR=0.094); el Chivirin cola oscura (Thryomanes bewickii) (AR=0.080) (Tabla 10).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Zonificando, la frecuencia de ocurrencia (FO) total obtenida durante los puntos de conteo fue de FO= 11.9 Inds/punto, siendo la región ecológica la zona con mayor FO registrada, seguido por el área de influencia y por último área de proyecto.

Tabla 10 Concentrado de abundancia (Ab), Abundancia relativa (AR) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) por especie para aves por zona de estudio.

Nombre científico	Área Proyecto			Área de Influencia			Región Ecológica			General		
	A	AR	FO	A	AR	FO	A	AR	FO	A	AR	FO
Aimophila ruficeps	5	0.016	0.167	7	0.019	0.233	5	0.013	0.133	17	0.016	0.189
Amphispiza bilineata	32	0.101	0.767	36	0.095	0.933	33	0.088	0.767	101	0.094	1.122
Arremonops rufivirgatus	-	-	-	1	0.003	0.033	-	-	-	1	0.001	0.011
Auriparus flaviceps	3	0.009	0.100	1	0.003	0.033	1	0.003	0.033	5	0.005	0.056
Buteo jamaicensis	1	0.003	0.033	-	-	-	1	0.003	0.033	2	0.002	0.022
Callipepla squamata	7	0.022	0.167	20	0.053	0.167	1	0.003	0.033	28	0.026	0.311
Campylorhynchus brunneicapillus	11	0.035	0.367	11	0.029	0.367	14	0.037	0.400	36	0.034	0.400
Cardinalis cardinalis	14	0.044	0.367	3	0.008	0.100	3	0.008	0.033	20	0.019	0.222
Cardinalis sinuatus	6	0.019	0.167	-	-	-	3	0.008	0.100	9	0.008	0.100
Cathartes aura	4	0.013	0.133	4	0.011	0.100	10	0.027	0.200	18	0.017	0.200
Chondestes grammacus	8	0.025	0.167	8	0.021	0.267	6	0.016	0.167	22	0.021	0.244
Chordeiles acutipennis	-	-	-	2	0.005	0.067	1	0.003	0.033	3	0.003	0.033
Colinus virginianus	8	0.025	0.267	9	0.024	0.267	6	0.016	0.200	23	0.021	0.256
Columbina inca	-	-	-	8	0.021	0.067	-	-	-	8	0.007	0.089
Columbina passerina	1	0.003	0.033	-	-	-	3	0.008	0.100	4	0.004	0.044
Coragyps atratus	3	0.009	0.033	4	0.011	0.133	6	0.016	0.200	13	0.012	0.144
Corvus cryptoleucus	1	0.003	0.033	1	0.003	0.033	2	0.005	0.067	4	0.004	0.044
Cyanocorax yncas	1	0.003	0.033	1	0.003	0.033	2	0.005	0.067	4	0.004	0.044
Dryobates scalaris	5	0.016	0.167	13	0.034	0.333	4	0.011	0.133	22	0.021	0.244
Falco sparverius	1	0.003	0.033	-	-	-	3	0.008	0.100	4	0.004	0.044
Geococcyx californianus	9	0.028	0.200	6	0.016	0.200	6	0.016	0.167	21	0.020	0.233
Geranoaetus albicaudatus	-	-	-	-	0.000	0.000	2	0.005	0.067	2	0.002	0.022
Haemorhous mexicanus	7	0.022	0.200	6	0.016	0.167	12	0.032	0.300	25	0.023	0.278
Icteria virens	-	-	-	-	-	-	1	0.003	0.033	1	0.001	0.011
Icterus cucullatus	10	0.031	0.200	10	0.026	0.333	14	0.037	0.367	34	0.032	0.378
Icterus parisorum	4	0.013	0.067	1	0.003	0.033	4	0.011	0.067	9	0.008	0.100
Icterus spurius	1	0.003	0.033	2	0.005	0.067	3	0.008	0.100	6	0.006	0.067
Lanius ludovicianus	4	0.013	0.133	3	0.008	0.100	-	-	-	7	0.007	0.078
Melanerpes aurifrons	6	0.019	0.133	7	0.019	0.200	5	0.013	0.167	18	0.017	0.200
Melozone fusca	6	0.019	0.200	5	0.013	0.167	2	0.005	0.067	13	0.012	0.144
Mimus polyglottos	44	0.138	0.733	52	0.138	0.800	57	0.152	0.933	153	0.143	1.700
Myiarchus cinerascens	4	0.013	0.133	5	0.013	0.167	1	0.003	0.033	10	0.009	0.111
Passerina caerulea	3	0.009	0.100	8	0.021	0.267	13	0.035	0.333	24	0.022	0.267
Passerina ciris	8	0.025	0.233	23	0.061	0.567	18	0.048	0.533	49	0.046	0.544
Passerina versicolor	1	0.003	0.033	-	-	-	-	-	-	1	0.001	0.011

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Nombre científico	Área Proyecto			Área de Influencia			Región Ecológica			General		
	A	AR	FO	A	AR	FO	A	AR	FO	A	AR	FO
Peucaea cassinii	8	0.025	0.267	16	0.042	0.433	11	0.029	0.367	35	0.033	0.389
Pitangus sulphuratus	1	0.003	0.033	3	0.008	0.067	1	0.003	0.033	5	0.005	0.056
Polioptila caerulea	5	0.016	0.167	1	0.003	0.033	4	0.011	0.133	10	0.009	0.111
Polioptila melanura	7	0.022	0.133	9	0.024	0.233	9	0.024	0.267	25	0.023	0.278
Pyrocephalus rubinus	3	0.009	0.100	-	-	-	2	0.005	0.067	5	0.005	0.056
Quiscalus mexicanus	6	0.019	0.067	5	0.013	0.100	2	0.005	0.067	13	0.012	0.144
Sayornis nigricans	-	-	-	-	-	-	2	0.005	0.067	2	0.002	0.022
Spinus psaltria	2	0.006	0.067	1	0.003	0.033	-	-	-	3	0.003	0.033
Sturnella neglecta	2	0.006	0.067	6	0.016	0.167	3	0.008	0.100	11	0.010	0.122
Thryomanes bewickii	33	0.104	0.733	29	0.077	0.700	24	0.064	0.667	86	0.080	0.956
Thryothorus ludovicianus	1	0.003	0.033	3	0.008	0.100	2	0.005	0.067	6	0.006	0.067
Toxostoma curvirostre	11	0.035	0.367	25	0.066	0.667	28	0.075	0.733	64	0.060	0.711
Tyrannus couchii	3	0.009	0.100	3	0.008	0.100	3	0.008	0.100	9	0.008	0.100
Vireo griseus	3	0.009	0.067	-	-	-	2	0.005	0.033	5	0.005	0.056
Zenaida asiatica	12	0.038	0.200	12	0.032	0.267	32	0.085	0.433	56	0.052	0.622
Zenaida macroura	3	0.009	0.000	8	0.021	0.100	8	0.021	0.233	19	0.018	0.211

V.1.4. Diversidad.

V.1.4.1. Diversidad por Zona.

De manera general, se describe el área con una diversidad alta, estimando un valor de H'= 3.34 (3.27 – 3.39 IC95%), con una equitatividad del J'= 0.85 (0.83 - 0.86 IC95%) (Tabla 11).

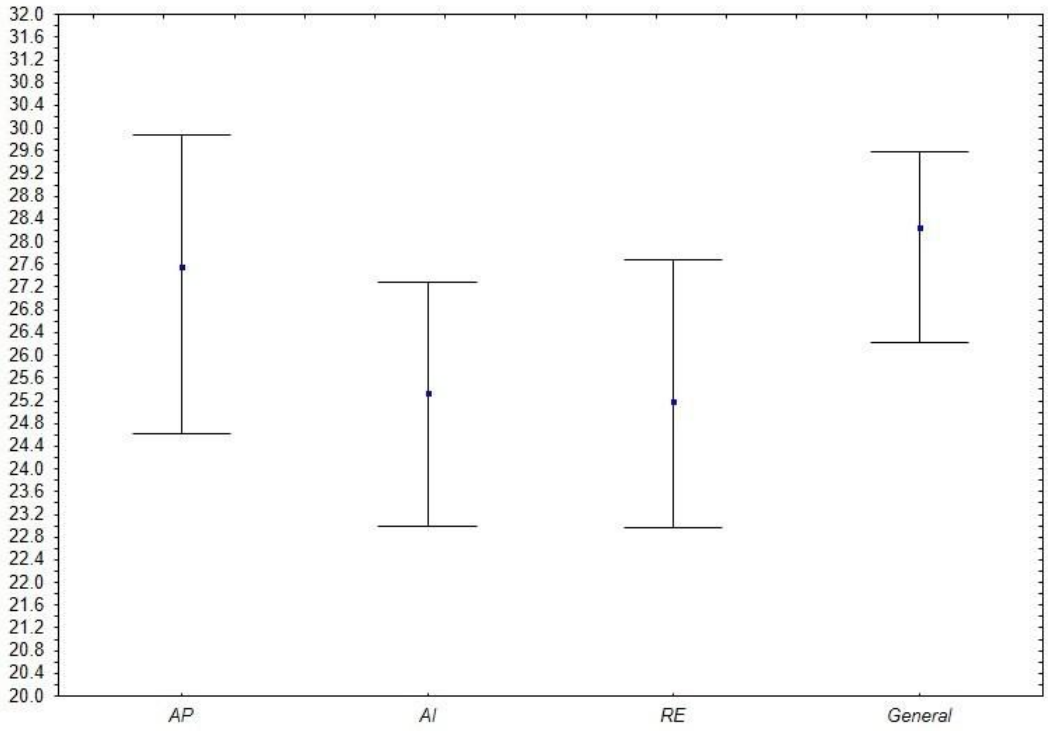
Por otra parte, el índice de Shannon en su forma de número efectivo (e ´), se presentó de manera general un valor de 28.25, el cual nos indica que la diversidad de la comunidad es igual a la que tendría una comunidad virtual con 28.25 especies, en la cual todas ellas tuvieran la misma abundancia. Teniendo el índice inverso de Simpson estimado en 1/D=18.49 especies efectivas.

Tabla 11 Índices de diversidad por zona de estudio.

Zona	H' (IC95%)	Shannon e '	J' (IC95%)	Simpson 1/D
AP	3.32 (3.20-3.40)	27.55 (24.53-29.87)	0.87 (0.84-0.89)	18.13 (21.33-15.01)
AI	3.23 (3.14-3.31)	25.33 (22.99-27.28)	0.87 (0.84-0.89)	17.91 (20.42-15.24)
RE	3.23 (3.13-3.32)	25.20 (22.97-27.74)	0.84 (0.82-0.87)	16.61 (19.54-14.24)
General	3.34 (3.27-3.39)	28.25 (26.29-29.58)	0.85 (0.83-0.86)	18.49 (20.19-16.56)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 6. Índices de diversidad por zona de estudio.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

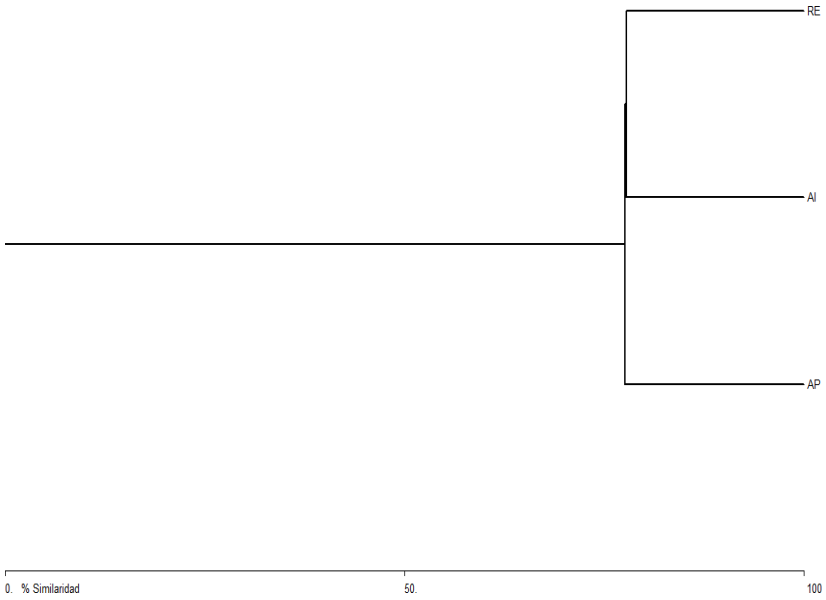
V.1.5. Índice de Similitud entre Zonas.

De acuerdo con el índice, las comunidades presentes en la región ecológica y área de influencia mostraron la mayor similitud (77.82%), sin embargo, cabe mencionar que las comunidades presentaron resultados de similitud muy equitativos, siendo el área del proyecto la zona con mayor distancia. (Tabla 12; Figura 7).

Tabla 12 Matriz de valores del índice de similitud entre las comunidades de aves en las distintas zonas de estudio.

	AP	AI	RE
AP	*	77.586 2	74.170 3
AI	*	*	77.822
RE	*	*	*

Figura 7. Dendograma de similitud entre las comunidades de aves por zona de estudio.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

V.1.6. Uso de Hábitat.

Del total de los registros obtenidos durante el verano en el área de estudio, se pudieron diferenciar seis usos de hábitats generales, de los cuales el mayormente observado fue la vocalización con un total de 732 registros (53.01%), seguido por el vuelo con 370 registros (26.79%), en tercer término, las perchas con 216 observaciones (15.64%). (Tabla 13).

Tabla 13 Uso de hábitat general de aves registrado durante el verano.

Especie	Descanso	Desplazamiento	Forrajeo	Percha	Vocalizando	Vuelo
Aimophila ruficeps	-	-	-	5	10	9
Amphispiza bilineata	-	-	-	11	87	15
Arremonops rufivirgatus	-	-	-	1	-	-
Auriparus flaviceps	-	-	-	3	3	-
Buteo jamaicensis	-	-	-	1	1	1
Callipepla squamata	1	2	-	-	9	23
Campylorhynchus brunneicapillus	-	-	1	3	38	-
Cardinalis cardinalis	-	-	-	6	14	7
Cardinalis sinuatus	-	-	-	3	8	-
Cathartes aura	-	-	-	3	-	145
Chondestes grammacus	-	-	10	-	12	-
Chordeiles acutipennis	3	-	-	-	-	1
Colinus virginianus	-	-	12	-	11	-
Columbina inca	-	-	8	-	-	2
Columbina passerina	-	-	2	-	-	6
Coragyps atratus	-	-	-	8	-	18
Corvus cryptoleucus	-	-	-	-	4	5
Cyanocorax yncas	-	-	-	-	4	-
Dryobates scalaris	-	-	-	-	22	2
Falco sparverius	-	-	-	4	-	-
Geococcyx californianus	1	-	3	3	15	-
Geranoaetus albicaudatus	-	-	-	-	-	4
Haemorhous mexicanus	-	-	-	7	15	7
Icteria virens	-	-	-	5	-	1
Icterus cucullatus	-	-	-	7	26	13
Icterus parisorum	-	-	-	10	-	2
Icterus spurius	-	-	-	-	6	-
Lanius ludovicianus	-	-	-	8	1	-
Melanerpes aurifrons	-	-	-	2	18	3

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Descanso	Desplazamiento	Forrajeo	Percha	Vocalizando	Vuelo
Melozone fusca	-	-	-	1	12	1
Mimus polyglottos	-	-	-	25	117	27
Myiarchus cinerascens	-	-	-	-	10	-
Passerina caerulea	-	-	-	5	16	4
Passerina ciris	-	-	-	6	43	-
Passerina versicolor	-	-	-	-	-	1
Peucaea cassinii	-	-	-	2	28	6
Pitangus sulphuratus	-	-	-	-	5	-
Polioptila caerulea	-	-	-	5	7	1
Polioptila melanura	-	-	-	6	24	4
Pyrocephalus rubinus	-	-	-	2	3	-
Quiscalus mexicanus	-	-	13	-	-	-
Sayornis nigricans	-	-	-	-	2	-
Spinus psaltria	-	-	-	-	3	-
Sturnella neglecta	-	-	-	5	8	4
Thryomanes bewickii	-	-	-	12	74	2
Thryothorus ludovicianus	-	-	-	-	6	-
Toxostoma curvirostre	-	-	-	10	55	3
Tyrannus couchii	-	-	-	-	9	-
Vireo griseus	-	-	-	-	5	1
Zenaida asiatica	-	-	-	38	1	41
Zenaida macroura	-	-	7	9	-	11

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

V.1.7. Altura de vuelo y Riesgo de colisión.

De acuerdo con lo observado en campo, se establecieron cuatro categorías de altura teóricas en cuanto a la altura y modelo del aerogenerador utilizado para el proyecto, las cuales se describen de la siguiente manera: categoría 1= debajo del punto más bajo del aspa (1-31 m), categoría 2 = entre el punto más bajo del aspa al centro del rotor (32-119 m), categoría 3 = del centro del rotor al punto más alto del aspa (119-206 m) y categoría 4 = alturas por encima del giro de las aspas (mayores a 206 m). Es importante mencionar que la clasificación a cada categoría va regida por la altura máxima observada en vuelo.

Tabla 14 Vuelos observados por especie de acuerdo su banda de altura de vuelo.

Nombre científico	Banda de Altura			
	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
Aimophila ruficeps	9	-	-	-
Amphispiza bilineata	15	-	-	-
Buteo jamaicensis	-	1	-	-
Callipepla squamata	23	-	-	-
Cardinalis cardinalis	7	-	-	-
Cathartes aura	22	73	38	12
Chordeiles acutipennis	1	-	-	-
Columbina inca	2	-	-	-
Columbina passerina	6	-	-	-
Coragyps atratus	6	8	3	1
Corvus cryptoleucus	3	2	-	-
Dryobates scalaris	2	-	-	-
Geranoaetus albicaudatus	1	1	2	-
Haemorhous mexicanus	7	-	-	-
Icteria virens	1	-	-	-
Icterus cucullatus	13	-	-	-
Icterus parisorum	2	-	-	-
Melanerpes aurifrons	3	-	-	-
Melozone fusca	1	-	-	-
Mimus polyglottos	27	-	-	-
Passerina caerulea	4	-	-	-
Passerina versicolor	1	-	-	-
Peucaea cassinii	6	-	-	-
Polioptila caerulea	1	-	-	-
Polioptila melanura	4	-	-	-
Sturnella neglecta	4	-	-	-

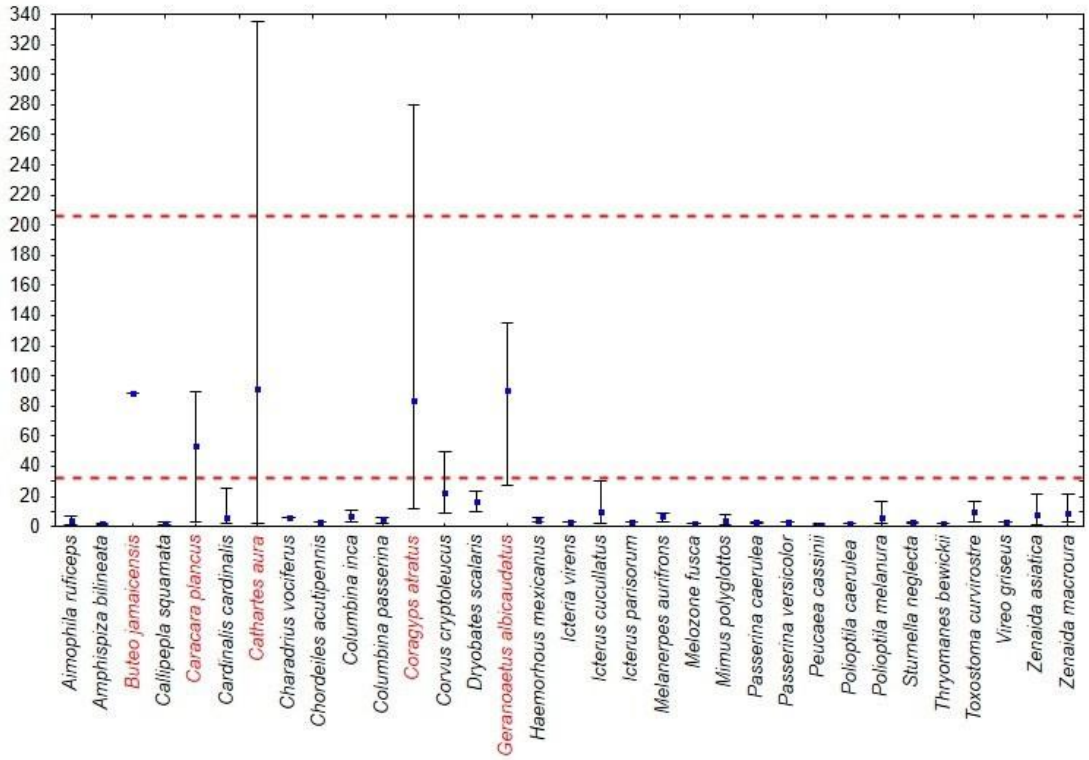
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Nombre científico	Banda de Altura			
	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
Thryomanes bewickii	2	-	-	-
Toxostoma curvirostre	3	-	-	-
Vireo griseus	1	-	-	-
Zenaida asiatica	41	-	-	-
Zenaida macroura	11	-	-	-

De acuerdo con lo observado en campo durante el período anual, de las 51 especies registradas, se observaron 31 especies (64.71%) que registraron alguna categoría de vuelo de las anteriormente descritas, es decir que estas 31 especies representan 370 observaciones con determinada altura de vuelo. Casi todas las especies (30 de 31) fueron observadas volando a menos de 40 metros, encontrándose clasificados dentro de la categoría 1, cinco especies (16%) con altura de vuelo clasificadas en las categorías 2 y 3 especies (10%) en categoría 3. Por último, encontramos en la categoría 4, dos especies (6%) (ver Tabla 14, Figura 8).

En cuanto a vuelos refiere, 128 fueron registrados dentro de las categorías 2 y 3, es decir, en zona potencial de colisión, mientras que, 242 fueron registrados fuera de del rango potencial de riesgo; 229 vuelos para la categoría 1 y 13 vuelos para la categoría 4.

Figura 8. Alturas de vuelo (Máxima, Mínima y Promedio) registradas durante el verano. (Línea roja, rango riesgo de colisión).



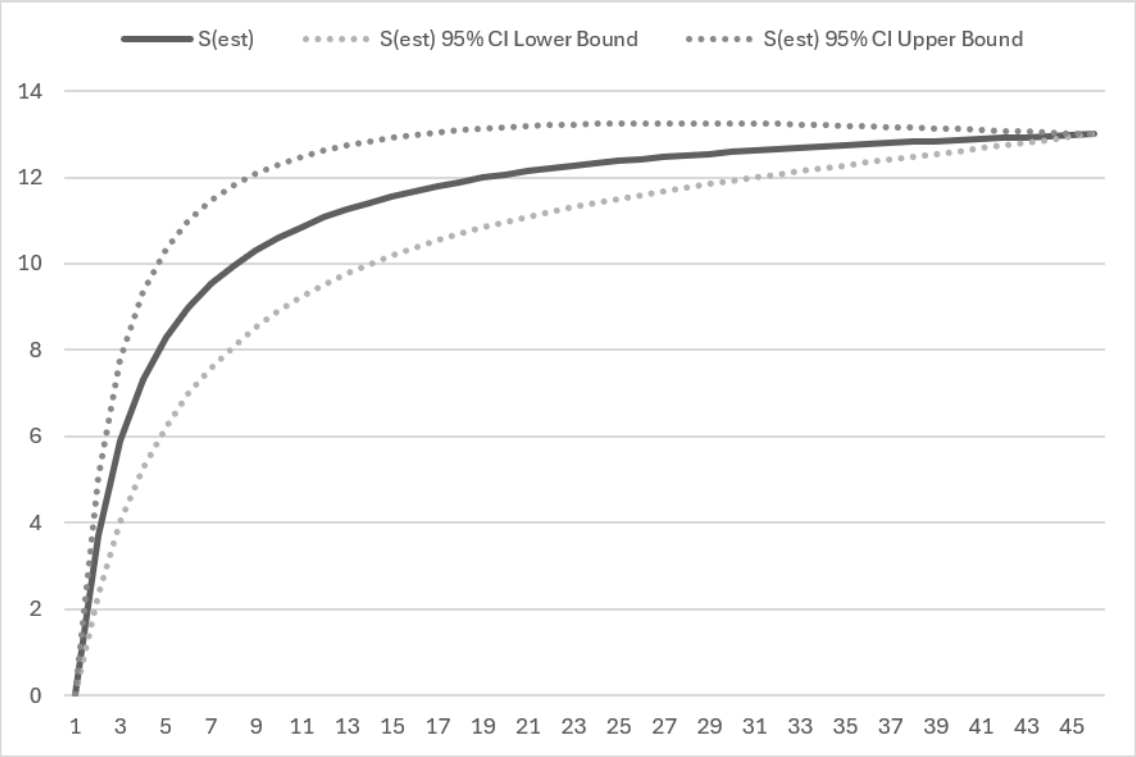
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

V.2. Quirópteros.

V.2.1. Representatividad Verano.

Para determinar si el esfuerzo de muestreo para quirópteros fue representativo en el área de estudio, se generaron curvas de acumulación de especies. El número medio de especies registradas por unidad de muestreo fue de 3.68 especies, presentando un IC95% de +/- 0.2 especies. (Figura 9).

Figura 9. Curva de acumulación de especies para murciélagos por esfuerzo de muestreo, con IC95% para los muestreos realizados (rarefacción basada en muestras; Colwell et al., 2004).



De acuerdo con el estimador de riqueza basado en abundancia (Chao 1) y el estimador de riqueza basado en incidencias (Chao 2), se calcularon riquezas de 13 especies en ambos, presentando un índice de completitud efectivo el cual, representa un esfuerzo de muestreo confiable para describir de manera confiable la comunidad de murciélagos en la zona durante el monitoreo correspondiente. (Figura 10).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 10. Comparativa de la riqueza registrada en campo, con los estimadores de riqueza Chao 1 (Chao, 1984; Chazdon et al., 1998), Chao 2 (Chazdon et al. 1998).

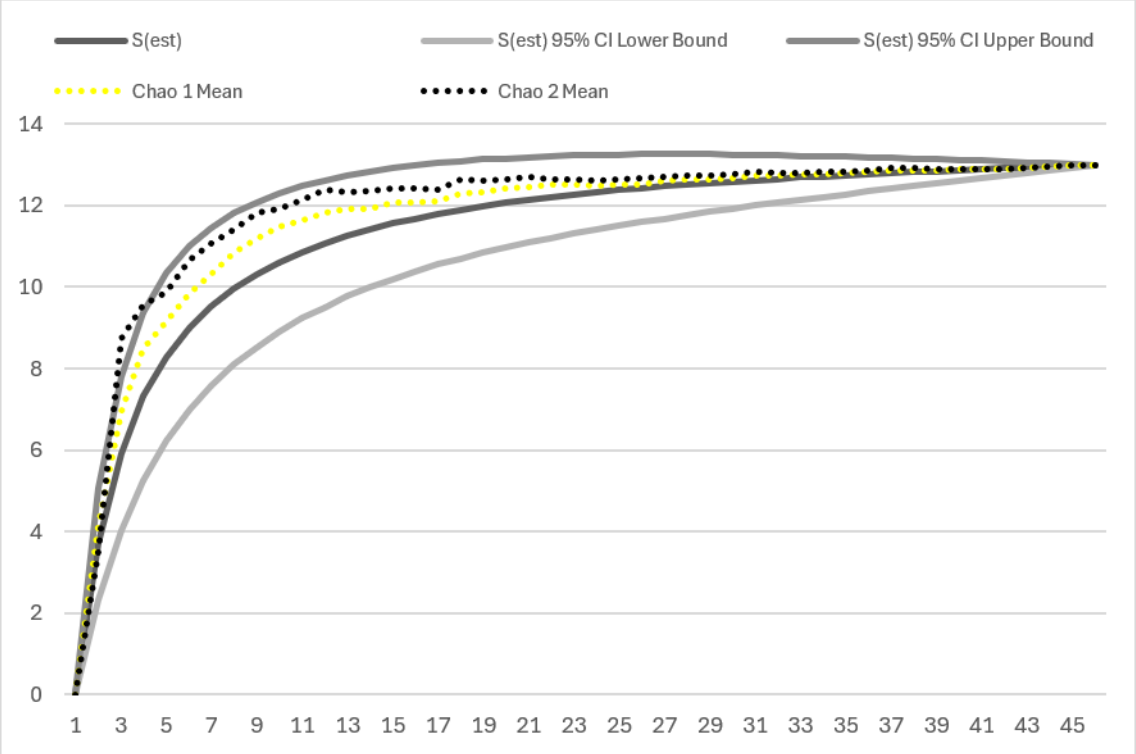


Tabla 15. Concentrado de riquezas obtenidas en el año durante el monitoreo de murciélagos; incluyendo estimadores de riquezas de Chao 1 y Chao 2, con sus respectivos índices de completitud (IC%)

Verano				
Riqueza (S) (IC95%)	**Estimador**	**S Estimada (IC95%)**	**%IC**	**%IC Promedio**
13 (13-13)	Chao 1	13 (13-14.36)	90.5	89.9
	Chao 2	13 (13-14.56)	89.3	

V.2.2. Riqueza.

Fueron registrados 849 pases a través de grabaciones acústicas, correspondientes a 13 especies, que se agrupan en 10 géneros y tres familias. (Tabla 16).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 16. Listado general de especies de quirópteros registrados durante el período.

Familia	Especie	Nombre Español	Ultrasónica	Redes
Molossidae	Eumops perotis	Murciélago gigante de bonete	x	
	Nyctinomops macrotis	Murciélago Cola Suelta Mayor	x	
	Tadarida brasiliensis	Murciélago cola suelta brasileño	x	
Mormoopidae	Mormoops megalophylla	Murciélago barba arrugada	x	
Vespertilionidae	Antrozous pallidus	Murciélago desértico norteño	x	x
	Eptesicus fuscus	Murciélago moreno norteño	x	
	Lasiurus cinereus	Murciélago cola peluda canoso	x	
	Lasiurus frantzii	Murciélago Rojo	x	
	Lasiurus xanthinus	Murciélago Amarillo	x	x
	Myotis californicus	Miotis californiano	x	x
	Myotis velifer	Miotis mexicano	x	
	Nycticeius humeralis	Murciélago crepuscular americano	x	
	Parastrellus hesperus	Murciélago de Cañón	x	

V.2.2.1. Especies con categoría de riesgo.

No se registran especies incluidas en alguna categoría de riesgo a nivel federal (NOM-059-SEMARNAT-2010); a nivel internacional ninguna especie se encuentra en la lista roja IUCN 2026.

V.2.3. Frecuencia de Ocurrencia (FO) y Abundancia relativa (A) por Zona.

La abundancia total de registros/pases de murciélagos fue de 849 por medio de grabaciones ultrasónicas.

De manera general, las especies con mayor abundancia relativa por el método de grabación ultrasónica fueron: el murciélago mexicano (Myotis velifer) (AR=0.27); Murciélago ratón (Myotis californicus) (AR=0.20); y Murciélago cola suelta brasileño (Tadarida brasiliensis) (AR=0.19).

Metodológicamente la frecuencia de ocurrencia (FO) total obtenida durante los puntos de grabación fue de FO = 18.87 Inds/punto. De acuerdo con las zonificaciones, el área de influencia obtuvo la mayor FO= 25.73 pases/punto, seguido por el área de proyecto con una FO= 17.33 pases/punto, y por último la región ecológica con 13.53 pases/punto. (Tabla 17).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 17. Número de pases obtenidos para cada especie de murciélago por zona, incluyendo abundancia relativa (AR) y Frecuencia de ocurrencia (FO).

Nombre científico	AP			AI			RE			Total general		
	Pases	AR	FO	Pases	AR	FO	Pases	AR	FO	Pases	AR	FO
Antrozous pallidus	14	0.05	0.93	10	0.03	0.67	9	0.04	0.60	33	0.04	0.73
Eptesicus fuscus	17	0.07	1.13	29	0.08	1.93	8	0.04	0.53	54	0.06	1.20
Eumops perotis	15	0.06	1.00	3	0.01	0.20	28	0.14	1.87	46	0.05	1.02
Lasiurus cinereus	46	0.18	3.07	27	0.07	1.80	15	0.07	1.00	88	0.10	1.96
Lasiurus frantzii	5	0.02	0.33	10	0.03	0.67	1	0.00	0.07	16	0.02	0.36
Lasiurus xanthinus	1	0.00	0.07	9	0.02	0.60	-	-	-	10	0.01	0.22
Mormoops megalophylla	1	0.00	0.07	1	0.00	0.07	4	0.02	0.27	6	0.01	0.13
Myotis californicus	53	0.20	3.53	74	0.19	4.93	43	0.21	2.87	170	0.20	3.78
Myotis velifer	30	0.12	2.00	161	0.42	10.73	42	0.21	2.80	233	0.27	5.18
Nycticeius humeralis	-	-	-	-	-	-	1	0.00	0.07	1	0.00	0.02
Nyctinomops macrotis	6	0.02	0.40	-	-	-	6	0.03	0.40	12	0.01	0.27
Parastrellus hesperus	6	0.02	0.40	12	0.03	0.80	2	0.01	0.13	20	0.02	0.44
Tadarida brasiliensis	66	0.25	4.40	50	0.13	3.33	44	0.22	2.93	160	0.19	3.56

V.2.4. Diversidad.

V.2.4.1. Diversidad por zona de estudio.

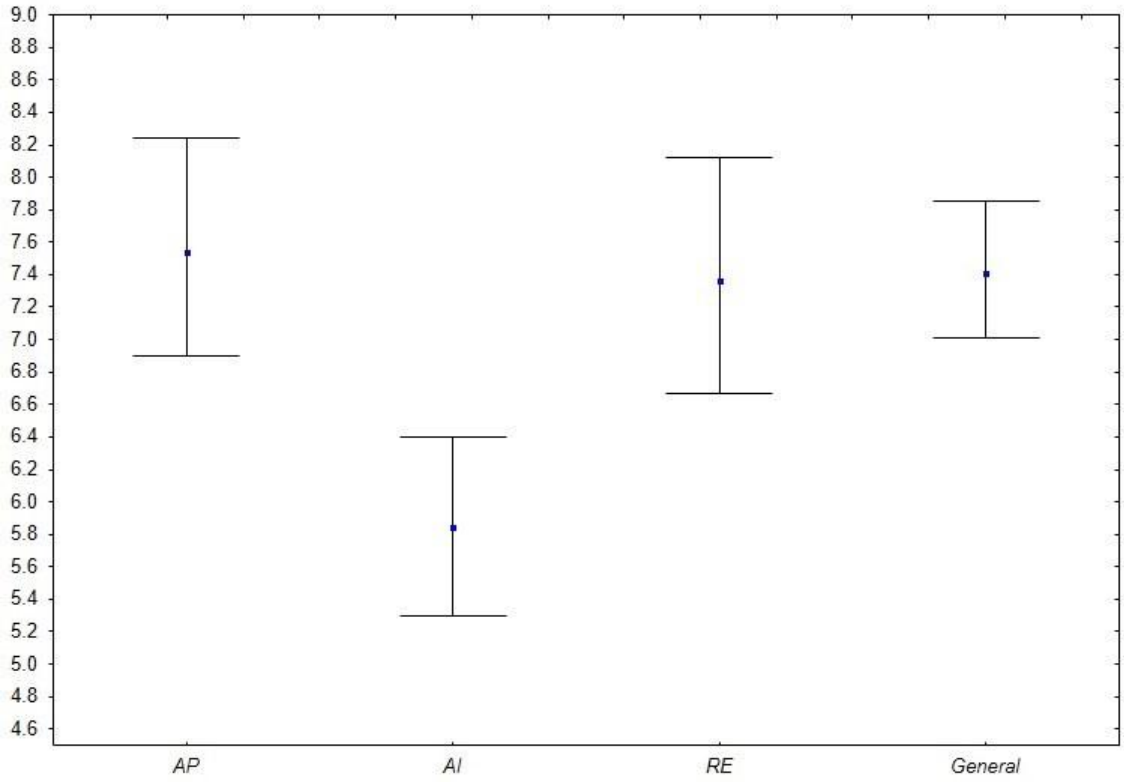
En una comparativa de los índices de diversidad obtenidos en cada zona para los murciélagos, el AP obtuvo el mayor valor calculado, siendo el área de influencia fue el de menor valor obtenido.

Tabla 18. Índices de diversidad obtenidos para murciélagos por zona.

Zona	Riqueza (S)	H' (ICG5%)	Shannon e '	J' (ICG5%)	Simpson 1/D
AP	12	2.02 (1.93 - 2.10)	7.54 (6.90 - 8.24)	0.81 (077 - 0.84)	6.15 (5.51 - 6.95)
AI	11	1.76 (1.66 - 1.86)	5.84 (5.30 - 6.40)	0.73 (0.69 - 0.77)	4.14 (3.66 - 4.78)
RE	12	1.99 (1.88 - 2.09)	7.36 (6.67 - 8.12)	0.80 (0.76 - 0.84)	6.09 (5.45 - 6.90)
General	13	2.00 (1.94 - 2.06)	7.41 (7.01 - 7.85)	0.78 (0.75 - 0.80)	5.83 (5.45 - 6.26)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 11. Índices de diversidad obtenidos por zona, incluyendo IC95%



V.2.5. Altura de vuelo y Riesgo de colisión.

De acuerdo con lo observado en campo, se establecieron dos categorías de altura teóricas en cuanto a la altura y modelo del aerogenerador utilizado para el proyecto, las cuales se describen de la siguiente manera: categoría 1 "Zona Fuera de Riesgo" = debajo del punto más bajo del aspa (1-31 m), categoría 2 "Zona de Riesgo" = entre el punto más bajo del aspa al centro del rotor y del centro del rotor al punto más alto del aspa (32-206 m). Es importante mencionar que la clasificación a cada categoría va dirigida a la altura registrada de cada ejemplar, mediante la grabadora instalada a diferentes alturas, desde nivel de suelo (6-12 mts) hasta los 60 metros.

Tabla 19 Registros obtenidos por especie de acuerdo a su categoría de altura de vuelo.

Especie	Categoría 1	Categoría 2	Pases	Porcentaje de riesgo
Eumops perotis	44	2	46	4.35
Nyctinomops macrotis	7	5	12	**41.67**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Categoría 1	Categoría 2	Pases	Porcentaje de riesgo
Tadarida brasiliensis	85	75	160	**46.88**
Mormoops megalophylla	6		6	0
Antrozous pallidus	33		33	0
Eptesicus fuscus	45	9	54	16.67
Lasiurus cinereus	39	49	88	**55.68**
Lasiurus frantzii	7	9	16	**56.25**
Lasiurus xanthinus	5	5	10	**50**
Myotis californicus	170		170	0
Myotis velifer	233		233	0
Nycticeius humeralis	1		1	0
Parastrellus hesperus	20		20	0

De las trece especies registradas durante la campaña, se obtuvo que cinco de ellas son las más vulnerables por la implementación del proyecto, las cuales son el Murciélago cola peluda canoso (Lasiurus cinereus), Murciélago Rojo (Lasiurus frantzii), Murciélago Amarillo (Lasiurus xanthinus), el Murciélago cola suelta brasileño (Tadarida brasiliensis) y Murciélago Cola Suelta Mayor (Nyctinomops macrotis). Cabe mencionar que dentro de las especies registradas también se encuentra el Murciélago gigante de bonete (Eumops perotis) especie que si bien no fue registrada en la categoría de riesgo, esta especie posee alas largas y estrechas diseñadas para volar a grandes alturas por lo que también se considerará como especie vulnerable.

V.2.6. Captura mediante redes de niebla.

Un total de cinco individuos fueron capturados durante la campaña de verano, siendo las especies mayormente capturadas el Murciélago Amarillo (Lasiurus xanthinus) y el Murciélago desértico (Antrozous pallidus).

Tabla 20. Datos generales y biométricos de ejemplares capturados por medio de redes de niebla.

Familia	Nombre Científico	Sexo	Edad	Cond. Reproductiva	Antebrazo (mm)	Oreja (mm)	Tragus (mm)
Vespertilionidae	Antrozous pallidus	Macho	Juvenil	No escrotado	47	22	12
Vespertilionidae	Lasiurus xanthinus	Macho	Adulto	No escrotado	40	9	5
Vespertilionidae	Lasiurus xanthinus	Hembra	Adulto	No dilatada	43	12	6
Vespertilionidae	Antrozous pallidus	Macho	Adulto	No escrotado	50	22	13
Vespertilionidae	Lasiurus xanthinus	Macho	Adulto	No escrotado	41	10	5

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI. Conclusiones.

Aves

Con la implementación de la metodología utilizada para la observación de aves para la implementación del proyecto durante el período, se registraron un total de 51 especies y correspondientes a 1,071 aves. La comunidad de aves encontrada estuvo conformada por el 84. 31% (43 especies) de especies de aves residentes de la zona, del resto de las aves reportadas se consideran especies migratorias de verano (15.69%). La estructura obtenida estuvo dominada principalmente por especies insectívoras, conformando el 37.7% del total de las especies en este gremio, seguida de los gremios omnívoro y granívoro, teniendo estos una representatividad con valores desde el 30.2 y 17% de las especies, respectivamente.

Del total de especies registradas, se enlistan a nivel federal según la NOM-059- SEMARNAT-2010, dos de ellas bajo la categoría de Protección especial (Pr) como el Aguililla cola blanca (Geranoaetus albicaudatus) y el colorín sietecolores (Passerina ciris); mientras que, a nivel internacional, se registran tres especies en la categoría de Casi amenazadas (NT) como la codorniz cutui (Colinus virginianus), el colorín sietecolores (Passerina ciris) y el verdugo (Lanius ludovicianus) en la lista roja de la IUCN (2026). En los CITES (2026), dentro del apéndice II, se registran cuatro especies y en el apéndice I reporta una especie respectivamente, para el área de estudio. En total se suman siete especies con algún grado de conservación.

En lo que respecta a la composición de diversidad para la comunidad de aves presente en el área de estudio, de manera general, la zona muestra una diversidad alta, siendo Cenzontle común (Mimus polyglottos), el Gorrion garganta negra (Amphispiza bilineata) y el Chivirin cola oscura (Thryomanes bewickii)) las más abundantes.

Se diferenciaron de manera general se pudieron diferenciar seis usos de hábitats generales, de los cuales el mayormente observado fue la vocalización con un total de 732 registros (52.7%), seguido por el vuelo con 378 registros (27.21%), en tercer término, las perchas con 216 observaciones (15.55%)

En cuanto al uso del espacio aéreo, lo observado en campo durante el período, de las 53 especies registradas, se observaron 33 especies (62.26%) que registraron alguna categoría de vuelo de las anteriormente descritas, es decir que estas 33 especies representan 378 observaciones con determinada altura de vuelo. Todas las especies fueron observadas volando a menos de 40 metros, encontrándose clasificados dentro de la categoría 1, seis especies (1.98%) con altura de vuelo clasificadas en las categorías 2 y 8 especies (2.97%) en categoría 3. Por último, encontramos en la categoría 4, dos especies (0.66%).

Murciélagos

Por parte de los quirópteros, por medio de la metodología utilizada, se logró identificar un total de 13 especies, que se agrupan en 10 géneros y tres familias (Molossidae, Mormoopidae, y Vespertilionidae), siendo en su mayoría especies residentes, encontrando según (Medellín et al.,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

2009) seis especies que entre sus poblaciones presentan colonias migratorias: Eumops perotis, Lasiurus cinereus, Nyctinomops macrotis, Eptesicus fuscus, Myotis californicus y Mormoops megalophylla.

No se registró ninguna especie protegida a nivel federal (NOM-059-SEMARNAT-2010) y/o a nivel internacional (IUCN 2026; CITES).

La diversidad de murciélagos encontrada de manera general se describe el área con una diversidad media, viéndose afectada por la baja equitatividad en su comunidad, siendo las especies aparentemente más dominantes para el período, el murciélago mexicano (Myotis velifer); Murciélago ratón (Myotis californicus) y el Murciélago cola suelta brasileño (Tadarida brasiliensis) consideradas en diversos estudios como generalistas, pues su presencia se ha constatado en hábitats con condiciones conservadas y en condiciones perturbadas, manifestando su persistencia ante los cambios del hábitat (Medellín et al., 2000).

Es importante mencionar, que de entre las especies registradas, las familias Molossidae (McCracken et al., 2008) y Vespertilionidae (Arnett et al., 2008). Se han documentado con altas probabilidades de colisión con las aspas debido a su hábito de alimentación en espacios abiertos; particularmente los murciélagos cola suelta (Tadarida brasiliensis, Nyctinomops macrotis), y especies del género Lasiurus para la familia Vespertilionidae.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VII. Literatura Consultada.

Akaike H (1973) Information theory as an extension of the máximum likelihood principle. In: Petrov BN, Csaki F (eds) Second international symposium on information theory. Budapest, Akaemiai Kiado, pp 267–281.

American Ornithologists Union. 1998. Check-list of North American Birds, 7th ed. American Ornithologists´ Union. Washington, D.C.

American Ornithologists' Union. 2000. Forty-second supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds.

Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE). (2021). AMDEE. México.

Banks, R. C., C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, Jr., J.

D. Rising, and D. F. Stotz. 2000. Forty-second supplement to the American

Ornithologists' Union Check-list of North American Birds.

Banks, Richard & Cicero, Carla & Dunn, Jon & Kratter, Andrew & Rasmussen, Pamela & Remsen, J. & Rising, James & Stotz, Douglas. (2009). Forty-Third Supplement to the American Ornithologists' Union Check-List of North American Birds.

Buckland, S. & Anderson, D. & Burnham, K. & Laake, Jeffrey & Borchers, David & Thomas, Len. (2001). Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations.

Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L., & Thomas, L. (2001). An introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, New York, USA.

Burnham KP, Anderson DR, Huyvaert KP (2010) AICc model selection in the ecological and behavioral sciences: some background, observations and comparisons. Behav Ecol Sociobiol.

Percival, S.M., Band, W. and Leeming, E. 1999. Assessing the ornithological effects of wind farms: developing a standard methodology. Proceedings of the 21st British Wind Energy Association Conference.

Band, W., Madders, M. and Whitfield, D.P. (2007) Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In: Birds and wind power: risk assessment and mitigation M. De Lucas, G.F.E. Janss and M. Ferrer, Eds.: 259-275.

SNH (2010) Use of avoidance rates in the SNH wind farm collision risk model. SNH Guidance Note.

C.E. Moreno, G. Halffter Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves Journal of Applied Ecology, 37 (2000), pp. 149-158.

Calladine, J. and Morrison, N. (2013). Diurnal and nocturnal ranging behaviour by moorland- breeding Short-eared Owls Asio flammeus in Scotland. Bird Study. 60(1): 44–51.

Chao, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Scyinavian Journal of Statistics 11:265-270.

Chazdon, R. L., R. K. Colwell, J. S. Denslow y M. R. Guariguata. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rainforests of northeastern Costa Rica. In: Forest biodiversity research, monitoring y modeling: conceptual background y old world case studies, F. Dallmeier y J. A. Comiskey (eds). Paris: Parthenon Publishing, pp. 285-309.

Colwell, R. K. 2013: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.

Colwell, R. K., Chao, A., Gotelli, N. J., Lin, S. Y., Mao, C. X., Chazdon, R. L., & Longino, J.T. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. Journal of plant ecology, 5(1), 3-21.

Colwell, R. K., Mao, C. X., & Chang, J. (2004). Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology, 85(10), 2717-2727.

D. Elliot, M. Schwartz, et al. Atlas de recursos eólicos del estado de Oaxaca, Colorado, National Renewable Energy Laboratory (2004), p. 138.

D.W. Thomas The distribution of bats in different ages of Douglas-fir forest Journal of Wildlife Management, 52 (1988), pp. 619-626.

Dai, K., Bergot, C., Liang, C., Xiang, W. y Huang, Z. 2015. Environmental issues associated with wind energy.

Ehrlich, P. R., D. S. Dobkin, and D. Wheye. 1988. The birder's handbook: a field guide to the natural history of North American birds. Simon and Schuster, New York, New York, USA.

Escalante, Patricia. (2014). Listado de Nombres comunes de las aves en México.

Fernández-Juricic, E. y Shroeder, N. (2003). Do variation in scanning behavior affects tolerance to human disturbance Applied Animal Behavior Science, 84, 219-234

Gilbert, G., Gibbons, D.W., & Evans, J. (1998) Bird Monitoring Methods: A Manual of Techniques for UK Key Species.The Royal Society for the protection of Birds, Sandy, Bedfordshire, England.

Greenberg, R. 1990. El Sur de México: Cruce de Caminos para los Pájaros Migratorios. Smithsonian Migratory Bird Center, National Zoological Park, Washington, DC., USA. 32 P.

Hammer, Oyvind & Harper, David & Ryan, Paul. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica. 4. 1-9.

Hankinson, M., 1999. Landscape and Visual Impact Assessment. Handbook of Environmental Impact Assessment. Volume 1., 347–373.

Hardey, J., Crick, H., Wernham, C., Riley, H., Etheridge, B. & Thompson, D. (2009). Raptors-a field guide to survey and monitoring. The Stationary Office, Edinburgh.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Hayes, J. P. 1997. Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation monitoring studies. Journal of Mammalogy 78:514-524.

Howell, S.N.G. and Webb, S. (1995) A Guide to the Birds of México and Northern Central America. Oxford Universidad Press, Oxford, 851 p.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 202021. IUCN Red list of threatened Jaureguizar, A., Menni, R. & Lasta, C., 2004. Environmental factors structuring fish communities of the Rio de la Plata estuary. Fisheries Research, 66, pp.195-211.

Jaureguizar, A.J., Ruarte, C. & Guerrero, R., 2006. Distribution of ageclasses of striped weakfish (Cynoscion guatucupa) along an estuarinemarine gradient: correlations with the environmental parameters. Estuarine Coastal and Shelf Science, 67, pp.82- 92.

Jost, Lou. (2006). Jost, L. Entropy and diversity. Oikos. Oikos. 113. 363 - 375.

Kunz, E.B. Arnett, B.M. Cooper, W.P. Erickson, R.P. Larkin, T. Mabee, et al. Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: A guidance document Journal of Wildlife Management, 71 (2007), pp. 2449-2486.

Ledec, G. C., Rapp, K. W., y Aiello, R. G. 2011. Greening the wind: environmental and social considerations for wind power development. World Bank Publications.

Leung DYC y Yang Y. 2012. Wind energy development and its environmental impact: a review. Renewable and Sustainable Energy.

M.B. Fenton A technique for monitoring bat activity with results obtained from different environments in southern Ontario Canadian Journal of Zoology, 48 (1970), pp. 847- 851.

M.J. O'Farrell, B.W. Miller, W.L. Gannon Qualitative identification of free-flying bats using the anabat detector Journal of Mammalogy, 80 (1999), pp. 11-23.

MacArthur, R. H. (1965). Patterns of species diversity. Biological reviews, 40(4), 510-533. Martella M, Trumper E, Bellis L, Renison D, Giordano P, Bazzano G y Gleiser R. Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad. Reduca. Argentina. Serie Ecología. 2012;5(1):71 115.

Martin, Thomas E.; Geupel, Geoffrey R. 1993. Nest-monitoring plots: Methods for locating nests and monitoring success. Journal of Field Ornithology, 64:507-519

Mcaleece, N., P. J. D. Lambshead and G. L. J. Paterson. 1997. Biodiversity Professional (V.2.0). Natural History Museum and Scottish Association for Marine Science.

Medellín, R.A., H.T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México: claves de campo. Publicaciones Especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., México.

O'Farrell, M.J. y Gannon, W. L. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. Journal of Mammalogy 80:24–30.

O'Farrell, M.J., C. Corben y W.L. Gannon. 2000. Geographic variation in the echolocation calls of the hoary bat (Lasiurus cinereus). Acta Chiropterologica 2:185–196.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

R. Terry Chesser, Kevin J. Burns, Carla Cicero, Jon L. Dunn, Andrew W. Kratter, Irby J. Lovette, Pamela C. Rasmussen, J. V. Remsen, Jr., James D. Rising, Douglas F. Stotz, Kevin Winker, Fifty-eighth supplement to the American Ornithological Society's Check-list of North American Birds, The Auk, Volume 134, Issue 3, 1 July 2017

R.A. Medellín Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano, Avances en el estudio de los mamíferos de México, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., Ciudad de México (1993), pp. 333-354.

Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Renewables 2021 global status report, ren21 Secretariat, París (2021), p. 176.

Rydell, J., H.T. Arita, M. Santos y J. Granados. 2002. Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatan, Mexico. Journal of Zoology 257:27–36.

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.

Sener Prospectiva de energías renovables 2012–2026, Secretaría de Energía, México (2012), p. 156.

Shannon, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell. Syst. Tech. J., 27: 379- 243.

Sokal, R. & F. J. ROHLF. 1981. Biometry. Freeman. 2nd Ed. San Francisco, California. 259 p.

T.J. Weller, C.J. Zabel Variation in bat detections due to detector orientation in a forest Wildlife Society Bulletin, 30 (2002), pp. 922-930.

Thomas, L., Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Laake, J. L., Strindberg, S., Hedley, S. L., & Burnham, K. P. (2010). Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. Journal of Applied Ecology, 47(1), 5-14

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VIII. Anexo fotográfico.

Ilustración 1 Actividad de observación de aves.



Ilustración 2 Actividad de observación de aves en punto de conteo.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 3 Actividad de observación de aves en punto de conteo.



Ilustración 4 Actividad de observación de aves.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 5 Actividad de observación de aves.



Ilustración 6 Actividad de observación de aves y toma de datos.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 7 Actividades realizadas durante el monitoreo de Aves.



Ilustración 8 Actividades de observación de aves durante el monitoreo.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 9 Instalación de redes de niebla para captura de murciélagos.



Ilustración 10 Instalación de red de niebla para captura de murciélagos



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 11 Actividades nocturnas de grabación ultrasónica para murciélagos.



Ilustración 12 Actividades realizadas durante el monitoreo de quirópteros con grabadora ultrasónica.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 13 Ejemplar de Gorrión garganta negra (Amphispiza bilineata).



Ilustración 14 Ejemplar de Aguililla cola roja (Buteo jamaicensis).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 15 Ejemplar de Cardenal Rojo (Cardinalis cardinalis).



Ilustración 16 Ejemplar de Zopilote aura (Cathartes aura).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 17 Ejemplar de Tortolita Cola Larga (Columbina inca).



Ilustración 18 Ejemplar Tortolita pico rojo (Columbina passerina).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 19 Ejemplar de Codorniz escamosa (Callipepla squamata).



Ilustración 20 Ejemplar de Correcaminos norteño (Geococcyx californianus).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 21 Ejemplares de Calandria dorso negro menor (Icterus cucullatus).



Ilustración 22 Ejemplar de Carpintero cheje (Melanerpes aurifrons).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 23 Ejemplar de Cenzontle común (Mimus polyglottos).



Ilustración 24 Ejemplar de Picogordo azul (Passerina caerulea).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 25 Ejemplar de Colorín sietecolores (Passerina ciris).



Ilustración 26 Ejemplar de Perlita del desierto (Polioptila melanura).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 27 Ejemplar de Chivirin cola oscura (Thryomanes bewickii).



Ilustración 28 Ejemplar de Cuicacoche piquicurvo (Toxostoma curvirostre).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 29 Ejemplar de Tirano Cuír (Tyrannus couchii).



Ilustración 30 Ejemplar de Paloma Alas blancas (Zenaida asiatica).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ilustración 31 Ejemplar de Murciélago amarillo (Lasiurus xanthinus)



Ilustración 32 Ejemplares de Murciélago pálido norteño (Antrozous pallidus).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MONITOREO DE AVES, MURCIÉLAGOS Y MARIPOSA MONARCA

TEMPORADA

OTOÑO 2018

PROYECTO

PARQUE EÓLICO LA NORIA

ELABORADO POR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN – FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

PANT3RA INFRASTRUCTURE

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Índice

I. INTRODUCCIÓN 6
II. OBJETIVOS 7
II.1. OBJETIVOS PARTICULARES 7
III. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 7
IV. MÉTODOS 9
IV.1. MUESTREO 9
IV.1.1. Aves 13
IV.1.1.1. Redes de Niebla 14
IV.1.2 Mariposa Monarca (Danaus plexippus, Linnaeus 1758) 15
IV.1.3 Quirópteros 15
IV.1.3.1. Redes de niebla 16
V. ANÁLISIS 17
V.1. Riqueza (S) 17
V.2. Abundancia y frecuencia de ocurrencia 18
V.3. Diversidad 18
V.4. Equidad de Pielou 19
VI. RESULTADOS 19
VI.1. Aves 19
VI.1.1. Riqueza (S) y abundancia general (A) 19
VI.1.2. Temporalidad de especies en el Parque Eólico La Noria 22
VI.1.4. Gremios alimenticios de las especies 23
VI.1.5. Diversidad (H') 25
VI.1.6. Abundancia y frecuencia de ocurrencia 26
VI.1.8. Uso del hábitat 27
VI.1.9. Alturas de vuelo y riesgo de colisión 29
VI.2. Mariposa monarca (Danaus plexippus) 31
VI.2.1. Rumbo de Vuelo 31
VI.2.2. Altura de vuelo 33
VI.3. Quirópteros 34
VI.3.1. Riqueza 34
VI.3.2. Abundancia 36
VI.3.3. Abundancia por medio de cámaras termográficas 37
VI.3.4. Diversidad 37
VI.3.5. Rumbo de vuelo 37
VI.3.6. Altura de vuelo 38

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VII. CONCLUSIONES 39
VIII. LITERATURA CITADA 41
IX. ANEXO FOTOGRÁFICO 43
IX.1. Panorama general del hábitat dentro de la poligonal del proyecto. 43
IX.2. Actividades realizadas durante los monitoreos de fauna voladora (diurno y nocturno). 44
IX.3. Especies registradas durante el monitoreo. 46

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación Geográfica del Proyecto. 8
Figura 2. Diseño de Muestreo (Redeos) utilizado para el estudio de las Aves del Sitio. 14
Figura 3. Diseño de Muestreo (Redeos) utilizado para el estudio de mariposa. 15
Figura 4. Diseño de Muestreo (Redeos) utilizado para el estudio de Quiropteros. 17
Figura 5. Curva de acumulación de especies para aves por esfuerzo de muestreo, con IC95% para los muestreos realizados (rarefacción basada en muestras; Colwell et al. 2004). 21
Figura 6. Comparativa de la riqueza registrada en campo con los estimadores de riqueza Chao 1 (verde; Chao, 1984; Chazdon et al., 1998), Chao 2 (amarillo; Chazdon et al. 1998) obtenidos mediante el programa EstimateS Versión 9.1 (Colwell et al, 2012). 22
Figura 7. Gremios alimenticios de la comunidad de aves registradas en el proyecto. 25
Figura 8. Alturas de vuelo observadas por especies de aves en el proyecto Parque Eólico La Noria. 31
Figura 9. Representación de las direcciones de vuelo de mariposas monarca en los puntos de conteo y observación 32
Figura 10. Rangos altitudinales registrados de mariposa monarca en el Parque Eólico La Noria. 33
Figura 11. Curva de acumulación de especies para murciélagos por esfuerzo de muestreo, con IC95% para los muestreos realizados (Colwell et al, 2004). 35
Figura 12. Comparativa de la riqueza registrada en campo con los estimadores de riqueza Chao 1 (Verde; Chao, 1984; Chazdon et al., 1998), Chao 2 (Amarillo; Chazdon et al. 1998). 36
Figura 13. Representación de las direcciones de vuelo preferidas por los murciélagos durante los monitoreos del mes. 38
Figura 14. Rangos altitudinales registrados termográficamente para quirópteros dentro del área de estudio.. 39
Figura 15. Panorama general dentro de la poligonal del Proyecto Parque Eólico La Noria. 43
Figura 16. Actividades de Flir y Bat para Monitoreo de Quirópteros. 44
Figura 17. Actividades de colocación de redes de niebla para monitoreo de fauna voladora. 44
Figura 18. Actividades de monitoreo de aves en el Proyecto Parque Eólico La Noria. 45
Figura 19. Izquierda Cardinalis sinuatus (pirrhuloxia); Derecha Cardinalis cardinalis (cardenal norteño). 46
Figura 20. Izquierda Mimus polyglottos (cenzontle común); Derecha Sturnella neglecta (pradero occidental). 46

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 21. Izquierda Campylorhynchus brunneicapillus (matraca del desierto); Derecha Amphispiza bilineata (gorrión garganta negra). 46

Figura 22. Izquierda Salpinctes obsoletus (saltapared de rocas); Derecha Toxostoma curvirostre (cuicacoche piquicurvo). 47

Figura 23. Izquierda Buteo jamaicensis (aguililla cola roja); Derecha Cathartes aura (zopilote aura). 47

Figura 24. Danaus plexippus (mariposa monarca). 47

Índice de tablas

Tabla 1. Ubicación espacial de los puntos de conteo y observación utilizados para el monitoreo de fauna voladora. 9

Tabla 2. Ubicación espacial de puntos utilizados para transectos de monitoreo de mariposa monarca (Danaus plexippus). 12

Tabla 3. Listado total de especies de aves observado dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria. 20

Tabla 4. Residencia temporal de las especies registradas en el área de estudio con base en lo establecido en Birds of North America. 22

Tabla 5. Gremio alimenticio principal de las especies registradas en el área de estudio. 23

Tabla 6. Índices de diversidad por estación. Índice de Shannon (H'), número efectivo de especies (e^H), índice de equitatividad de Pielou (J'), e índice inverso de Simpson (1/D). 25

Tabla 7. Concentrado de abundancia (A), abundancia relativa (AR), y frecuencia de ocurrencia (FO), por especie registradas dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria. 26

Tabla 8. Uso de hábitat general de las aves, registrado durante el monitoreo dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria. 27

Tabla 9. Sustrato general observado durante el monitoreo dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria. 28

Tabla 10. Sustrato específico utilizado para cada actividad general observada dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria. 29

Tabla 11. Alturas de vuelo registradas por especie dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria, incluyendo alturas promedio, mínimas, y máximas de las especies. 30

Tabla 12. Rumbos de vuelos de las observaciones correspondientes al Proyecto Parque Eólico La Noria. 32

Tabla 13. Alturas de vuelo de la mariposa monarca para los puntos de conteo y observación y los transectos. 33

Tabla 14. Listado taxonómico de murciélagos obtenido dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria. 34

Tabla 15. Concentrado de abundancia (A), abundancia relativa (AR), y frecuencia de ocurrencia (FO), de murciélagos por especie, de manera general registrada dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria durante el monitoreo. 36

Tabla 16. Índices de diversidad, índice de Shannon (H'), índice de equitatividad de Pielou (J'), e índice inverso de Simpson (1/D). 37

Tabla 17. Rumbos de vuelos de las observaciones correspondientes al Proyecto Parque Eólico La Noria. 37

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 18. Alturas de vuelo estimadas termográficamente para murciélagos durante el monitoreo dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria. 38

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I. INTRODUCCIÓN

Debido a los efectos negativos del cambio climático a nivel global, la generación de energía eólica se presenta como la energía renovable más vendida en el ámbito internacional, ubicándose México como uno de los países con locaciones idóneas para la explotación eólica a gran escala. La energía eólica en México representa un importante potencial que permite visualizar al país como un importante productor de infraestructura eólica encontrándose hasta septiembre de 2018, 49 parques eólicos en funcionamiento, establecidos en 12 estados de la república con una capacidad total de generación de 4,176 mega watts (MW) y se prevé que para 2020-2022 alcance los 12 000 MW, repartidos en 19 estados (AMDEE 2018). Es muy importante señalar que, a pesar de los beneficios ambientales que pueda tener la energía eólica, también puede causar impactos ambientales negativos como la degradación de la calidad del paisaje, la pérdida de biodiversidad, la generación de ruido mecánico y aerodinámico, entre otros más, propiciando un daño significativo principalmente a la fauna voladora. Debido a ello, es de vital importancia un correcto monitoreo donde se describan los patrones básicos de las comunidades tanto de aves y murciélagos como también su diversidad, abundancia, gremios alimenticios, temporalidad de especies, patrones de vuelo, uso de hábitat y con esto, poder construir indicadores que permitan detectar cambios en el comportamiento y de ésta manera prevenir cualquier contingencia ambiental que pudieran causarse en el transcurso de la ejecución de dichos proyectos.

Dicho lo anterior, es muy importante señalar que de las 10,500 especies de aves en todo el mundo; cerca del 11% mundial (entre 1,123 y 1,150) habitan en México (Navarro, 2014). En el estado de Coahuila se encuentran reportadas aproximadamente 400 especies, cifra equivalente al 37 % de las especies registradas en el país y al 4% de las registradas en el planeta. Es importante señalar que el área donde se desarrolla el proyecto Parque Eólico La Noria se conforma en su mayor parte de matorral xerófilo que es también la vegetación predominante del estado, albergando el 24 % de las especies registradas para Coahuila.

Para el grupo de los quirópteros existen alrededor de 927 especies, de las cuales 137 se pueden encontrar en el territorio mexicano equivalente al 18 % de la riqueza mundial, (Sánchez, 1998). Tanto el grupo de aves como de murciélagos cumplen con papeles ecológicos importantes para el bienestar del ecosistema como la polinización de las flores, la dispersión de semillas y, en algunos casos, sirven como controladores de las plagas que atacan a los cultivos. El presente estudio también toma en cuenta la migración de la mariposa monarca (Danaus plexippus), la cual cuenta con dos rutas migratorias en el país; la migración del oeste, que tiene lugar desde el sur de Canadá, hasta el centro de México a través del estado de California y la Sierra Madre Occidental, ésta migración incluye menos del 10% de la población de mariposas monarca, y la migración del este, siendo la más importante debido a que abarca la mayor cantidad de mariposas durante la migración, que tiene lugar desde el Sur de Canadá, gran parte de Estados Unidos, ingresando a México

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

alrededor de los meses Septiembre-Octubre, por los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas principalmente, cruzando potencialmente por el área de estudio durante los meses de Octubre-Noviembre en Otoño y Abril-Mayo en Primavera (Monarch Watch 2010).

II. OBJETIVOS

Monitorear las especies de aves, murciélagos y mariposa monarca (Danaus plexippus) que tienen su ámbito de distribución o bien hacen uso de la superficie en la que pretende desarrollarse el proyecto Parque Eólico La Noria como parte de su ámbito hogareño durante todas las épocas del año (primavera, verano, otoño e invierno).

II.1. OBJETIVOS PARTICULARES

a) Obtener la diversidad de aves y murciélagos, así como la abundancia de la mariposa monarca durante un ciclo anual.
b) Identificar y analizar rutas y corredores migratorios dentro del parque.
c) Identificar las especies catalogadas en NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y IUCN.
d) Establecer la distribución y abundancia por especie durante el ciclo anual de aves reproductoras, terrestres, rapaces, y acuáticas.
e) Determinar el comportamiento de vuelo en términos del arribo, hora de actividad, altura de vuelo, direcciones de vuelo, tasas de vuelo etc.
f) Determinar zonas de anidación, alimentación y descanso en el área del proyecto.
g) Estimar de manera preliminar el riesgo de colisiones en los aerogeneradores por cada especie y análisis de consecuencias a nivel de poblaciones y comunidades de aves, murciélagos y mariposa monarca.
h) Propuestas de acciones y/o medidas a realizar para minimizar los impactos de aves, murciélagos y mariposa monarca en la etapa pre constructiva.

III. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto Parque Eólico La Noria se localiza en los municipios de Villa Unión y Sabinas, Coahuila de Zaragoza, al suroeste de la cabecera municipal de Villa Unión. El acceso al sitio se realiza a través de la Carretera Federal 57, por Monclova, Nueva Rosita y Sabinas, y posteriormente mediante el camino local existente que conecta la zona de Sabinas con el emplazamiento del proyecto. El municipio de Villa Unión colinda al norte con los municipios de Allende y Nava; al este con el municipio de Guerrero; al sur con el municipio de Juárez, y al oeste con los municipios de Sabinas y Allende.

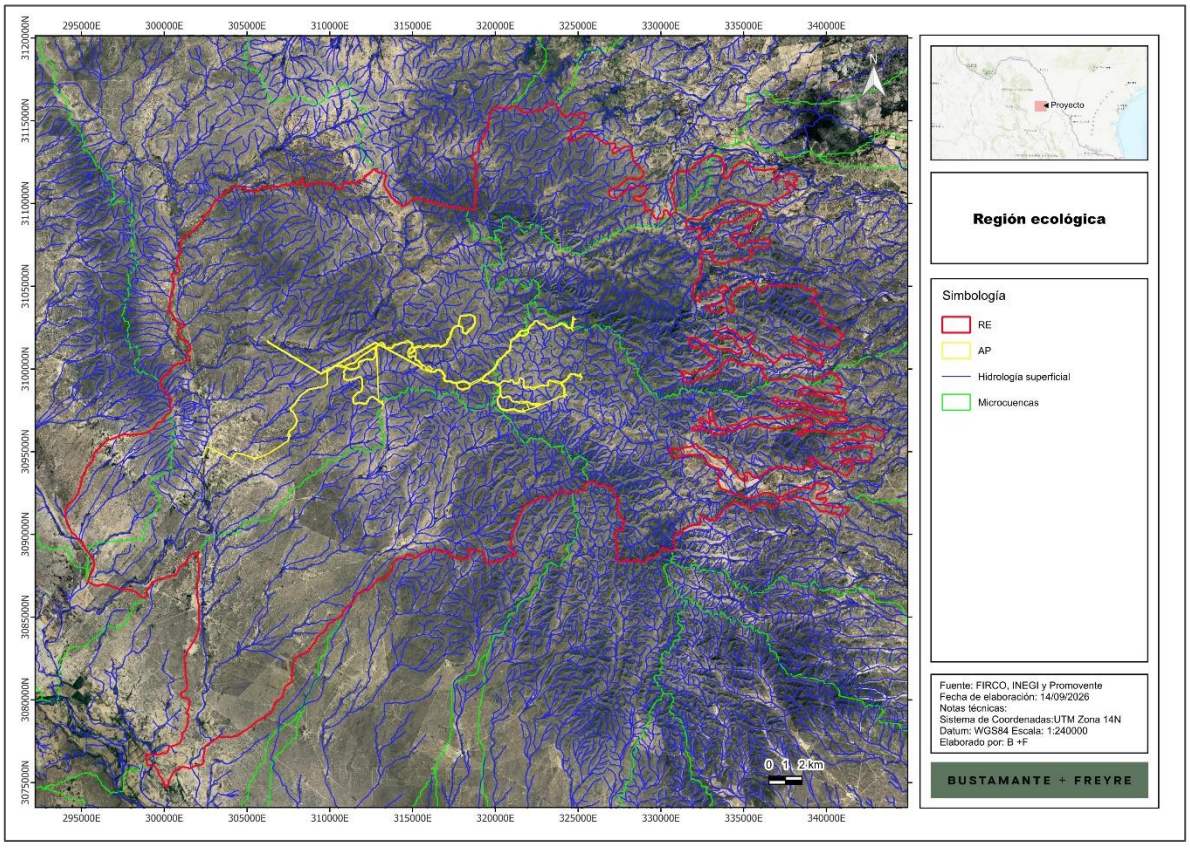
La zona presenta un clima seco semicálido en el 88% del municipio. La precipitación total anual oscila entre 300 a 500 mm y la temperatura anual es entre los 20° y 24°C. El parque se localiza dentro de la región hidrológica del Bravo-Conchos y la cuenca P. Falcón y R. Salado. Se ubica en la región fisiográfica denominada Sierra Madre Oriental y la subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León, caracterizadas por una alternancia de llanuras y lomeríos compuestos por rocas sedimentarias del Cretácico, las rocas más

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

importantes son lutitas y Calizas. Los tipos de vegetación más característicos de la subprovincia son el matorral espinoso tamaulipeco, mezquital y submontano. Se presentan en forma alternada sobre suelos del tipo Regosol o Redzina, dentro del área del proyecto.

Se encuentra distribuido a una altura de 380 m.s.n.m. como media y tiene una fisonomía de matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo, con presencia de especies como Larrea tridentata, Leucophyllum frutescens, Yucca sp. y Agave lechuguilla. como las más representativas de este tipo de ecosistemas (Figura 1).

Figura 1. Ubicación Geográfica del Proyecto.



De acuerdo con la descripción presentada en el Capítulo I de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (MIA-R), el proyecto consiste en una central eoloeléctrica con capacidad instalada de hasta 301.55 MW, integrada por 44 aerogeneradores Nordex N175 (33 unidades de 6.8 MW y 11 unidades de 7.0 MW), con torre tubular de acero de 119 m de altura de buje y rotor de 175 m de diámetro (palas de aproximadamente 87.5 m de longitud), por lo que la zona de barrido del rotor se ubica entre 31.5 m y 206.5 m sobre el nivel del terreno. La energía generada se conducirá mediante una red colectora de media tensión de 34.5 kV, agrupada en 13 circuitos con tramos subterráneos y aéreos, hacia la Subestación Elevadora SET La Noria 34.5/400 kV, la cual integra un Sistema de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS). Desde la subestación, la energía se conducirá mediante una Línea de Transmisión Aérea de 400 kV de doble circuito, con una longitud aproximada de 11.2881 km, un derecho de vía de 50 m y aproximadamente 30 torres de celosía de acero galvanizado, en dirección al Punto de Interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional, ubicado en las inmediaciones de la línea existente Río Escondido – Frontera (RE–FRO) de 400 kV de la Comisión Federal de Electricidad. La superficie de ocupación de los componentes del proyecto, que conforma el área del proyecto (AP), es de 397.6458 ha, dentro de 17,092.1489 ha de predios arrendados.

Cabe señalar que el monitoreo de la temporada de otoño de 2018 se diseñó con base en el arreglo preliminar del proyecto, el cual contemplaba la instalación de 71 aerogeneradores. Como resultado del proceso de reconfiguración descrito en el Capítulo I de la MIA-R, orientado a disminuir la incidencia sobre el sitio Ramsar presente en el entorno del proyecto, el arreglo sometido a evaluación se redujo a 44 aerogeneradores (disminución del 38 %), con una distribución espacial distinta a la original, que se extiende hacia el sector sureste del predio. Por lo anterior, en el presente reporte los sitios de muestreo se refieren a su ubicación respecto al área del proyecto (AP), al área de influencia (AI) y a la región ecológica (RE) delimitadas para el arreglo actual, y no a posiciones de aerogeneradores.

IV. MÉTODOS

IV.1. MUESTREO

La determinación de la fauna voladora (aves, quirópteros y mariposa monarca) presente en el proyecto Parque Eólico La Noria se realizó por medio de 71 puntos de conteo y observación, cuya ubicación se definió en 2018 a partir de las posiciones del arreglo preliminar de aerogeneradores (Tabla 1). La nomenclatura de los puntos (WTG-01 a WTG-71) corresponde a la identificación asignada en campo y no guarda relación con la numeración ni con la ubicación de los 44 aerogeneradores del arreglo actual. Adicionalmente, se realizaron muestreos por medio de 5 transectos para la mariposa monarca (Tabla 2). También se colocaron redes de niebla en puntos potenciales para la captura de quirópteros y aves.

Tabla 1. Ubicación espacial de los puntos de conteo y observación utilizados para el monitoreo de fauna voladora.

Punto	X UTM	Y UTM
WTG-01	310484	3099757
WTG-02	310742	3100019
WTG-03	311067	3100087
WTG-04	311498	3099970
WTG-05	311874	3100437

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Punto	X UTM	Y UTM
WTG-06	312231	3100577
WTG-07	312655	3100545
WTG-08	312819	3100921
WTG-09	310920	3097343
WTG-10	311164	3097686
WTG-11	311349	3097963
WTG-12	311448	3098252
WTG-13	311812	3098259
WTG-14	312438	3097099
WTG-15	312798	3097253
WTG-16	313033	3097549
WTG-17	312952	3098003
WTG-18	313187	3098192
WTG-19	312265	3094950
WTG-20	312639	3095155
WTG-21	312908	3095289
WTG-22	313198	3095497
WTG-23	310324	3095847
WTG-24	310845	3095947
WTG-25	311017	3096239
WTG-26	313417	3101403
WTG-27	313723	3101315
WTG-28	313821	3101599
WTG-29	314156	3101560
WTG-30	314446	3101793
WTG-31	315235	3101310
WTG-32	315527	3101401
WTG-33	313106	3102556
WTG-34	313406	3102655
WTG-35	313460	3103008
WTG-36	313718	3103223
WTG-37	315828	3101362
WTG-38	316234	3101401
WTG-39	316541	3101542
WTG-40	316901	3101399
WTG-41	317259	3101916
WTG-42	317386	3102299
WTG-43	315111	3101025
WTG-44	318233	3101993
WTG-45	318357	3102267
WTG-46	318645	3102476
WTG-47	318768	3102890
WTG-48	318928	3103171
WTG-49	317501	3099010

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Punto	X UTM	Y UTM
WTG-50	317613	3099396
WTG-51	318063	3100229
WTG-52	318485	3100044
WTG-53	318875	3100008
WTG-54	319259	3100073
WTG-55	319655	3101443
WTG-56	320015	3101447
WTG-57	320343	3101545
WTG-58	320710	3101428
WTG-59	321154	3101395
WTG-60	321195	3101853
WTG-61	321372	3102101
WTG-62	321910	3102119
WTG-63	322102	3102546
WTG-64	321764	3103020
WTG-65	321996	3103223
WTG-66	322748	3102937
WTG-67	323065	3103058
WTG-68	323367	3103067
WTG-69	314083	3103262
WTG-70	317166	3101613
WTG-71	310251	3099515

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 2. Ubicación espacial de puntos utilizados para transectos de monitoreo de mariposa monarca (Danaus plexippus).

Transecto	X UTM	Y UTM
1I	312196	3099905
1F	312230	3098877
2I	313691	3097855
2F	313721	3096847
3I	311676	3101473
3F	312659	3101809
4I	319990	3101372
4F	320995	3101600
5I	317469	3100122
5F	318281	3099481

Con el propósito de referir los resultados al arreglo actual del proyecto, las coordenadas de los 87 sitios de muestreo (71 puntos de conteo y observación, 10 vértices de los cinco transectos de mariposa monarca y seis sitios de redes de niebla) se sobrepusieron a la cartografía vectorial de los componentes del proyecto (plataformas de montaje, caminos y su huella de construcción, red colectora de media tensión aérea y subterránea, Subestación Elevadora, instalaciones temporales y Línea de Transmisión Aérea de 400 kV con su derecho de vía), que en conjunto conforman el AP, así como a la delimitación del AI y de la RE (Figuras 2 a 4). De dicho análisis se desprende lo siguiente:

De los 71 puntos de conteo y observación, 13 (18.3 %) se ubican dentro del AP, sobre la superficie de componentes del arreglo actual: WTG-05, WTG-31, WTG-37, WTG-40, WTG-41, WTG-42, WTG-45, WTG-61 y WTG-63 sobre plataformas de montaje; WTG-38 y WTG-62 en la huella de caminos; WTG-47 sobre caminos, y WTG-06 sobre el trazo de la red colectora subterránea de media tensión. Los 58 puntos restantes (81.7 %) se localizan fuera del AP y dentro del AI: 36 a una distancia no mayor de 500 m de algún componente del proyecto, 10 a entre 500 m y 1 km, y 12 a más de 1 km (hasta 2.8 km); estos últimos corresponden al grupo de puntos WTG-19 a WTG-25, ubicado al suroeste del AP, a los puntos WTG-34 a WTG-36 y WTG-69, ubicados al norte, y al punto WTG-55.

La totalidad de los vértices de los transectos de mariposa monarca y de los sitios de redes de niebla se ubica fuera del AP y dentro del AI, a distancias de entre 33 m (vértice 4F) y 1,064 m (sitio Q03) de los componentes del proyecto; el sitio Q03 se localiza en la proximidad del límite sur del AI. Asimismo, los vértices 3I y 3F, los sitios de redes A01, A03 y Q02 y los puntos WTG-01 a WTG-03 y WTG-26 a WTG-28 se ubican a menos de 500 m del derecho de vía de la Línea de Transmisión Aérea de 400 kV, por lo que sus registros resultan representativos del corredor de dicha línea.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En cuanto a la cobertura del arreglo actual, 24 de los 44 aerogeneradores cuentan con al menos un punto de conteo y observación a menos de 500 m, y 32 a menos de 1 km. El grupo de 10 aerogeneradores ubicado en el sector sureste del AP (entre las coordenadas X 320,439 – 324,897 y Y 3,097,444 – 3,099,635) se encuentra a entre 2.8 y 4.1 km del punto de muestreo más cercano, y dos aerogeneradores del extremo noreste, a entre 1.0 y 1.3 km. Considerando que dicho sector presenta los mismos tipos de vegetación caracterizados en el resto del área muestreada (matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo), los resultados se consideran aplicables al arreglo actual en su conjunto; no obstante, se recomienda incorporar este sector en los monitoreos subsecuentes de fauna voladora.

En virtud de que los sitios de muestreo se distribuyen tanto dentro del AP como en su entorno dentro del AI, el análisis de riqueza, abundancia, diversidad, uso de hábitat, rumbos y alturas de vuelo se realizó de forma conjunta para la totalidad de los sitios, sin distinción por zona, de modo que los resultados describen a la comunidad de fauna voladora del AP y de su entorno inmediato. Las unidades de análisis corresponden a los puntos de muestreo y no a los aerogeneradores, por lo que la modificación del arreglo de 71 a 44 aerogeneradores no altera los valores calculados.

En seguida se describe de una forma detallada los muestreos realizados para cada grupo faunístico dentro del parque:

IV.1.1. Aves

Para el muestreo de aves se llevaron a cabo dos metodologías en cada punto a muestrear:

1. "Puntos de Conteo", con una duración de 10 minutos (Ralph et al., 1996), en los cuales se tomaron datos como las distancias (Buckland et al. 2001), ángulos, rumbos de vuelo, entre otros. Es importante mencionar que dichos puntos se realizaron durante las mañanas (7:00 – 12:00 horas), esto debido a que las aves se encuentran más activas en dicho horario, permitiendo una mayor observación de ellas, teniendo como finalidad principal describir la comunidad de aves presente en el área de estudio.
2. "Puntos de Observación" los cuales tienen una duración de 40 minutos, y fueron realizados durante todo el día (7:00 – 16:00 horas), éstos con la finalidad de obtener datos respecto al vuelo como la altura y dirección de vuelo, distancia recorrida, comportamiento general y uso del hábitat de las aves, en los cuales se les dio especial atención a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como algunas especies de aves rapaces.

La identificación de las especies de aves se realizó con apoyo de binoculares Nikon (10x42), y con base en la Guía de Campo para las Aves de Norte América de National Geographic (2011), Aves de México de Peterson y Chalif (1989) y The Sibley Guide to Birds (2000).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

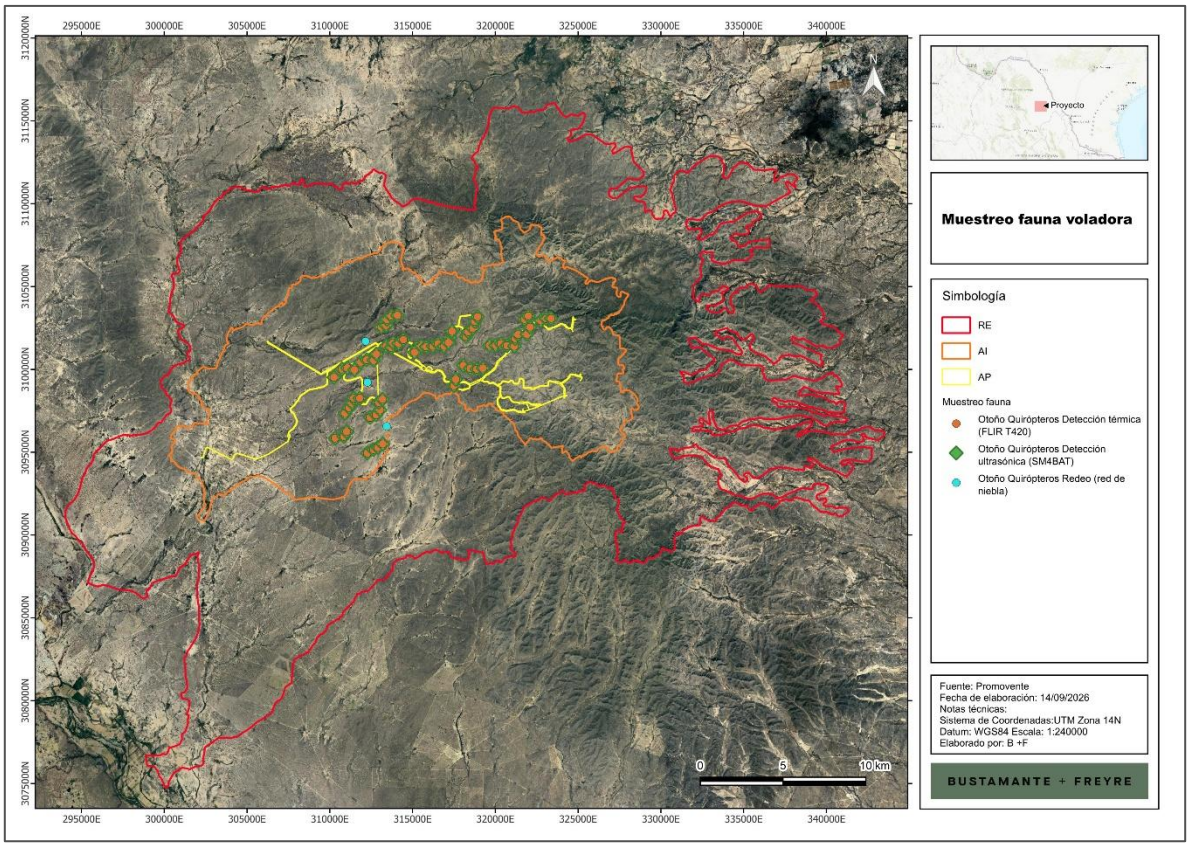
Además de la identificación visual también se registraron los cantos, llamados y el comportamiento de las aves para lograr su identificación.

IV.1.1.1. Redes de Niebla

Las redes de captura (también conocidas como redes de niebla) son utilizadas para la recolección de aves, convirtiéndose en efectivas herramientas para el monitoreo de las poblaciones. Una vez dicho lo anterior, cabe señalar que durante esta primera vuelta al proyecto Parque Eólico La Noria se colocaron un total de 3 redes de niebla para el monitoreo de aves las cuales cuentan con una longitud de seis metros (Figura 2). Dichas redes fueron abiertas durante los 15 minutos siguientes a la hora oficial del amanecer local y fueron operadas durante un mínimo de 4 horas, con intervalos de revisión de 40 a 45 minutos para cada red.

Para la selección de los lugares donde se colocaron las redes de niebla, (Coordenadas UTM A01; 312165, 3101696, A02; 312278, 3099237 A03; 315017, 3099905) se consideró el límite entre dos tipos de hábitat, claros entre la vegetación, posibles corredores, así como cuerpos de agua (Ralph et al., 1996).

Figura 2. Diseño de Muestreo (Redeos) utilizado para el estudio de las Aves del Sitio.

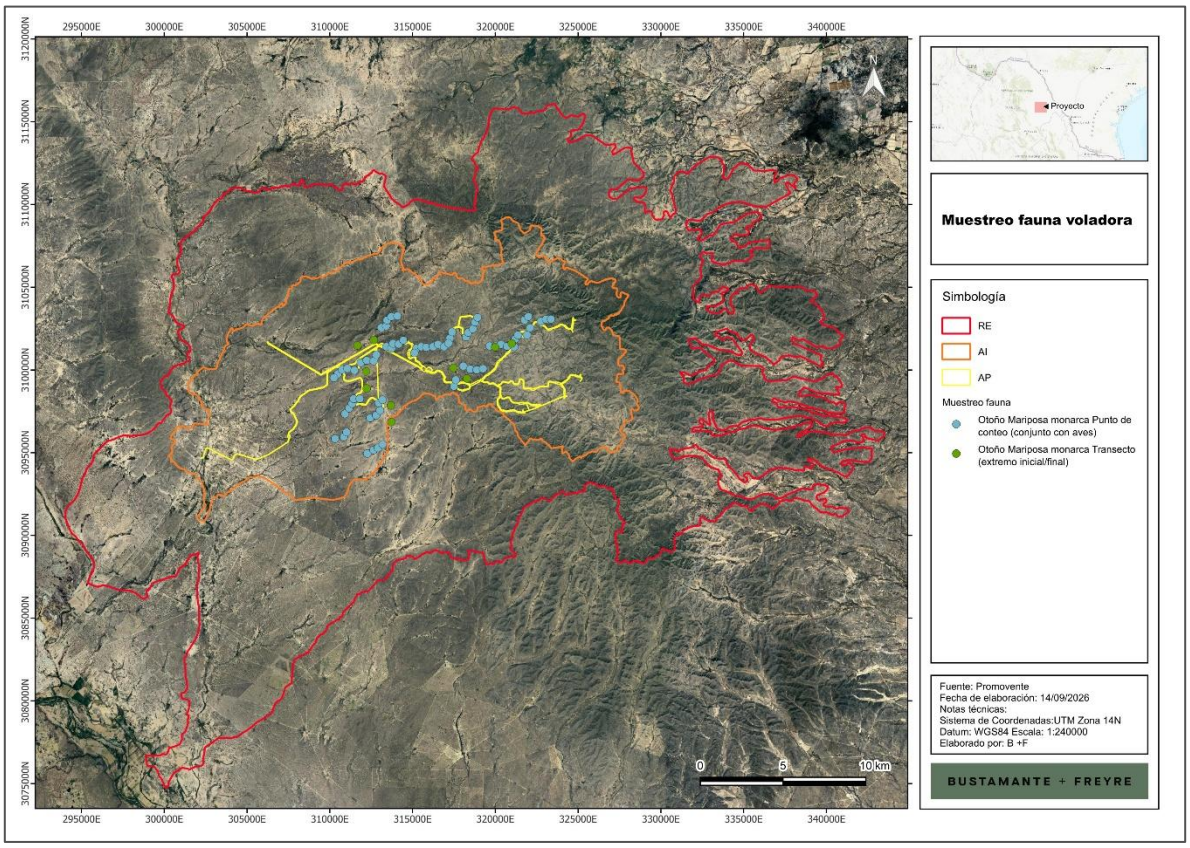


Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.1.2 Mariposa Monarca (Danaus plexippus, Linnaeus 1758)

Los monitoreos para la mariposa monarca (Danaus plexippus) se realizaron en conjunto con los puntos de conteo realizados para el monitoreo de aves, sin embargo, como medida adicional se trazaron cinco transectos fijos de un kilómetro de longitud, donde se tomaron datos como la dirección y la altura de vuelo, así como las plantas en las que descansaban dichos insectos (Figura 3).

Figura 3. Diseño de Muestreo (Redeos) utilizado para el estudio de mariposa.



IV.1.3 Quirópteros

Los murciélagos tienen actividad nocturna, por lo que se deben muestrear de una forma específica. Se realizaron muestreos en los mismos puntos que en los otros grupos por medio de equipos especiales de detección ultrasónica y térmica, los cuales fueron utilizados para grabar en cada punto durante 15 minutos.

Se utilizó un dispositivo de grabación ultrasónica marca Wildlife Acoustics, modelo SM4BAT. Dicho equipo graba ultrasonidos en el espectro sónico completo (Full-spectrum), en tiempo real, virtualmente sin lagunas entre grabaciones, alta velocidad de grabación con

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

micrófono externo. Para generar información sobre las abundancias se utilizó una cámara térmica modelo FLIR T420, mediante la cual se pueden calcular alturas con base en el tamaño, velocidad y forma de vuelo de los quirópteros que rondan los puntos. Durante la mitad del tiempo se apuntó la cámara al norte, y durante la otra mitad al sur, esto con la intención de hacer más fiable el muestreo.

Para el procesamiento de los datos obtenidos mediante el micrófono ultrasónico se utilizó el software SonoBat™, el cual cuenta con una base de datos de sonidos ultrasónicos de murciélagos del Sureste de E.U.A. Este programa clasifica los llamados y secuencias usando un sistema experto incorporando un consenso conjunto de algoritmos de decisión jerárquica y reporta una decisión de una especie particular cuando los resultados exceden el umbral de probabilidad discriminante para cada decisión y cuando pasa los controles de post-decisión de las características conocidas del llamado. Como criterios de decisión utilizamos los siguientes:

Primer criterio de decisión: Consideraremos como “especie identificada” a la clasificación de SonoBat 3.2.0 US sobre una secuencia de llamados cuyo resultado implique una clasificación por consenso, es decir, cuando la decisión sobre la secuencia por mayoría y por media de clasificación alcancen un consenso.

Segundo criterio de decisión: Si una especie no es clasificada por consenso, entonces consideraremos como “especie identificada” a la clasificación de SonoBat 3.2.0 US sobre una secuencia de llamados cuyo resultado implique una decisión por mayoría siempre y cuando el número de llamados de la especie más prevalente sea igual o exceda la suma del número de llamados de la segunda y tercera especies prevalentes clasificadas en la secuencia de llamados (excepto especies como Lasionycteris noctivagans, Tadarida brasiliensis y Lasiurus cinereus que pueden tener pocos llamados/seg). Para el caso de decisión sobre el resultado ambiguo Tadarida brasiliensis/Lasiurus cinereus y Eptesicus fuscus/Lasionycteris noctivagans, solo se aceptaron características discriminantes estrictas.

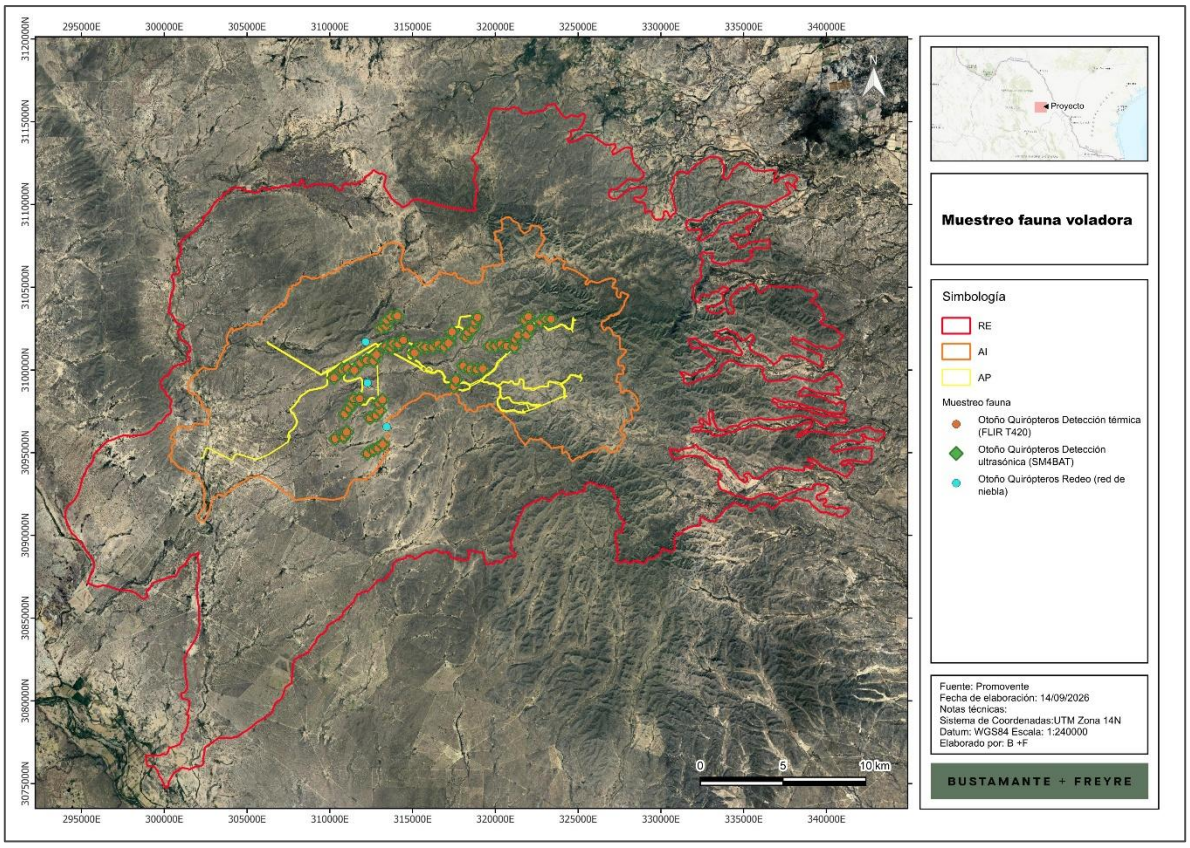
IV.1.3.1. Redes de niebla

Al igual que el grupo de las aves, se colocaron un total de 3 redes de niebla las cuales cuentan con una longitud de seis metros. Dichas redes fueron abiertas desde el crepúsculo hasta el amanecer (18:00 – 6:00 horas), con intervalos de revisión de 30-35 minutos para cada red.

La selección de los lugares donde se colocaron las redes de niebla (Coordenadas UTM Q01; 312276, 3099217, Q02; 312165, 3101696 Q03; 313437, 3096557), se consideró la disposición de posibles corredores, así como cuerpos de agua (Figura 4).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 4. Diseño de Muestreo (Redeos) utilizado para el estudio de Quiropteros.



V. ANÁLISIS

Todos los parámetros se calcularon de manera global, para aves, murciélagos y mariposa monarca, integrando los registros de la totalidad de los sitios de muestreo ubicados en el AP y en el AI.

V.1. Riqueza (S)

Con la información obtenida a través de las observaciones, se utilizó el programa EstimateS 9.1 (Colwell 2013) para generar una curva de acumulación de especies con intervalos de confianza de 95% (Colwell et al., 2004 y Colwell et al. 2012) y verificar que se alcance la asíntota. También se calculó el índice de completitud para evaluar la representatividad del muestreo.

Además, se utilizaron los estimadores de riqueza mediante el programa EstimateS 9.1 y basados en abundancia y/o en presencia dependiendo del tipo de muestreo: Chao 1 (Chao 1984, Chazdon et al. 1998) y Chao 2 (Chazdon et al. 1998).

El listado sistemático de las especies de aves se realizó de acuerdo con el criterio de la American Ornithologists' Union (1998, 2000) y suplementos (Banks et al. 2002-2017);

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

incluyendo nombres comunes en español (Escalante-Pliego et al. 2014). Se determinó la permanencia estacional y temporal de las aves con base en lo mencionado por Howell y Webb (1995), el gremio funcional y la técnica de forrajeo (Ehrlich et al. 1988). Finalmente, se determinó el estatus de conservación de las especies con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) y la Lista Roja de Especies Amenazadas (IUCN 2015).

V.2. Abundancia y frecuencia de ocurrencia

Se calculó un índice de abundancia relativa (Ar) con base en el número de individuos observados por especie entre el total de los individuos observados, así como también la frecuencia de ocurrencia (FO), la cual se refiere al número de individuos entre el número total de unidades muestreales.

V.3. Diversidad

Para la estimación de abundancia y diversidad se aplicó el índice de Shannon-Wiener, el cual se usa en la ecología y otras ciencias para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente con una H' y se expresa siempre con número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, donde valores inferiores a 2 se consideran ecosistemas de diversidad baja y superiores a 3 ecosistemas de diversidad alta. Es importante aclarar que normalmente los ecosistemas con mayores valores son bosques tropicales o arrecifes de coral, mientras que las zonas desérticas y similares son las de menores valores en cuanto a diversidad. Una de las mayores ventajas de este índice, es que, a pesar de ser un índice de fácil aplicación, no es necesario identificar las especies presentes, basta con poder distinguir unas de otras, para hacer el recuento de individuos de cada una de ellas, y su abundancia total.

La fórmula para aplicar el índice de Shannon es la siguiente.

$$H = -\sum_{i=1}^{S} (Pi)(Log2Pi)$$

Dónde:

H = Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Pi = Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

LnPi = logaritmo natural de Pi.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza) y la cantidad de individuos de la especie (abundancia) junto con la cantidad de individuos por especie en relación con el total de individuos (abundancia relativa).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H'min = 0 \quad H'max = Ln(S)$$

V.4. Equidad de Pielou

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Pielou adopta valores entre 0 y 1, donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella et al., 2012). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$J' = H' / Ln(S)$$

Dónde:

J' = Equidad de Pielou

H' = Índice de diversidad de Shannon

Ln (S) = Logaritmo natural del número de especies (o riqueza)

En resumen, el índice de equidad de Pielou es el resultante de la división entre el índice de Shannon-Wiener sobre el logaritmo natural (Ln) de la riqueza (S).

Se calcularon los índices de diversidad de Shannon (1948) mediante el programa EstimateS Versión 9.1 de manera conjunta para el grupo de las aves y para el de los murciélagos. Asimismo, se calculó el número efectivo de especies (eH'; MacArthur 1965, en Jost 2006), es decir, el número de especies equitativamente comunes en una comunidad.

VI. RESULTADOS

VI.1. Aves

VI.1.1. Riqueza (S) y abundancia general (A)

Los muestreos realizados en los 71 puntos arrojaron un esfuerzo de muestreo total de 432 individuos distribuidos en 33 especies. Siendo 222 (51.39%) detecciones auditivas y las 210 (48.61%) restantes observaciones directas. Los individuos encontrados se agrupan taxonómicamente en 8 Órdenes, 20 Familias y 29 Géneros (Tabla 3). Cabe señalar que solo una especie se encontró enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; Accipiter cooperii, catalogada como en Protección especial (Pr). A nivel mundial, de igual forma solo se encontró una especie dentro de la lista roja de especies amenazadas (IUCN 2018); Lanius ludovicianus como especie cercana a ser amenazada (NT).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 3. Listado total de especies de aves observado dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria.

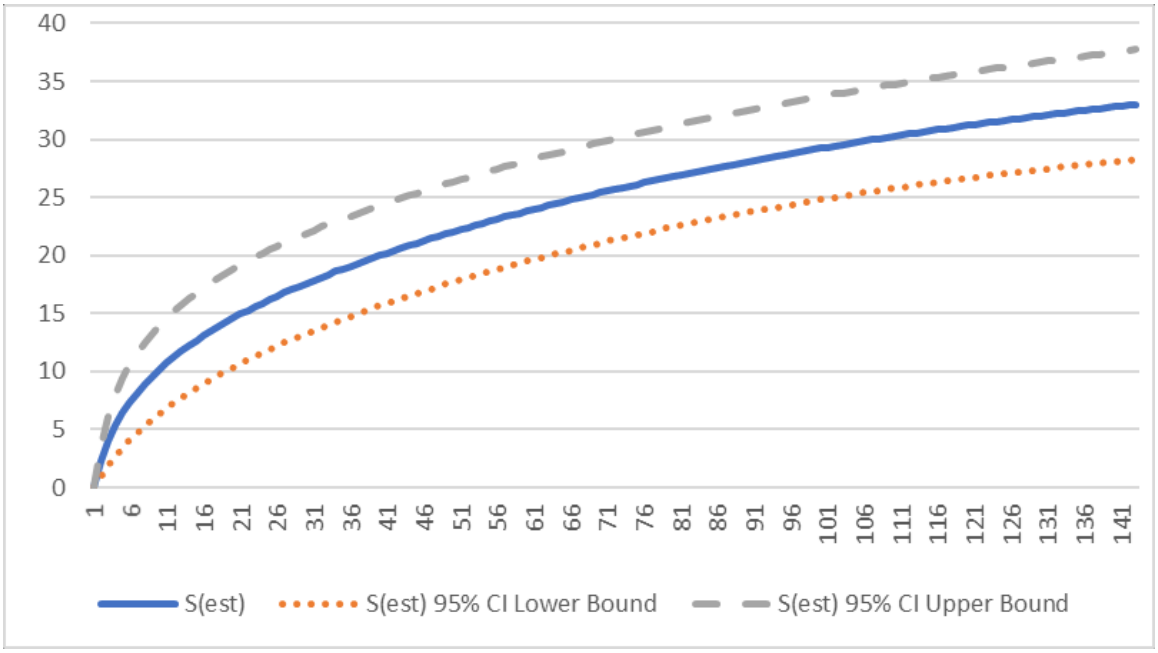
Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM 059	IUCN
Accipitriformes	Accipitridae	Accipiter cooperii	Gavilán de cooper	Pr	LC
		Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	S/E	LC
		Circus hudsonius	Gavilán rastrero	S/E	LC
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Phalaenoptilus nuttallii	Tapacaminos pandeagua	S/E	LC
Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes aura	Zopilote aura	S/E	LC
Columbiformes	Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	S/E	LC
		Zenaida macroura	Paloma huilota	S/E	LC
Falconiformes	Falconidae	Falco sparverius	Cernícalo americano	S/E	LC
Galliformes	Odontophoridae	Callipepla squamata	Codorniz escamosa	S/E	LC
Passeriformes	Cardinalidae	Cardinalis cardinalis	Cardenal norteño	S/E	LC
		Cardinalis sinuatus	Cardenal desértico	S/E	LC
	Corvidae	Corvus cryptoleucus	Cuervo llanero	S/E	LC
	Emberizidae	Melospiza lincolnii	Gorrión de lincoln	S/E	LC
	Icteridae	Sturnella neglecta	Pradero occidental	S/E	LC
	Laniidae	Lanius ludovicianus	Alcaudón verdugo	S/E	NT
	Mimidae	Mimus polyglottos	Cenzontle común	S/E	LC
		Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche piquicurvo	S/E	LC
		Toxostoma longirostre	Cuitlacoche piquilargo	S/E	LC
	Parulidae	Oreothlypis celata	Chipe oliváceo	S/E	LC
		Setophaga coronata	Chipe coronado	S/E	LC
	Passerellidae	Amphispiza bilineata	Gorrión garganta negra	S/E	LC
		Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	S/E	LC
		Melozone fusca	Rascador pardo	S/E	LC
		Pooecetes gramineus	Gorrión zacatero	S/E	LC
	Polioptilidae	Polioptila melanura	Perlita del desierto	S/E	LC
	Regulidae	Regulus calendula	Reyezuelo rubí	S/E	LC
	Troglodytidae	Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	S/E	LC
		Salpinctes obsoletus	Saltapared de rocas	S/E	LC
		Thryomanes bewickii	Chivirín cola oscura	S/E	LC
		Troglodytes aedon	Chivirrín saltapared	S/E	LC
	Tyrannidae	Tyrannus verticalis	Tirano pálido	S/E	LC
Piciformes	Picidae	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	S/E	LC
Strigiformes	Strigidae	Bubo virginianus	Búho cornudo	S/E	LC

Al observar la curva de acumulación de especies resultante para medir la riqueza general de aves obtenida durante el muestreo, se puede apreciar que ésta fue perdiendo gradualmente su pendiente con incremento del número de unidades muestréales, tendiendo una asíntota próxima a las 33 especies obtenidas en campo. El número medio de especies nuevas registradas por unidad de muestreo fue descendiendo, en la muestra

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

1 fue de 2.25, mientras que en la muestra 142 fue de 0.07. Lo anterior sugiere que el muestreo realizado es representativo de la comunidad de aves presente en el área de estudio (Figura 5).

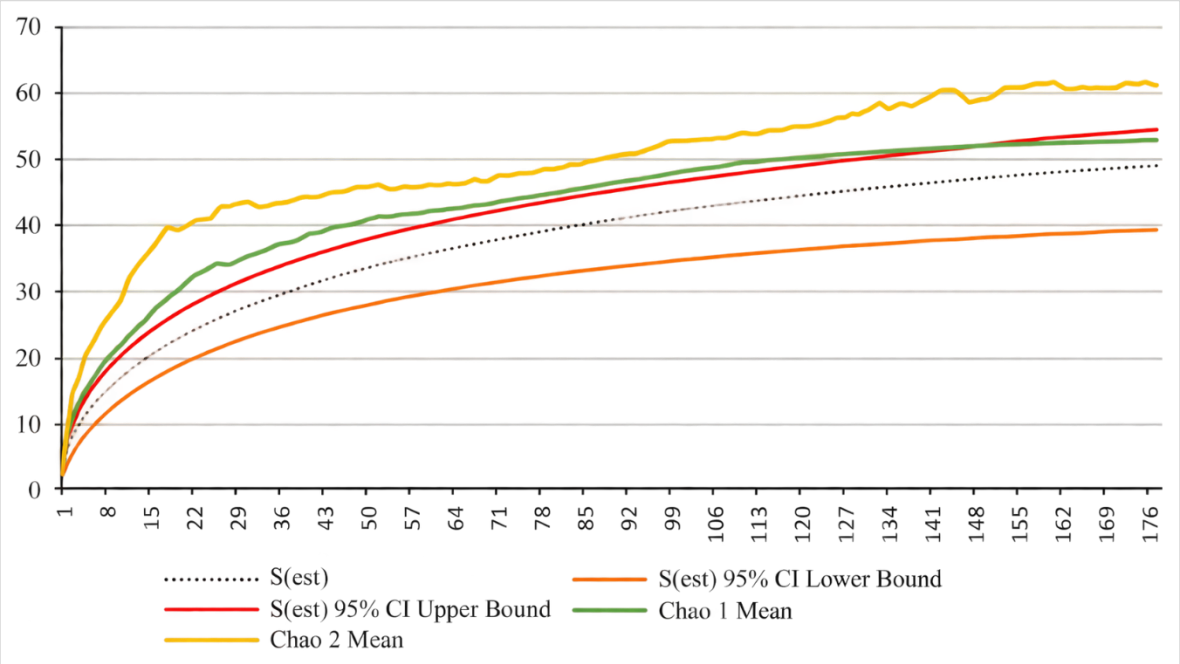
Figura 5. Curva de acumulación de especies para aves por esfuerzo de muestreo, con IC95% para los muestreos realizados (rarefacción basada en muestras; Colwell et al. 2004).



De acuerdo con el estimador de riqueza basado en abundancia (Chao 1), el área de estudio puede llegar a registrar 40 especies, alcanzando un Intervalo de Confianza del 82.5%, Por otra parte, el estimador de riqueza basado en incidencias (Chao 2), nos indica que se pueden llegar a encontrar hasta 38 especies, resultando un IC del 86.84%. (Figura 6). Así mismo, la efectividad de muestreo alcanza un valor promedio del 84.67%, lo que indica que la riqueza de especies observada es representativa a la comunidad de aves en la zona durante el periodo de otoño de 2018.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 6. Comparativa de la riqueza registrada en campo con los estimadores de riqueza Chao 1 (verde; Chao, 1984; Chazdon et al., 1998), Chao 2 (amarillo; Chazdon et al. 1998) obtenidos mediante el programa EstimateS Versión 9.1 (Colwell et al, 2012).



VI.1.2. Temporalidad de especies en el Parque Eólico La Noria

En lo que respecta a la temporalidad en el área de estudio, de la riqueza total registrada (33 especies), 23 especies presentan residencia permanente en el sitio, y 10 más son migratorias al lugar, siendo estos migratorios invernales (Tabla 4).

Tabla 4. Residencia temporal de las especies registradas en el área de estudio con base en lo establecido en Birds of North America.

Especie	Residencia	N°
Accipiter cooperii	Migratoria Invernal	1
Amphispiza bilineata	Residente permanente	66
Bubo virginianus	Residente permanente	1
Buteo jamaicensis	Residente permanente	10
Circus hudsonius	Residente Invernal	1
Callipepla squamata	Residente permanente	17
Campylorhynchus brunneicapillus	Residente permanente	26
Cardinalis cardinalis	Residente permanente	2
Cardinalis sinuatus	Residente permanente	2
Cathartes aura	Residente permanente	17
Chondestes grammacus	Residente permanente	1
Corvus cryptoleucus	Residente permanente	1

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Residencia	N°
Falco sparverius	Migratoria Invernal	13
Lanius ludovicianus	Migratoria Invernal	4
Melanerpes aurifrons	Residente permanente	1
Melospiza lincolnii	Migratoria Invernal	2
Melozone fusca	Residente permanente	1
Mimus polyglottos	Residente permanente	81
Oreothlypis celata	Migratoria Invernal	3
Phalaenoptilus nuttallii	Residente permanente	1
Polioptila melanura	Residente permanente	33
Pooecetes gramineus	Migratoria Invernal	3
Regulus calendula	Migratoria Invernal	1
Salpinctes obsoletus	Residente permanente	3
Setophaga coronata	Migratoria Invernal	2
Sturnella neglecta	Migratoria Invernal	7
Thryomanes bewickii	Residente permanente	94
Toxostoma curvirostre	Residente permanente	4
Toxostoma longirostre	Residente permanente	4
Troglodytes aedon	Migratoria Invernal	4
Tyrannus verticalis	Residente permanente	1
Zenaida asiatica	Residente permanente	2
Zenaida macroura	Residente permanente	23

VI.1.4. Gremios alimenticios de las especies

En cuanto al gremio alimenticio, es importante remarcar que éste puede variar dependiendo de diferentes factores como temporalidad, disponibilidad, etapa de madurez, etc. Por lo tanto, la clasificación del gremio por especie se realizó en función a la principal alimentación consumida en la edad adulta, según lo establecido en Birds of North América. Dicho lo anterior, de la riqueza total registrada, 13 resultaron ser principalmente insectívoras, 8 omnívoras, 5 granívoras, 6 carnívoras (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), y una carroñera.

Tabla 5. Gremio alimenticio principal de las especies registradas en el área de estudio.

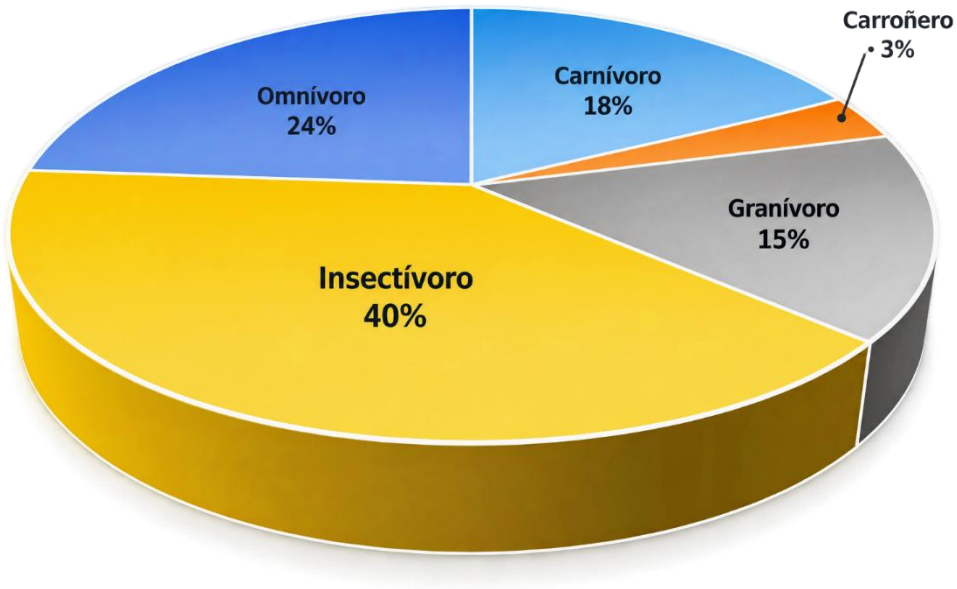
Especie	Gremio alimenticio principal
Accipiter cooperii	Carnívoro
Amphispiza bilineata	Insectívoro
Bubo virginianus	Carnívoro
Buteo jamaicensis	Carnívoro
Circus hudsonius	Carnívoro
Callipepla squamata	Omnívoro
Campylorhynchus brunneicapillus	Omnívoro
Cardinalis cardinalis	Granívoro

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Gremio alimenticio principal
Cardinalis sinuatus	Granívoro
Cathartes aura	Carroñero
Chondestes grammacus	Granívoro
Corvus cryptoleucus	Omnívoro
Falco sparverius	Carnívoro
Lanius ludovicianus	Carnívoro
Melanerpes aurifrons	Insectívoro
Melospiza lincolnii	Granívoro
Melozone fusca	Insectívoro
Mimus polyglottos	Insectívoro
Oreothlypis celata	Insectívoro
Phalaenoptilus nuttallii	Insectívoro
Polioptila melanura	Insectívoro
Pooecetes gramineus	Herbívoro
Regulus calendula	Insectívoro
Salpinctes obsoletus	Insectívoro
Setophaga coronata	Insectívoro
Sturnella neglecta	Omnívoro
Thryomanes bewickii	Insectívoro
Toxostoma curvirostre	Omnívoro
Toxostoma longirostre	Omnívoro
Troglodytes aedon	Insectívoro
Tyrannus verticalis	Insectívoro
Zenaida asiatica	Omnívoro
Zenaida macroura	Omnívoro

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 7. Gremios alimenticios de la comunidad de aves registradas en el proyecto.



VI.1.5. Diversidad (H')

De acuerdo con los valores obtenidos en el índice de diversidad de Shannon Wiener (H') y el índice de equitatividad de Pielou (J'), de manera general, se describe el área con una diversidad media en cuanto a aves, estimando un valor de H'= 2.51, con una equitatividad del J'=0.71, lo cual indica que la comunidad es moderadamente homogénea, con presencia de algunas especies más abundantes como Thryomanes bewickii, Mimus polyglottos y Amphispiza bilineata.

Por otra parte, el índice de Shannon en su forma de número efectivo (e '), fue estimado en 12.28, el cual nos indica que la diversidad de nuestra comunidad es igual a la diversidad que tendría una comunidad virtual con 12.28 especies, en la cual todas ellas tuvieran exactamente la misma abundancia, teniendo el índice inverso de Simpson con un valor estimado en 1/D= 8.0906 (Tabla 6).

Tabla 6. Índices de diversidad por estación. Índice de Shannon (H'), número efectivo de especies (e), índice de equitatividad de Pielou (J'), e índice inverso de Simpson (1/D).

Zona	Riqueza (S)	H' (IC95%)	Shannon e '	J' (IC95%)	Simpson 1/D
General	33	2.51 (2.44-2.63)	12.28	0.718 (0.699-0.754)	8.09

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI.1.6. Abundancia y frecuencia de ocurrencia

De los 432 individuos registrados de manera general, las especies con mayor abundancia relativa (Ar) y frecuencia de ocurrencia (FO) de los Puntos de Control y los Puntos de Observación fue Amphispiza bilineata (Ar=0.1600 y FO=0.4859 inds/punto), Mimus polyglottos (Ar=0.1995 y FO= 0.6056 inds/punto), y Thryomanes bewickii (Ar= 0.2204 y FO=0.669 inds/punto) (Tabla 7).

Tabla 7. Concentrado de abundancia (A), abundancia relativa (AR), y frecuencia de ocurrencia (FO), por especie registradas dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria.

Especie	A (PC)	Ar (PC)	FO (PC)	A (PO)	Ar (PO)	FO (PO)	A (Tot)	Ar (Tot)	FO (Tot)
Accipiter cooperii	1	0.0063	0.0141	0	0.0000	0.0000	1	0.0023	0.0070
Amphispiza bilineata	15	0.0949	0.2113	51	0.1868	0.7183	66	0.1531	0.4648
Bubo virginianus	0	0.0000	0.0000	1	0.0037	0.0141	1	0.0023	0.0070
Buteo jamaicensis	2	0.0127	0.0282	8	0.0293	0.1127	10	0.0232	0.0704
Circus hudsonius	1	0.0063	0.0141	0	0.0000	0.0000	1	0.0023	0.0070
Callipepla squamata	6	0.0380	0.0845	11	0.0403	0.1549	17	0.0394	0.1197
Campylorhynchus brunneicapillus	8	0.0506	0.1127	18	0.0659	0.2535	26	0.0603	0.1831
Cardinalis cardinalis	0	0.0000	0.0000	2	0.0073	0.0282	2	0.0046	0.0141
Cardinalis sinuatus	0	0.0000	0.0000	2	0.0073	0.0282	2	0.0046	0.0141
Cathartes aura	3	0.0190	0.0423	14	0.0513	0.1972	17	0.0394	0.1197
Chondestes grammacus	1	0.0063	0.0141	0	0.0000	0.0000	1	0.0023	0.0070
Corvus cryptoleucus	0	0.0000	0.0000	1	0.0037	0.0141	1	0.0023	0.0070
Falco sparverius	2	0.0127	0.0282	11	0.0403	0.1549	13	0.0302	0.0915
Lanius ludovicianus	0	0.0000	0.0000	4	0.0147	0.0563	4	0.0093	0.0282
Melanerpes aurifrons	0	0.0000	0.0000	1	0.0037	0.0141	1	0.0023	0.0070
Melospiza lincolnii	0	0.0000	0.0000	2	0.0073	0.0282	2	0.0046	0.0141
Melozone fusca	1	0.0063	0.0141	0	0.0000	0.0000	1	0.0023	0.0070
Mimus polyglottos	36	0.2278	0.5070	45	0.1648	0.6338	81	0.1879	0.5704
Oreothlypis celata	1	0.0063	0.0141	2	0.0073	0.0282	3	0.0070	0.0211
Phalaenoptilus nuttallii	0	0.0000	0.0000	1	0.0037	0.0141	1	0.0023	0.0070
Polioptila melanura	10	0.0633	0.1408	23	0.0842	0.3239	33	0.0766	0.2324
Pooecetes gramineus	0	0.0000	0.0000	3	0.0110	0.0423	3	0.0070	0.0211

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	A (PC)	Ar (PC)	FO (PC)	A (PO)	Ar (PO)	FO (PO)	A (Tot)	Ar (Tot)	FO (Tot)
Regulus calendula	0	0.0000	0.0000	1	0.0037	0.0141	1	0.0023	0.0070
Salpinctes obsoletus	2	0.0127	0.0282	1	0.0037	0.0141	3	0.0070	0.0211
Setophaga coronata	2	0.0127	0.0282	0	0.0000	0.0000	2	0.0046	0.0141
Sturnella neglecta	1	0.0063	0.0141	6	0.0220	0.0845	7	0.0162	0.0493
Thryomanes bewickii	46	0.2911	0.6479	48	0.1758	0.6761	94	0.2181	0.6620
Toxostoma curvirostre	4	0.0253	0.0563	0	0.0000	0.0000	4	0.0093	0.0282
Toxostoma longirostre	0	0.0000	0.0000	4	0.0147	0.0563	4	0.0093	0.0282
Troglodytes aedon	3	0.0190	0.0423	1	0.0037	0.0141	4	0.0093	0.0282
Tyrannus verticalis	0	0.0000	0.0000	1	0.0037	0.0141	1	0.0023	0.0070
Zenaida asiatica	0	0.0000	0.0000	2	0.0073	0.0282	2	0.0046	0.0141
Zenaida macroura	13	0.0823	0.1831	10	0.0366	0.1408	23	0.0534	0.1620
TOTAL	158	1.0000	2.2254	274	1.0037	3.8592	432	1.0023	3.0423

Los valores obtenidos del cálculo de la frecuencia de ocurrencia (#individuos/#unidades muéstrales) indican que en los puntos de conteo se encontró una menor frecuencia de ocurrencia total de individuos (2.22 ind/punto) que en los puntos de observación (3.85 ind/punto). En general en el área la frecuencia de ocurrencia es de 3.04 ind/punto.

VI.1.8. Uso del hábitat

El concepto de hábitat se puede definir de manera general como el conjunto de factores bióticos y abióticos que inciden en el desarrollo de un organismo, población o comunidad. Por ende, el uso de hábitat es la forma en la que se utilizan los diferentes recursos presentes en el ecosistema para su sustento, alimento, refugio, etc. Dicho lo anterior, para una mejor descripción de éste, se hizo un conteo de las actividades de los individuos en su entorno, por lo tanto, cada individuo pudo obtener más de un uso de hábitat, superando en números la abundancia total registrada durante el periodo de monitoreo.

Del total de los registros obtenidos durante el monitoreo, se pudieron diferenciar 5 usos de hábitat generales de las aves de los cuales el uso mayormente detectado fue el canto, con 222 individuos, equivalente al 45.96%, seguida por vuelo con 133 individuos (27.53%), en tercer término, la percha con 114 individuos (23.60%), dejando el 2.91% restante, en actividades como descanso y forraje (Tabla 8).

Tabla 8. Uso de hábitat general de las aves, registrado durante el monitoreo dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Canto	Descanso	Forraje	Percha	Vuelo	Total
Accipiter cooperii					1	1
Amphispiza bilineata	37			26	13	76
Bubo virginianus					1	1
Buteo jamaicensis					12	12
Circus hudsonius	9		3		5	17
Callipepla squamata	24			2	1	27
Campylorhynchus brunneicapillus	2					2
Cardinalis cardinalis	1			1	1	3
Cardinalis sinuatus					18	18
Cathartes aura					1	1
Chondestes grammacus					1	1
Corvus cryptoleucus					1	1
Falco sparverius				1	13	14
Lanius ludovicianus	1			3	2	6
Melanerpes aurifrons	1					1
Melospiza lincolnii				3	2	5
Melozone fusca				1		1
Mimus polyglottos	59			17	10	86
Oreothlypis celata				2	1	3
Phalaenoptilus nuttallii		1			1	2
Polioptila melanura	26			7	6	39
Pooecetes gramineus				3	1	4
Regulus calendula	1					1
Salpinctes obsoletus	1			2	1	4
Setophaga coronata				2		2
Sturnella neglecta				3	6	9
Thryomanes bewickii	53			33	15	101
Toxostoma curvirostre	4					4
Toxostoma longirostre	1			3	2	6
Troglodytes aedon	1			3		4
Tyrannus verticalis				1		1
Zenaida asiatica					2	2
Zenaida macroura	1	10			17	28
Total	222	11	3	114	133	483

Del total de las observaciones, 27.54 % de las veces se registró a las aves en vuelo, y el 45.96% no fue posible observarlas, pero fueron identificadas por medio del canto, dejando así, el 26.50 % dentro de algún sustrato en específico (Tabla 9).

Tabla 9. Sustrato general observado durante el monitoreo dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

	Arbóreo	Arbustivo	Cuerpo arborescente	Infraestructura	Materia orgánica	Suelo	Total general
Total	1	79	32	1	1	14	128
%	0.8	61.7	25.0	0.8	0.8	10.9	100

Con base en lo observado en campo, el sustrato más utilizado fue el arbustivo con el 61.71% seguido por el cuerpo arborescente con el 25.0%, el suelo con el 10.93%, y el 2.36 % restante correspondió a sustratos como materia orgánica, infraestructura y arbóreo (Tabla 10).

Tabla 10. Sustrato específico utilizado para cada actividad general observada dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria.

Sustrato general	Sustrato específico	Descanso	Forrajeo	Percha	Total general
Arbóreo	Prosopis glandulosa			1	1
Arbustivo	Acacia berlandieri			18	18
Arbustivo	Agave lechuguilla			10	10
Arbustivo	Castella texana			1	1
Arbustivo	Celtis pallida			1	1
Arbustivo	Condalia spathulata			1	1
Arbustivo	Dasylirium sp.			7	7
Arbustivo	Forestiera angustifolia			1	1
Arbustivo	Guaiacum angustifolium			9	9
Arbustivo	Leucophyllum frutesens			8	8
Arbustivo	Lycium berlandieri			2	2
Arbustivo	Opuntia sp.			3	3
Arbustivo	Schaefferia cuneifolia			1	1
Arbustivo	Vachellia rigidula			17	17
Cuerpo arborescente	Yucca rostrata			32	32
Infraestructura	Poste cerco			1	1
Materia orgánica	Arbusto seco			1	1
Suelo	Suelo	11	3		14
Total general		11	4	114	128

Cabe señalar que de los sustratos mayormente observados siendo utilizado por las aves, destacan las especies Yucca rostrata (32 obs.), Acacia berlandieri (18 obs.), y Vachellia rigidula. (17 obs.) la cuales fueron utilizadas por aves como sitios de percha. Para el resto de las actividades como los sitios de descanso y sitios de alimentación se llevaron a cabo, de manera general, en el suelo.

VI.1.9. Alturas de vuelo y riesgo de colisión

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De acuerdo con lo observado en campo, de las 33 especies identificadas, se obtuvieron avistamientos de 24 especies (72.72%), que representan 133 observaciones con determinada altura de vuelo.

El rango altitudinal observado de las 24 especies de aves tuvo un promedio de altura de vuelo de 32 metros, donde especies como; Accipiter cooperii, Buteo jamaicensis, Circus hudsonius, Cathartes aura, Corvus cryptoleucus, Mimus polyglottos y Falco sparverius pudieran tener algún riesgo de colisión ya que sus alturas de vuelo rondan arriba de los 30 metros. Considerando que los aerogeneradores Nordex N175 del arreglo actual presentan una zona de barrido del rotor comprendida entre 31.5 m y 206.5 m sobre el nivel del terreno, las alturas promedio de Buteo jamaicensis (145 m), Cathartes aura (74 m), Falco sparverius (62 m), Circus hudsonius (55 m), Corvus cryptoleucus (50 m) y Accipiter cooperii (40 m) se ubican dentro de dicho intervalo, mientras que Mimus polyglottos lo alcanza únicamente en su altura máxima registrada (35 m).

Es muy importante destacar que de acuerdo con las especies antes mencionadas el gavilán de cooper (Accipiter cooperii) es de particular relevancia ya que se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 11, Figura 8).

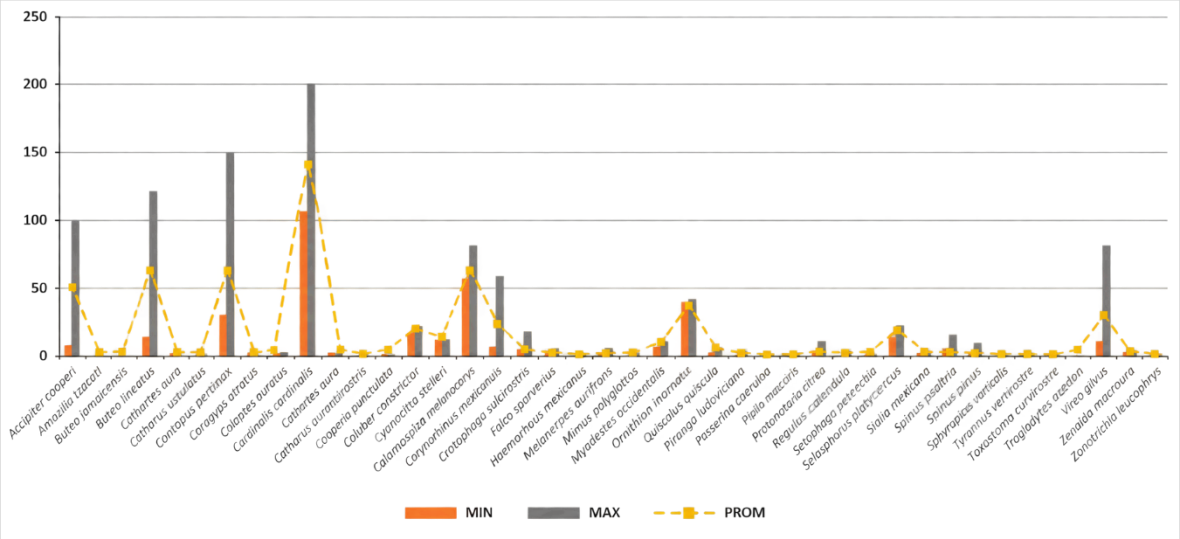
Tabla 11. Alturas de vuelo registradas por especie dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria, incluyendo alturas promedio, mínimas, y máximas de las especies.

Especie	N°	MIN	MAX	PROM
Accipiter cooperii	1	40	40	40
Amphispiza bilineata	13	1	20	7
Bubo virginianus	1	3	3	3
Buteo jamaicensis	12	60	300	145
Callipepla squamata	5	3	3	3
Campylorhynchus brunneicapillus	1	10	10	10
Cardinalis sinuatus	1	5	5	5
Cathartes aura	18	25	178	74
Circus hudsonius	1	55	55	55
Corvus cryptoleucus	1	50	50	50
Falco sparverius	13	3	200	62
Lanius ludovicianus	2	2	3	3
Melospiza lincolnii	2	2	2	2
Mimus polyglottos	10	2	35	8
Oreothlypis celata	1	2	2	2
Phalaenoptilus nuttallii	1	17	17	17
Polioptila melanura	6	2	5	3
Pooecetes gramineus	1	5	5	5
Salpinctes obsoletus	1	1	1	1
Sturnella neglecta	6	1	5	3

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	N°	MIN	MAX	PROM
Thryomanes bewickii	15	1	15	4
Toxostoma longirostre	2	2.5	2.5	3
Zenaida asiatica	2	2	18	10
Zenaida macroura	17	2	25	8
Total general	133	1	300	32

Figura 8. Alturas de vuelo observadas por especies de aves en el proyecto Parque Eólico La Noria.



VI.2. Mariposa monarca (Danaus plexippus)

En lo que respecta al avistamiento de mariposas monarcas (Danaus plexippus) en el área de estudio, se registró un total de 526 avistamientos mediante el esfuerzo de muestreo total. Siendo 67 (12.74 %) detecciones en transectos y las 459 (87.26 %) restantes fueron observaciones en los puntos de conteo y observación.

De los avistamientos de la mariposa monarca durante el muestreo se obtuvo una densidad de 67 ind/ha para los transectos y una frecuencia de ocurrencia de 6.46 ind/punto para el caso de los puntos de conteo y observación.

VI.2.1. Rumbo de Vuelo

De las 459 observaciones de mariposa monarca en los puntos de conteo y observación, el rumbo de vuelo al cual se dirige la mayor parte de mariposas en la zona, fue al sur (157.5°-202.5°) con 268 observaciones (58.38%, respecto al total), en segundo término, fue al suroeste (202.5°-247.5°) con 86 registros (18.73%), encontrándose de manera general la

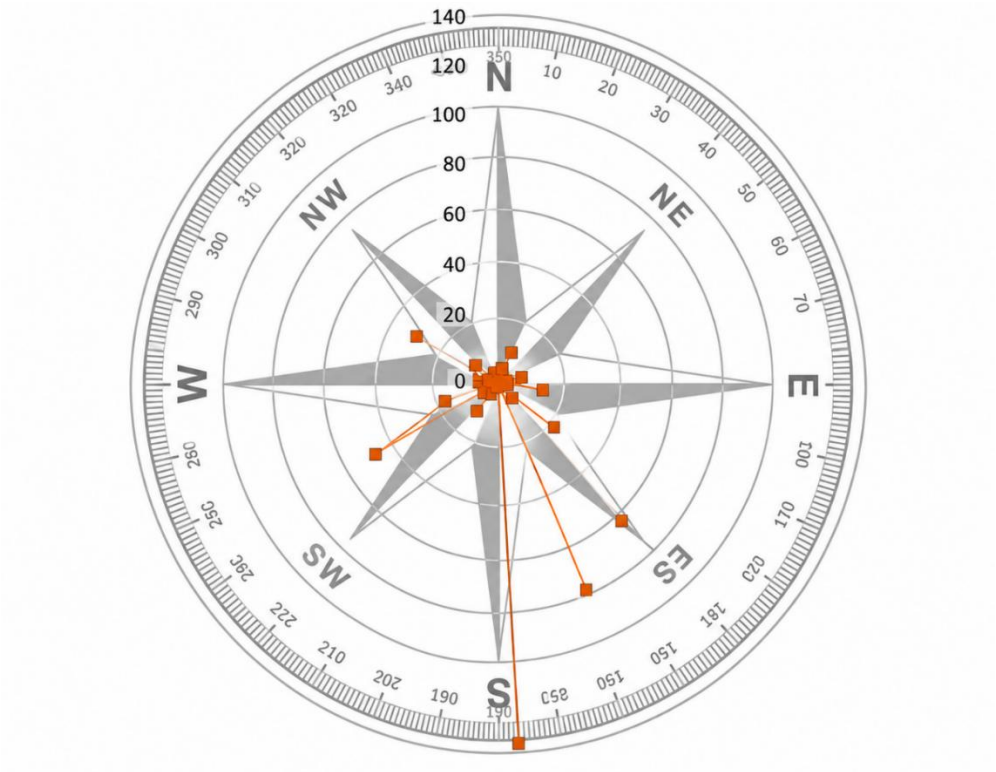
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

dirección de mayor preferencia de esta especie entre los 157°-247.5°, es decir, sur-suroeste sumando un total de 354 individuos equivalente al 77.12% de los registros totales.

Tabla 12. Rumbos de vuelos de las observaciones correspondientes al Proyecto Parque Eólico La Noria.

Rumbo de vuelo	Individuos
Noroeste	3
Norte	1
Noreste	5
Este	23
Sureste	33
Sur	268
Suroeste	86
Oeste	49

Figura 9. Representación de las direcciones de vuelo de mariposas monarca en los puntos de conteo y observación.



Para las 67 detecciones de mariposa monarca de los transectos, el rumbo de vuelo preferido por estas nuevamente fue hacia el sur con el 52.23 % de los registros.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

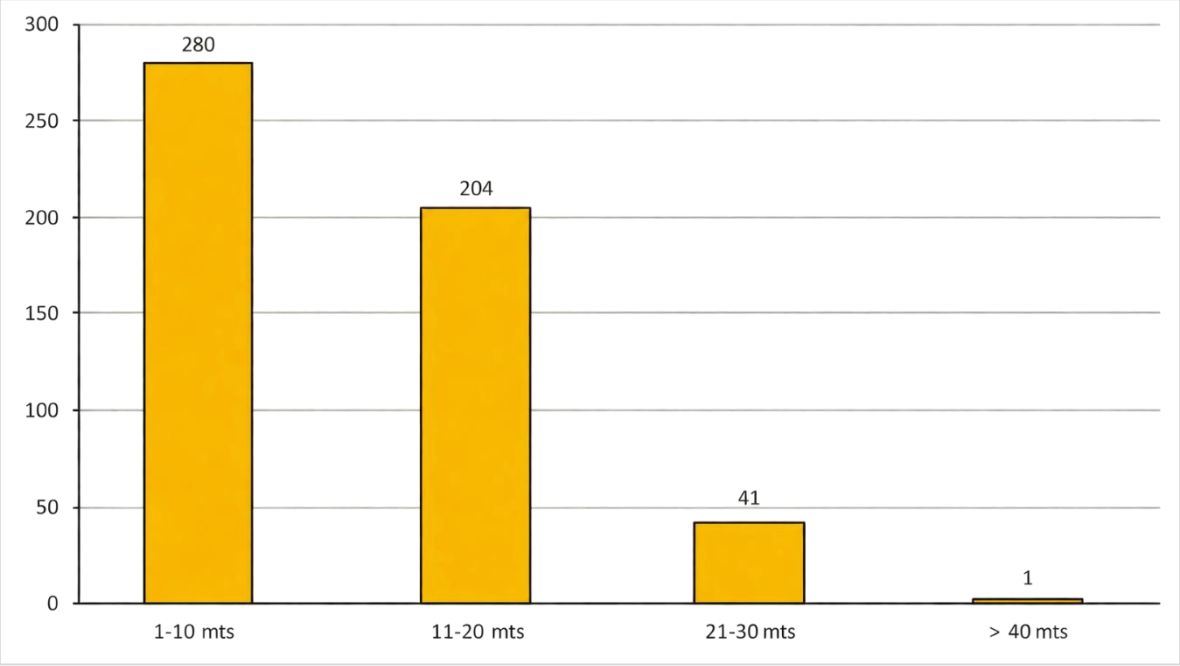
VI.2.2. Altura de vuelo

En lo que respecta a la altura de vuelo de la mariposa monarca tenemos que, de las 526 observaciones en total, el rango de altura involucrado oscila entre 1-40 m (Tabla 13). Con respecto a la zona de barrido del rotor de los aerogeneradores del arreglo actual (31.5 m a 206.5 m), 525 de los 526 registros (99.81 %) se ubicaron por debajo de su límite inferior.

Tabla 13. Alturas de vuelo de la mariposa monarca para los puntos de conteo y observación y los transectos.

Rango	# Observaciones
1-10 m	280
11-20 m	204
21-30 m	41
> 40 m	1

Figura 10. Rangos altitudinales registrados de mariposa monarca en el Parque Eólico La Noria.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI.3. Quirópteros

VI.3.1. Riqueza

Se obtuvo un total de 59 registros auditivos de murciélagos mediante el esfuerzo de muestreo total. El total de especies registradas mediante el Programa SonoBat 3.2.0 es de 7, las cuales se encuentran agrupadas taxonómicamente en 1 Orden, 2 Familias y 6 Géneros. (Tabla 14). De las 7 especies registradas, ninguna se encuentra incluida dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. En lo que respecta a las redes de niebla no se logró la captura de ningún ejemplar.

Tabla 14. Listado taxonómico de murciélagos obtenido dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria.

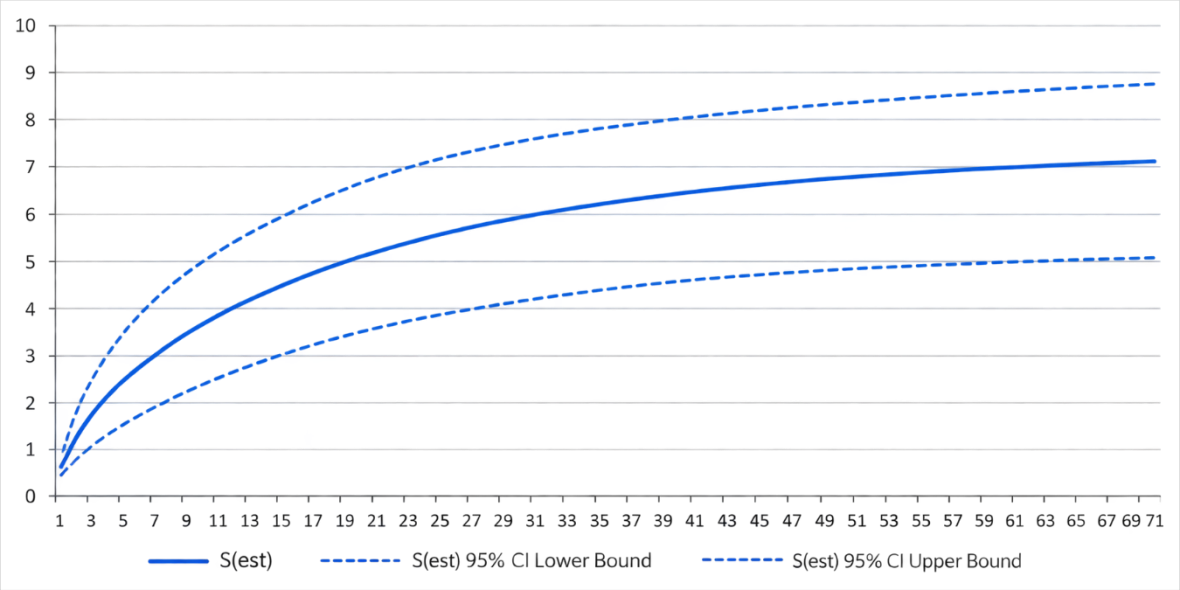
Especie	Nombre común	A	NOM-059	IUCN
Eumops perotis	Murciélago gigante de bonete	11	S/E	LC
Tadarida brasiliensis	Murciélago cola suelta brasileño	32	S/E	LC
Antrozous pallidus	Murciélago desértico norteño	1	S/E	LC
Lasiurus cinereus	Murciélago cola peluda canoso	3	S/E	LC
Myotis californicus	Miotis californiano	5	S/E	LC
Myotis yumanensis	Miotis de yuma	1	S/E	LC
Parastrellus hesperus	Pipistrelo del oeste americano	6	S/E	LC

(Familias Molossidae y Vespertilionidae, respectivamente.)

En la curva de acumulación de especies resultante para medir la riqueza general de murciélagos obtenida durante el monitoreo activo, se puede apreciar que ésta fue perdiendo gradualmente su pendiente con incremento del número de unidades muestréales, tendiendo una asíntota próxima a las 7 especies obtenidas en campo. El número medio de especies registradas por unidad de muestreo descendió gradualmente desde un valor de 0.49 (Muestra 1) hasta 0.03 (Muestra 71), lo que sugiere que el muestreo realizado es representativo a la comunidad de murciélagos presente en el área de estudio (Figura 11).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

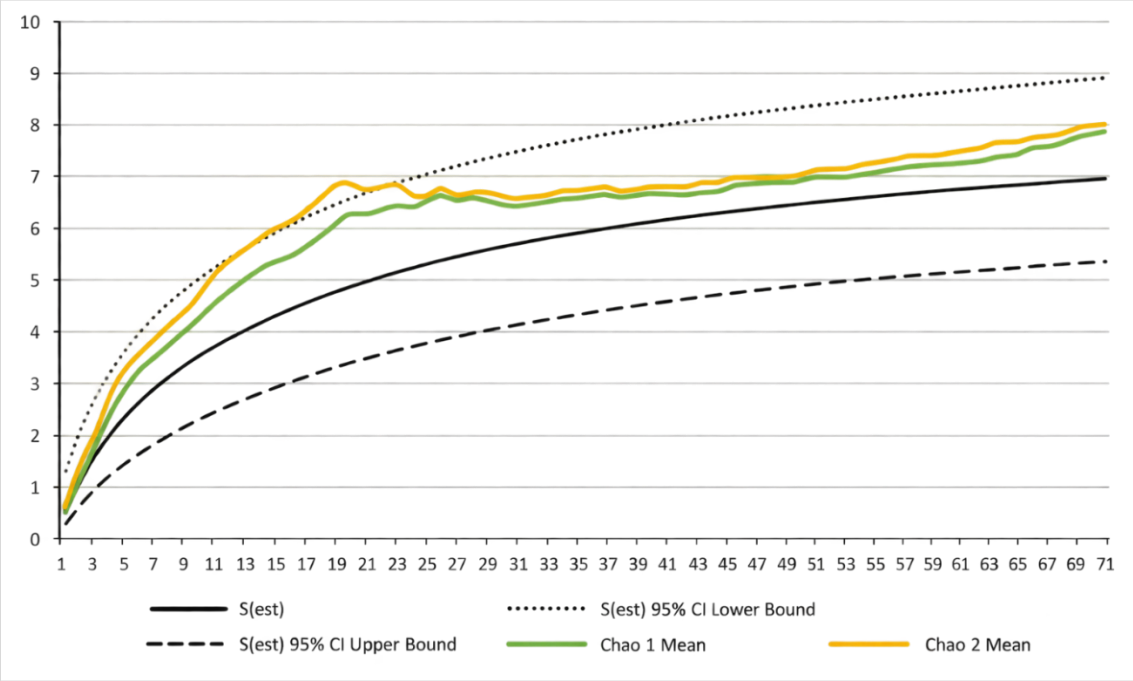
Figura 11. Curva de acumulación de especies para murciélagos por esfuerzo de muestreo, con IC95% para los muestreos realizados (Colwell et al, 2004).



De acuerdo con el estimador de riqueza basado en abundancia (Chao 1), y el estimador de riqueza basado en incidencias (Chao 2), se obtuvieron estimados de riqueza de 7.98 y 7.99 especies respectivamente, presentando un índice de completitud del 87.7% (Chao 1) y 87.6% (Chao 2), donde se puede observar que a pesar de estar por arriba de la media el esfuerzo de muestreo aun no es el adecuado para describir de manera confiable la comunidad de murciélagos en la zona (Figura 12).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 12. Comparativa de la riqueza registrada en campo con los estimadores de riqueza Chao 1 (Verde; Chao, 1984; Chazdon et al., 1998), Chao 2 (Amarillo; Chazdon et al. 1998).



VI.3.2. Abundancia

En relación con el número de grabaciones obtenidas para el monitoreo, se obtuvieron 59 registros de individuos distribuidos en 7 especies, de las cuales las especies con mayor abundancia relativa (Ar) y frecuencia de ocurrencia (FO) fueron Tadarida brasiliensis; (Ar=0.54237288 y FO=0.007639055), y Eumops perotis (Ar=0.18644068 y FO= 0.002625925).

Tabla 15. Concentrado de abundancia (A), abundancia relativa (AR), y frecuencia de ocurrencia (FO), de murciélagos por especie, de manera general registrada dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria durante el monitoreo.

Especie	A	Ar	FO
Antrozous pallidus	1	0.01694915	0.00023872
Eumops perotis	11	0.18644068	0.00262592
Lasiurus cinereus	3	0.05084746	0.00071616
Myotis californicus	5	0.08474576	0.00119360
Myotis yumanensis	1	0.01694915	0.00023872
Parastrellus hesperus	6	0.10169492	0.00143232
Tadarida brasiliensis	32	0.54237288	0.00763905

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI.3.3. Abundancia por medio de cámaras termográficas

Se obtuvieron 362 capturas sin clasificar por las cámaras termográficas durante el monitoreo, sumando un esfuerzo total de 71 puntos y una frecuencia de ocurrencia (FO) de 5.11 ind/punto.

VI.3.4. Diversidad

De acuerdo con los valores obtenidos en el índice de diversidad de Shannon Wiener (H') y el índice de equitatividad de Pielou (J'), de manera general, se describe el área con una diversidad baja en cuanto a quirópteros, estimando un valor de H'= 1.376 (1.175-1.596), y una equitatividad del J'= 0.7073 (0.6038-0.8201), lo cual indica que la comunidad presenta una heterogeneidad con una clara dominancia de la especie Tadarida brasiliensis.

El índice de diversidad de Shannon en su forma de número efectivo de especies (eH') fue estimado en 3.96, el cual nos indica que la diversidad de nuestra comunidad es igual a la diversidad que tendría una comunidad virtual con 3.96 especies, en la cual todas ellas tuvieran exactamente la misma abundancia, teniendo el índice inverso de Simpson con un valor estimado en 1/D= 2.86 (Tabla 16).

Tabla 16. Índices de diversidad, índice de Shannon (H'), índice de equitatividad de Pielou (J'), e índice inverso de Simpson (1/D).

Estación	Riqueza (S)	# Grabaciones	H' (IC95%)	J' (IC95%)	Simpson 1/D
Otoño	7	59	1.37 (1.17-1.59)	0.70 (0.60-0.82)	0.65(0.54-0.74)

VI.3.5. Rumbo de vuelo

De las 362 observaciones en campo por medio de las cámaras termográficas, de manera general, el rumbo de vuelo al cual se dirigen la mayor parte de quirópteros en la zona, se trata de la dirección oeste (250°-290°) con 73 observaciones (20.16%, respecto al total), en segundo término dirección suroeste (200°-250°) con 69 registros (19.06%), encontrándose, de manera general, las direcciones con mayor preferencia para murciélagos en un abanico direccional de los 290°-110°, es decir, oeste-sureste sumando un total de 254; 70.16%. (Tabla 17).

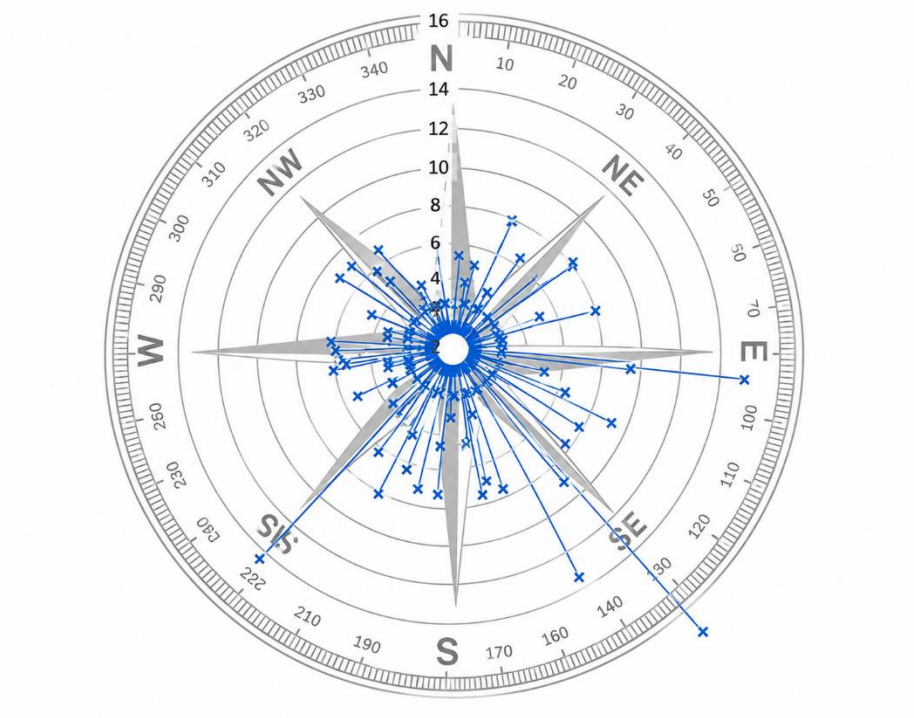
Tabla 17. Rumbos de vuelos de las observaciones correspondientes al Proyecto Parque Eólico La Noria.

Rumbo de vuelo	Individuos
Noroeste	28
Norte	13
Noreste	37
Este	30

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Rumbo de vuelo	Individuos
Sureste	65
Sur	47
Suroeste	69
Oeste	73

Figura 13. Representación de las direcciones de vuelo preferidas por los murciélagos durante los monitoreos del mes.



VI.3.6. Altura de vuelo

En lo que respecta a la altura de vuelo de murciélagos estimada por medio de cámaras termográficas, de las 362 observaciones, el rango de altura involucrado oscila entre 10-90 m de altura con un promedio de 46.2 m. En relación con la zona de barrido del rotor de los aerogeneradores del arreglo actual (31.5 m a 206.5 m), 249 de las 362 observaciones (68.78 %) se registraron a alturas superiores a 30 m, por lo que se ubican dentro del intervalo de riesgo de colisión, principalmente en su porción inferior (31 a 90 m).

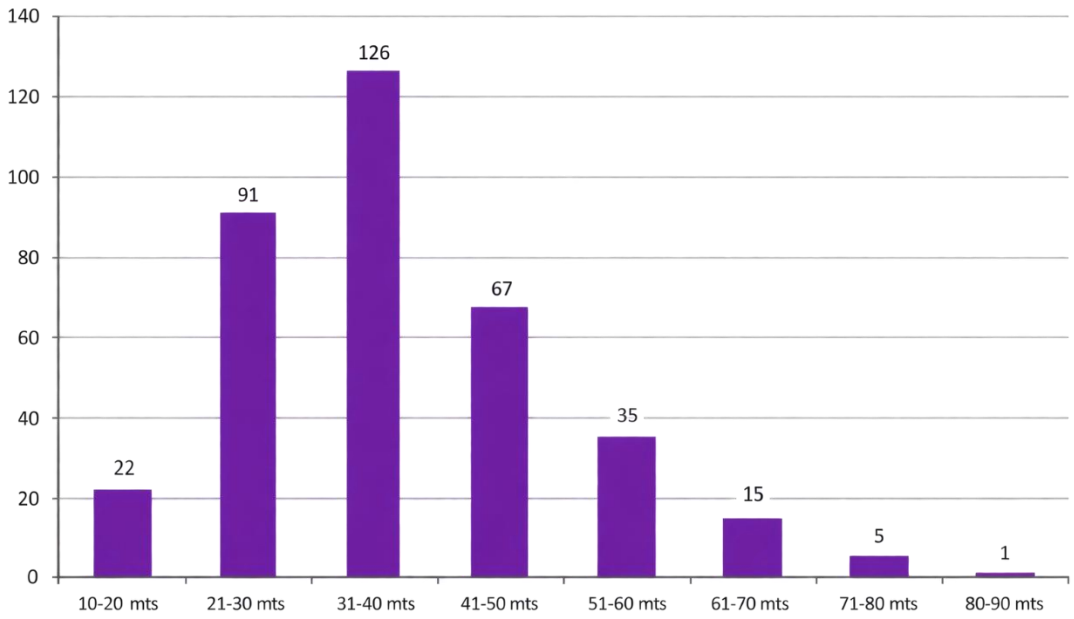
Tabla 18. Alturas de vuelo estimadas termográficamente para murciélagos durante el monitoreo dentro del Proyecto Parque Eólico La Noria.

Rango	# Observaciones
10-20 m	22

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Rango	# Observaciones
21-30 m	91
31-40 m	126
41-50 m	67
51-60 m	35
61-70 m	15
71-80 m	5
80-90 m	1

Figura 14. Rangos altitudinales registrados termográficamente para quirópteros dentro del área de estudio.



VII. CONCLUSIONES

Con la implementación de la metodología de puntos de conteo y observación, se lograron registrar un total de 33 especies de aves, de las cuales 23 resultaron ser residentes al área de estudio y 10 migratorias, siendo estás de residencia invernal. Entre las aves con mayor abundancia destacan el cenzontle común (Mimus polyglottos) con 81 registros y el chivirín cola oscura (Thryomanes bewickii) con 94 registros.

Del total de especies registradas, 2 se encuentran en alguna categoría de riesgo; el gavilán de Cooper (Accipiter cooperii) se encuentra en Protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, y el alcaudón verdugo (Lanius ludovicianus) que se considera

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Casi Amenazado (Nearly Threatened) de acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN.

En lo que respecta a la composición de diversidad para las aves, el monitoreo arrojó valores de manera general de H´= 2.51 (2.44-2.63) y J'= 0.71 (0.69-0.75), lo que nos indica que existe una diversidad media con poblaciones que tienden a ser dominantes sobre el resto, como es el caso del Thryomanes bewickii (chivirrin cola oscura). También cabe señalar que estos valores aún no son representativos del lugar ya que tienden a aumentar de acuerdo al esfuerzo de muestreo.

En cuanto al uso del espacio aéreo, de las 24 especies con registro de altura de vuelo, 16 no sobrepasaron los 20 m de altura, mientras que Accipiter cooperii, Buteo jamaicensis, Circus hudsonius, Cathartes aura, Corvus cryptoleucus, Mimus polyglottos y Falco sparverius presentaron alturas superiores a los 30 m, dentro de la zona de barrido del rotor de los aerogeneradores del arreglo actual (31.5 m a 206.5 m), considerándose como especies susceptibles a riesgo de colisión una vez construido el parque.

En lo que respecta a los usos de hábitat, el uso mayormente registrado fue el canto con 222 individuos equivalente al 45.96 %, esto fue debido a que casi la mitad de los registros de aves no fue posible observarlas, pero fueron identificadas por medio del canto.

Para el grupo de los quirópteros, por medio de las grabaciones ultrasónicas y a la identificación con apoyo del programa SonoBat 3.2, se lograron clasificar 7 especies potenciales al área de estudio, pertenecientes a dos familias Vespertilionidae y Molossidae, todas ellas.

Para la diversidad de este grupo los resultados arrojaron que es muy baja con un valor de H'= 1.376, mientras que el índice de equitatividad arrojó que existe dominancia de la especie Tadarida brasiliensis la cual representa el 54.24 % del total de los registros. En lo que respecta a las alturas de vuelo estimadas para murciélagos por medio de las cámaras térmicas el 68.7% sobrepasa los 30 metros de altura, es decir, se ubica dentro de la zona de barrido del rotor.

Debido a que el estado de Coahuila es una de las principales rutas migratorias de la mariposa monarca (Danaus plexippus) es de vital importancia prestarle mucha atención a la especie. Durante el desarrollo del muestreo se registraron alrededor de 526 individuos de mariposa monarca, donde 67 (12.74 %) fueron detecciones en transectos y las 459 (87.26 %) restantes fueron observaciones en los puntos de conteo y observación. A pesar de que el 92% de los registros de mariposa monarca presentó alturas menores a los 20 metros y que únicamente un registro (0.19 %) superó el límite inferior de la zona de barrido del rotor (31.5 m), no queda descartado que éstas puedan tener algún riesgo de colisión ya que puede alcanzar alturas mucho mayores (Gibo & Pallet 1979).

Finalmente, los resultados del presente monitoreo se obtuvieron en 71 puntos de conteo y observación, cinco transectos y seis sitios de redes de niebla distribuidos en el AP y en su

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

entorno dentro del AI, definidos con base en el arreglo preliminar de 71 aerogeneradores, y su análisis se realizó de forma conjunta, por lo que describen a la comunidad de fauna voladora del área en la que se emplaza el arreglo actual de 44 aerogeneradores. La reducción del número de aerogeneradores no modifica los valores de riqueza, abundancia, diversidad ni alturas de vuelo reportados; sin embargo, disminuye el número de estructuras con las que la fauna voladora podría interactuar, respecto del arreglo originalmente considerado.

VIII. LITERATURA CITADA

AMDEE, Asociación Mexicana de Energía Eólica. 2017. Parques Eólicos en México. www.amdee.org, consultado enero de 2019.

Chao, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics 11:265-270.

Chazdon, R. L., R. K. Colwell, J. S. Denslow y M. R. Guariguata. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary ad secondary rain forests of northeastern Costa Rica. In: Forest biodiversity research, monitoring y modeling: conceptual background y old world case studies, F. Dallmeier y J. A. Comiskey (eds). Paris: Parthenon Publishing, pp. 285-309.

Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2008. “¿Que es un país Megadiverso?”.

Garza de León, A., Morán, I., Valdés, F. y Tinajero, R. 2007. COAHUILA. En Ortiz-Pulido, R., Navarro-Sigüenza, A., Gómez de Silva, H., Rojas-Soto, O. y Peterson, T.A. (Eds.), Avifaunas Estatales de México. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. Pp. 98-136.

Hoth, Jürgen et al. (1999), Reunión de América del Norte sobre la Mariposa-monarca, 1997, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.

Jiménez Sierra, C. L., Sosa Ramírez, J., Cortés-Calva, P., Breceda Solís Cámara, A., Íñiguez Dávalos, L. I., & Ortega-Rubio, A. (2014). México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. Investigación y ciencia, 22(60).

Lemos Espinal J.A., Smith Hobart M., Dixon James R., Cruz Alexander., 2015. Amphibians and Reptiles of Sonora, Chihuahua and Coahuila, México. (eds). CONABIO.

Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H., & Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 476-495.

Sánchez, O. (1998). Los murciélagos de México. Biodiversitas, CONABIO, 4(20), 1-11.

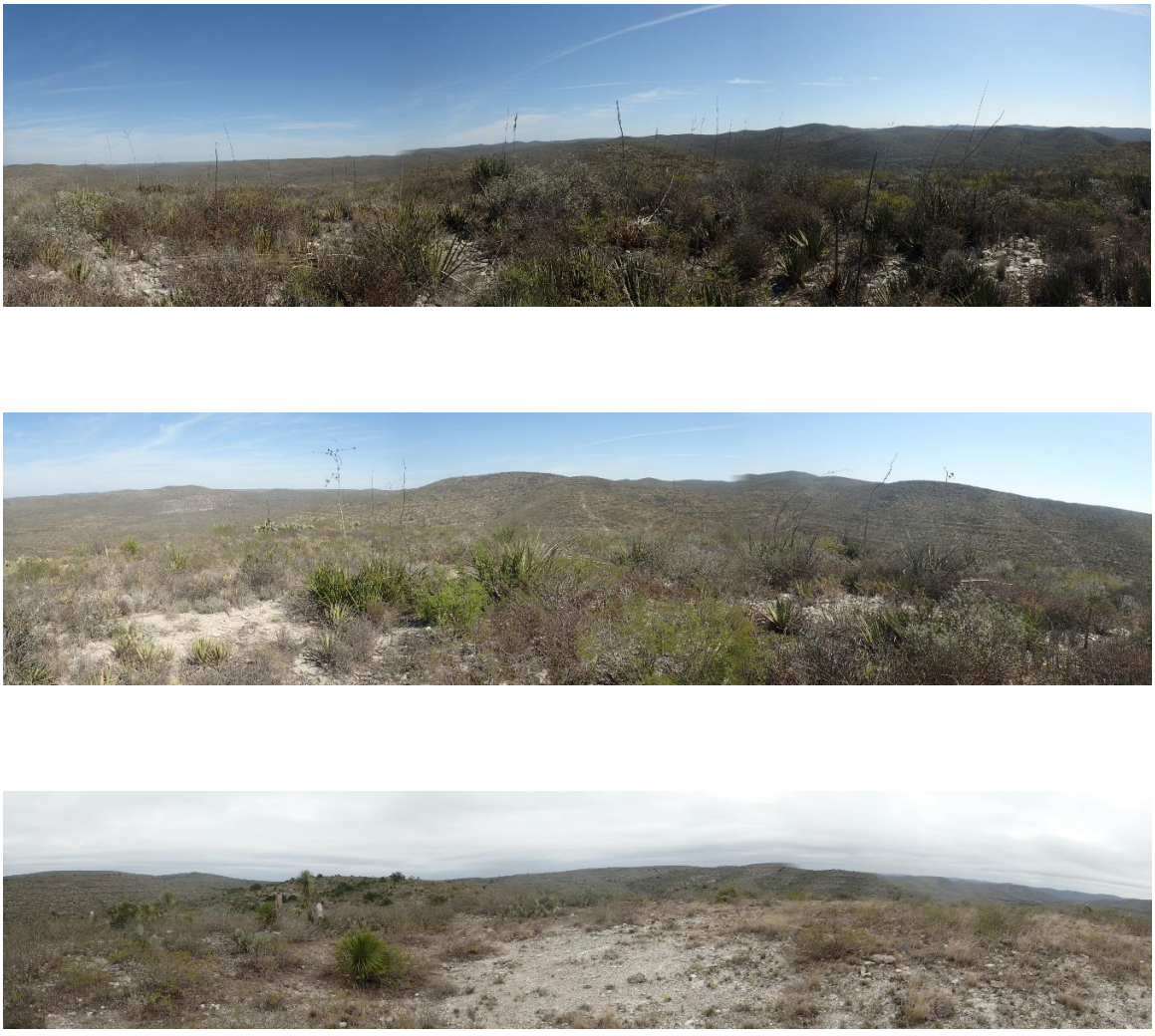
Villegas, M., & Garitano-Zavala, A. (2008). Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. Ecología en Bolivia, 43(2), 146-153.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IX. ANEXO FOTOGRÁFICO

IX.1. Panorama general del hábitat dentro de la poligonal del proyecto.

Figura 15. Panorama general dentro de la poligonal del Proyecto Parque Eólico La Noria.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IX.2. Actividades realizadas durante los monitoreos de fauna voladora (diurno y nocturno).

Figura 16. Actividades de Flir y Bat para Monitoreo de Quirópteros.

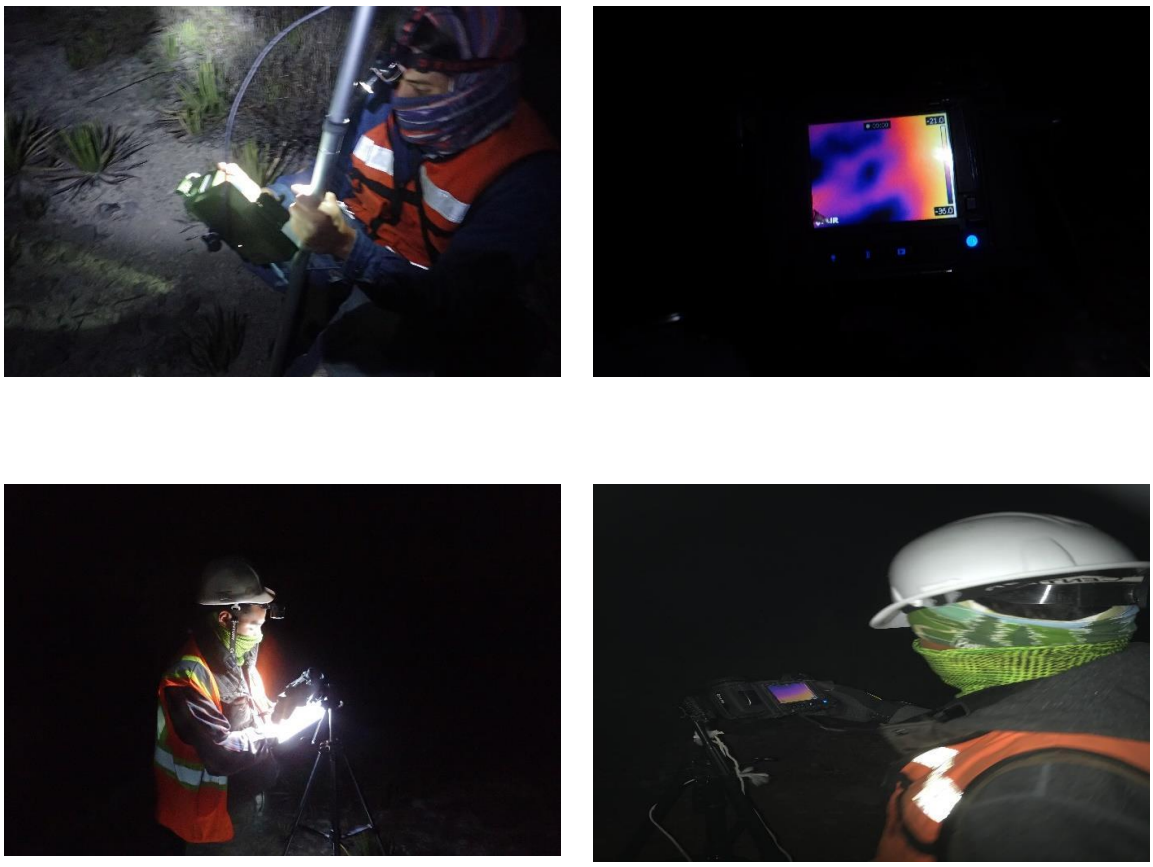


Figura 17. Actividades de colocación de redes de niebla para monitoreo de fauna voladora.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



Figura 18. Actividades de monitoreo de aves en el Proyecto Parque Eólico La Noria.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IX.3. Especies registradas durante el monitoreo.

Figura 19. Izquierda Cardinalis sinuatus (pirrhuloxia); Derecha Cardinalis cardinalis (cardenal norteño).




Figura 20. Izquierda Mimus polyglottos (cenzontle común); Derecha Sturnella neglecta (pradero occidental).




Figura 21. Izquierda Campylorhynchus brunneicapillus (matraca del desierto); Derecha Amphispiza bilineata (gorrión garganta negra).




Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 22. Izquierda Salpinctes obsoletus (saltapared de rocas); Derecha Toxostoma curvirostre (cuicacoche piquicurvo).



Figura 23. Izquierda Buteo jamaicensis (aguililla cola roja); Derecha Cathartes aura (zopilote aura).



Figura 24. Danaus plexippus (mariposa monarca).



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ESTUDIO DE ALTURAS DE VUELO DE AVES

ANEXO TÉCNICO
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO
PARQUE EÓLICO LA NORIA

PROMOVENTE
ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Índice

I. INTRODUCCIÓN 4
I.1. Objetivo general 4
I.2. Objetivos particulares 4
II. ÁREA DE ESTUDIO Y AEROGENERADOR DE REFERENCIA 5
II.1. Ubicación y delimitación 5
II.2. Fisiografía, relieve y clima 5
II.3. Vegetación e hidrología 7
II.4. Sitio Ramsar “Río Sabinas” 8
II.5. Aerogenerador de referencia y estratos verticales de análisis 9
III. METODOLOGÍA 11
III.1. Fuentes de información 11
III.2. Registro de las alturas de vuelo 11
III.3. Análisis de datos 12
III.3.1. Estadísticos descriptivos y distribución de alturas 12
III.3.2. Grupos funcionales y estacionalidad 12
III.3.3. Sensibilidad de la exposición a la geometría del rotor 12
IV. RESULTADOS 13
IV.1. Registros de vuelo y uso del espacio aéreo 13
IV.2. Estadísticos generales de altura de vuelo 13
IV.3. Perfil vertical de uso del espacio aéreo 14
IV.4. Alturas de vuelo por grupo funcional 16
IV.5. Alturas de vuelo según la condición de residencia 17
IV.6. Alturas de vuelo por especie 18
IV.7. Comportamiento de vuelo de las especies de interés 20
IV.8. Aves acuáticas y especies asociadas al sitio Ramsar 22
IV.9. Sensibilidad de la exposición a la altura de la punta de pala inferior 22
V. DISCUSIÓN 24
VI. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO Y EL SEGUIMIENTO ..... **¡Error! Marcador no definido.**
VII. CONCLUSIONES 26
VIII. LITERATURA CITADA 27
IX. ANEXOS 29
IX.1. Alturas de vuelo por especie y temporada 29

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Índice de figuras

Figura II.1. Sistemas de topoformas en la región ecológica (RE), el área de influencia (AI) y el área del proyecto (AP). 6

Figura II.2. Hidrología superficial del área del proyecto y ubicación de los aerogeneradores. 8

Figura II.3. Ubicación de la RE y el AP con respecto al sitio Ramsar “Río Sabinas” (polígono en verde). 9

Figura II.4. Estratos verticales de análisis respecto a la geometría del aerogenerador Nordex N175/6.X – TS119. 10

Figura IV.1. Curvas de excedencia de altura de vuelo por temporada y proporción de vuelos de verano de 2026 por encima de los límites de categoría. 14

Figura IV.2. Perfil vertical de uso del espacio aéreo por la avifauna en las campañas de 2018 y 2019. 15

Figura IV.3. Distribución de los vuelos por banda de riesgo según grupo funcional (cuatro temporadas). 17

Figura IV.4. Intervalos de altura de vuelo (mínimo–máximo) y altura promedio de las especies con vuelos iguales o superiores a 20 m, campañas 2018–2019. La franja sombreada corresponde a la ZBR. 19

Figura IV.5. Vuelos por banda de altura de las especies que alcanzaron la ZBR durante el verano de 2026.. 20

Figura IV.6. Proporción de vuelos dentro del rotor en función de la altura de la punta de pala inferior, por grupo funcional. 23

Índice de tablas

Tabla II.1. Estratos verticales de análisis y su correspondencia con las bandas de riesgo del aerogenerador N175/6.X. 10

Tabla III.1. Campañas de monitoreo y registros de altura de vuelo de aves analizados. 11

Tabla IV.1. Estadísticos de altura de vuelo de aves por temporada, 2018–2019. 13

Tabla IV.2. Vuelos esperados por estrato vertical y temporada, 2018–2019. 15

Tabla IV.3. Vuelos por banda de riesgo del rotor y temporada. 16

Tabla IV.4. Alturas de vuelo y distribución por banda de riesgo según grupo funcional (cuatro temporadas). . 16

Tabla IV.5. Vuelos por condición de residencia y banda de riesgo en cada temporada. 18

Tabla IV.6. Proporción de vuelos (%) dentro de un rotor de 175.0 m según la altura de la punta de pala inferior, 2018–2019. 23

Tabla VI.1. Recomendaciones de diseño y protocolo de seguimiento de alturas de vuelo de aves. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla IX.1. Alturas de vuelo por especie y distribución por banda de riesgo (cuatro temporadas). 29

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el Estudio de alturas de vuelo de aves del proyecto "Parque Eólico La Noria", ubicado en el municipio de Villa Unión, Coahuila de Zaragoza, cuya región ecológica (RE) se extiende sobre los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez. El estudio se integra como anexo técnico de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (MIA-R), y tiene por objeto describir de manera cuantitativa la forma en que la avifauna del sitio utiliza el espacio aéreo, con énfasis en la distribución vertical de sus vuelos respecto a la franja que será ocupada por el rotor de los aerogeneradores.

La altura de vuelo es el parámetro que determina, en primera instancia, la exposición de las aves a la colisión con los aerogeneradores, ya que solo los individuos que se desplazan dentro de la franja vertical barrida por las palas pueden interactuar con ellas (Band, 2012; Masden y Cook, 2016). Esta variable depende de la morfología y del modo de vuelo de cada especie, de la actividad que realiza (desplazamiento, forrajeo, cortejo o migración), de las condiciones meteorológicas y de la topografía, que condiciona la formación de corrientes ascendentes térmicas y orográficas (Drewitt y Langston, 2006; Katzner et al., 2012). Por ello, su caracterización por especie, grupo funcional y temporada constituye la base técnica para evaluar el riesgo de colisión y para orientar el diseño y el seguimiento ambiental del proyecto.

El análisis integra 1,086 vuelos de 64 especies de aves registrados en cuatro campañas de monitoreo realizadas en el sitio (otoño de 2018, invierno y primavera de 2019, y verano de 2026), la geometría del aerogenerador de referencia Nordex N175/6.X con torre TS119 (plano DG201400-00) y la información del medio físico y biótico de la caracterización ambiental de la MIA-R, que aporta el contexto fisiográfico, climático, hidrológico y de conservación, incluida la incidencia del proyecto en el sitio Ramsar "Río Sabinas".

I.1. Objetivo general

Caracterizar la distribución vertical de los vuelos de la avifauna del Parque Eólico La Noria por especie, grupo funcional, estacionalidad y temporada, y relacionarla con la geometría del aerogenerador Nordex N175/6.X y con las condiciones ambientales del sitio, para identificar las especies y los periodos de mayor uso de la zona de barrido del rotor.

I.2. Objetivos particulares

- Definir estratos verticales de uso del espacio aéreo con base en la estructura de la vegetación del sitio y en las dimensiones del aerogenerador de referencia.
- Calcular estadísticos descriptivos de altura de vuelo (promedio, mediana, percentiles y máximos) por temporada y construir las curvas de excedencia de altura.
- Cuantificar la proporción de vuelos en cada estrato vertical y en cada banda de riesgo del rotor, por especie, grupo funcional y condición de residencia.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Describir el comportamiento de vuelo de las especies con uso recurrente de la zona de barrido del rotor y de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Evaluar la sensibilidad de la exposición de la avifauna a la altura de la punta de pala inferior del aerogenerador.
- Establecer recomendaciones para el diseño del proyecto y un protocolo de seguimiento de alturas de vuelo durante la construcción y la operación.

II. ÁREA DE ESTUDIO Y AEROGENERADOR DE REFERENCIA

II.1. Ubicación y delimitación

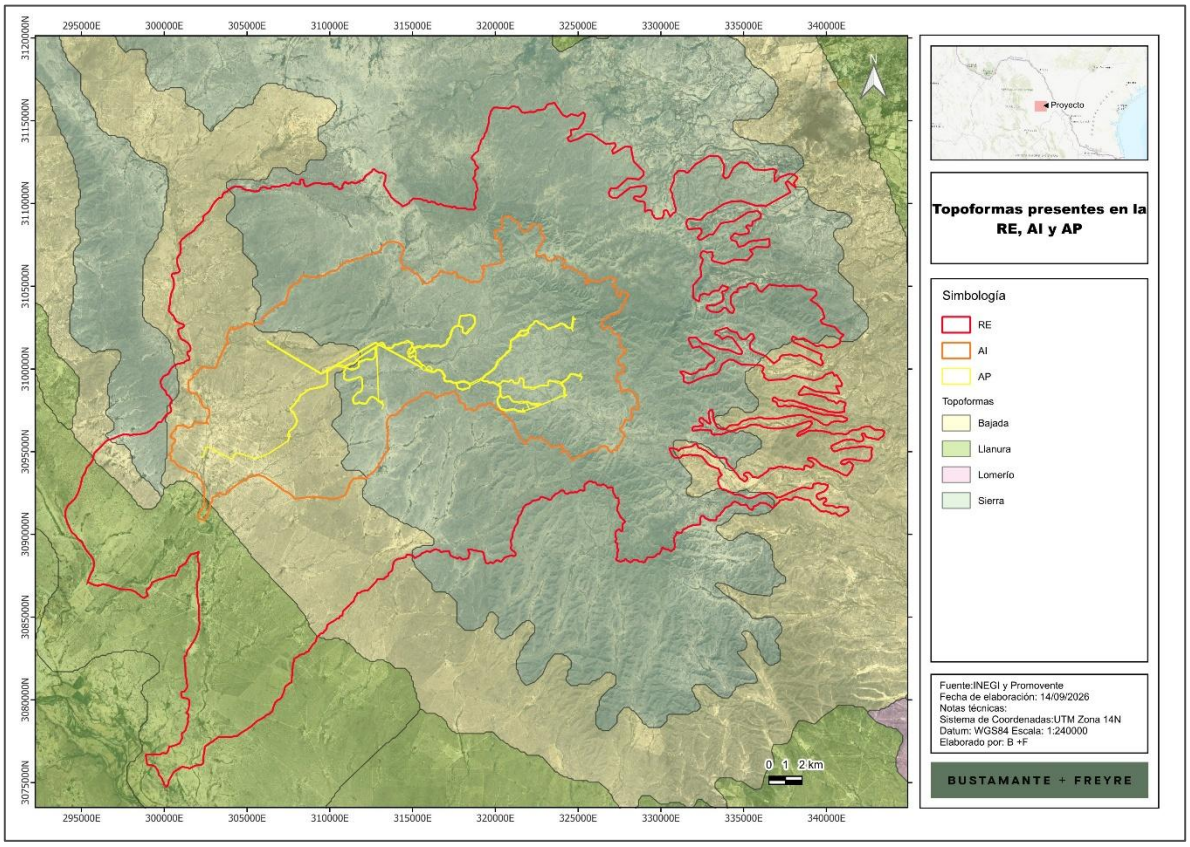
De acuerdo con la caracterización ambiental de la MIA-R, el área del proyecto (AP) se localiza íntegramente en el municipio de Villa Unión; el área de influencia (AI) comprende porciones de los municipios de Villa Unión y Sabinas, y la región ecológica (RE) se extiende sobre los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez, en el norte del estado de Coahuila de Zaragoza. El acceso se realiza por la carretera federal No. 23, que comunica Villa Unión con la Presa Don Martín, y posteriormente por aproximadamente 25 km de terracería. Los sitios de muestreo de aves de las cuatro campañas se distribuyen entre las coordenadas UTM (zona 14 N) X = 296,430–324,497 m y Y = 3,085,580–3,104,262 m, es decir, en una envolvente de 28.1 km en sentido este-oeste por 18.7 km en sentido norte-sur, en torno a los 28.0° de latitud norte.

II.2. Fisiografía, relieve y clima

El AP se ubica en la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, subprovincia Serranía del Burro, en los sistemas de topoformas de sierra compleja con lomerío y de bajada con lomerío, mientras que la RE y el AI incluyen además la llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado (Figura II.1). Las pendientes dominantes se encuentran entre 0 y 20° (0 a 36 %), con predominio de superficies cercanas a la horizontal. Esta combinación de lomeríos y bajadas genera laderas y crestas que inducen corrientes ascendentes orográficas cuando el viento incide sobre ellas, y superficies abiertas con escasa cobertura vegetal que favorecen la formación de corrientes térmicas, ambas aprovechadas por las aves planeadoras para ganar altura sin gasto energético significativo (Katzner et al., 2012).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.1. Sistemas de topoformas en la región ecológica (RE), el área de influencia (AI) y el área del proyecto (AP).



Fuente: Caracterización ambiental de la MIA-R del proyecto Parque Eólico La Noria, con base en INEGI.

El clima corresponde al tipo seco semicálido, $BS_0hw(x')$, en la totalidad del AP y del AI. De acuerdo con la estación climatológica Sabinas (DGE), clave 2033, localizada a 339 m s.n.m. y a 6.7 km al suroeste de la RE (periodo 1991–2020), la temperatura media anual es de 23.1 °C, con medias mensuales de 13.4 °C en enero y 31.2 °C en agosto, y temperaturas máximas normales de 37.6 a 38.4 °C entre junio y agosto. La precipitación total anual es de 469.2 mm, con máximos en septiembre (84.0 mm) y mayo (78.3 mm) y un periodo seco de diciembre a febrero, con menos de 12 mm mensuales (CONAGUA, 2024). El marcado calentamiento superficial entre mayo y septiembre favorece el desarrollo de corrientes térmicas de mayor intensidad y extensión vertical, lo que se refleja en un mayor uso del espacio aéreo alto por parte de las aves planeadoras durante la temporada cálida, mientras que en invierno, con temperaturas mínimas normales de 5.2 °C en enero, la convección se reduce y los vuelos tienden a concentrarse a menor altura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

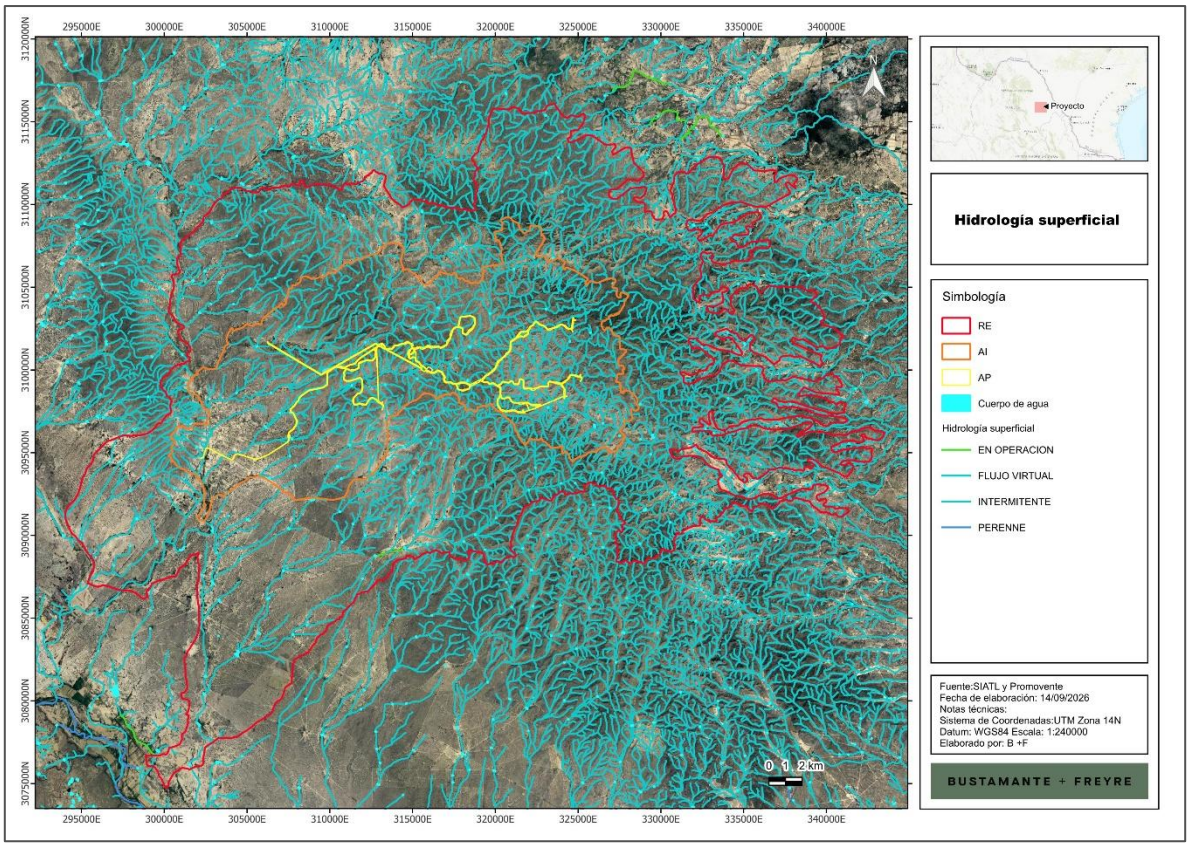
II.3. Vegetación e hidrología

La vegetación del AP corresponde a matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo; en la RE y el AI se presentan además matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, pastizales natural, cultivado e inducido, y agricultura de temporal anual. La estructura vertical de estas comunidades es baja: el matorral desértico micrófilo alcanza de 0.5 a 1.5 m de altura, el matorral espinoso tamaulipeco de 1.5 a 2 m, con individuos de hasta 4 a 6 m en sitios con acumulación de humedad, y el estrato superior del matorral submontano de 2.5 a 5 m. Los elementos arborescentes aislados, como Yucca rostrata y Prosopis glandulosa, constituyen los principales sitios de percha de la avifauna, de acuerdo con los registros de sustrato del monitoreo de otoño de 2018, en el que el estrato arbustivo concentró el 61.7 % de las perchas y los elementos arborescentes el 25.0 %.

El AP se ubica en la región hidrológica RH-24 Bravo-Conchos, en las microcuencas Guadalupe, 24-098-02-011, 24-095-02-003 y Puente Negro. Dentro de la RE, el AI y el AP se localizan numerosos escurrimientos intermitentes y, en la RE y el AI, cuerpos de agua temporales a manera de bordos (Figura II.2); la cartografía del Inventario de Humedales de la CONAGUA no registra humedales dentro de las áreas de estudio. Los bordos y escurrimientos constituyen puntos de concentración de actividad para columbiformes, aves acuáticas y catártidos, que los utilizan como sitios de abrevadero, forrajeo y descanso. Asimismo, la mayor parte de las tres áreas incide en corredores bioclimáticos identificados por la CONABIO.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.2. Hidrología superficial del área del proyecto y ubicación de los aerogeneradores.



Fuente: Caracterización ambiental de la MIA-R del proyecto Parque Eólico La Noria, con base en SIATL (INEGI).

II.4. Sitio Ramsar "Río Sabinas"

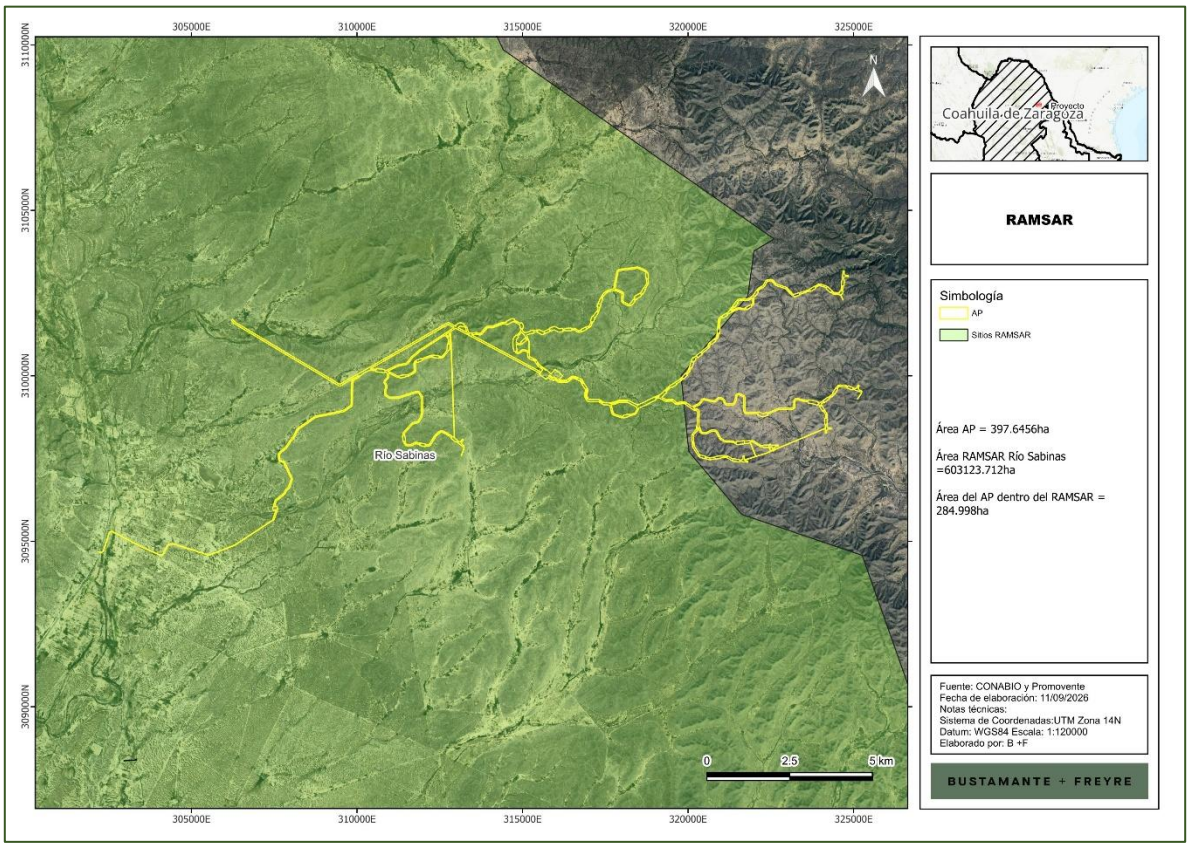
El sitio Ramsar "Río Sabinas" fue designado humedal de importancia internacional el 2 de febrero de 2008, con el número de referencia 1769, y abarca 603,123 ha, equivalentes al 4 % del territorio de Coahuila, lo que lo convierte en el humedal continental de mayor extensión en México. Su polígono incluye parte de los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez. La caracterización ambiental establece que la RE y el AP inciden en el sitio, en la porción oriental de su polígono y en la parte alta de la subcuenca del río Sabinas, sin intervenir el cauce principal; la Figura II.3 muestra que dicha incidencia corresponde principalmente a la porción occidental de la RE y del AP.

Para el presente estudio resulta relevante que el sitio cumple el criterio 5 de la Convención, al albergar sitios de importancia para la conservación de aves acuáticas migratorias, entre las que se citan la grulla gris (Grus canadensis) y el ganso de frente blanca (Anser albifrons), y que en conjunto registra 248 especies de aves residentes y migratorias. Estas especies realizan desplazamientos diarios entre sitios de descanso y alimentación y movimientos migratorios estacionales, durante los cuales sus alturas de vuelo pueden coincidir con la

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

zona de barrido del rotor, en particular en las fases de despegue y aterrizaje y en condiciones de baja visibilidad o viento en contra (Drewitt y Langston, 2006).

Figura II.3. Ubicación del AP con respecto al sitio Ramsar “Río Sabinas”.



Fuente: Caracterización ambiental de la MIA-R del proyecto Parque Eólico La Noria.

II.5. Aerogenerador de referencia y estratos verticales de análisis

El aerogenerador de referencia es el Nordex N175/6.X con torre TS119, de tres palas y 175.0 m de diámetro de rotor. De acuerdo con el plano DG201400-00, el eje del buje se localiza a 118.6 m sobre el terreno y la punta de pala alcanza 206.1 m en su posición superior y 31.1 m en su posición inferior, de modo que la zona de barrido del rotor (ZBR) ocupa una franja vertical de 175.0 m entre 31.1 y 206.1 m de altura, con una superficie de barrido de 24,053 m² por unidad.

Para describir el uso del espacio aéreo con mayor resolución que la que ofrecen las bandas de riesgo, se definieron seis estratos verticales (Tabla II.1; Figura II.4). Los tres inferiores se delimitaron con base en la estructura de la vegetación y en el claro bajo el rotor: el estrato E1 (0 a 5 m) corresponde al estrato arbustivo y herbáceo, en el que se desarrolla la mayor parte de la actividad de forrajeo y percha; el E2 (5 a 15 m), a los elementos arborescentes

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

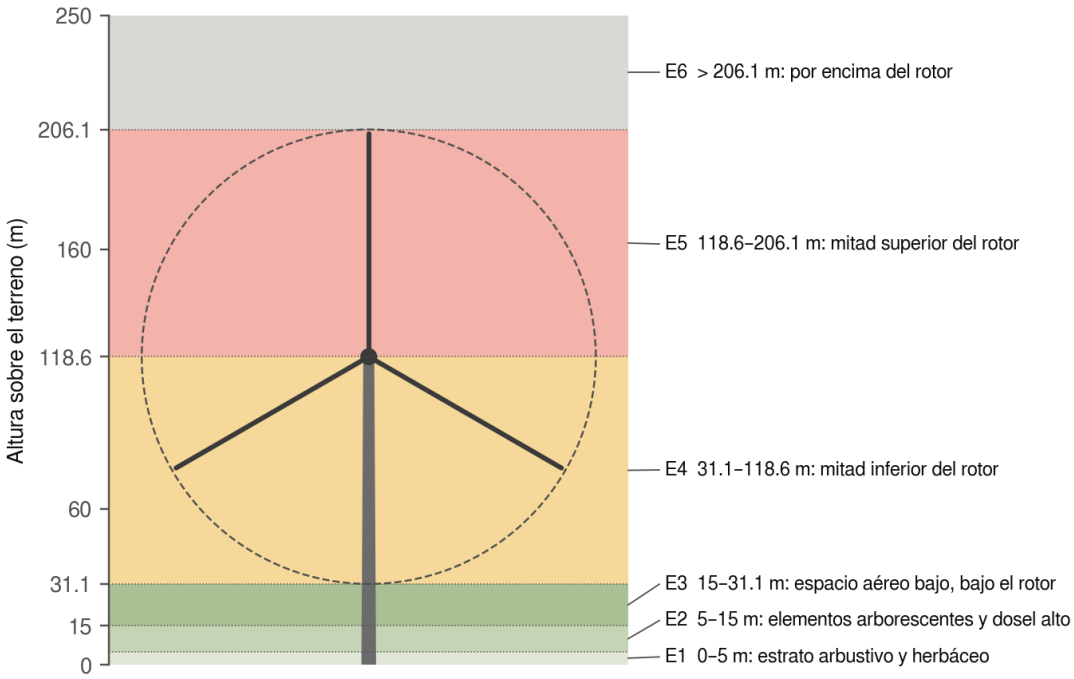
y al espacio inmediato sobre el dosel; y el E3 (15 a 31.1 m), al espacio aéreo bajo comprendido entre el dosel y la punta de pala inferior. Los estratos E4 y E5 dividen la ZBR a la altura del buje y el E6 corresponde al espacio por encima del rotor. Los estratos E1 a E3 equivalen a la categoría 1 de las bandas de riesgo, E4 a la categoría 2, E5 a la categoría 3 y E6 a la categoría 4.

Tabla II.1. Estratos verticales de análisis y su correspondencia con las bandas de riesgo del aerogenerador N175/6.X.

Estrato	Intervalo (m)	Descripción	Banda de riesgo
E1	0 – 5	Estrato arbustivo y herbáceo	Categoría 1 (fuera de la ZBR)
E2	5 – 15	Elementos arborescentes y espacio sobre el dosel	Categoría 1 (fuera de la ZBR)
E3	15 – 31.1	Espacio aéreo bajo, entre el dosel y la punta de pala inferior	Categoría 1 (fuera de la ZBR)
E4	31.1 – 118.6	Mitad inferior del rotor	Categoría 2 (ZBR)
E5	118.6 – 206.1	Mitad superior del rotor	Categoría 3 (ZBR)
E6	> 206.1	Espacio aéreo por encima del rotor	Categoría 4 (fuera de la ZBR)

Fuente: Elaboración propia con base en la caracterización ambiental y el plano DG201400-00.

Figura II.4. Estratos verticales de análisis respecto a la geometría del aerogenerador Nordex N175/6.X – TS119.



Fuente: Elaboración propia.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III. METODOLOGÍA

III.1. Fuentes de información

Se analizaron los registros de altura de vuelo de cuatro campañas de monitoreo de avifauna realizadas en el sitio con metodologías compatibles (Tabla III.1). Las campañas de 2018 y 2019, elaboradas por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, se desarrollaron en los sitios del arreglo de aerogeneradores y, a partir de enero de 2019, en 17 puntos de control adicionales; la campaña de verano de 2026 distribuyó 90 puntos de conteo entre el AP, el AI y la RE, y 21 puntos de interacción. La campaña denominada “Primavera 2019” se ejecutó en febrero de 2019, por lo que sus registros corresponden a condiciones de finales del invierno.

Tabla III.1. Campañas de monitoreo y registros de altura de vuelo de aves analizados.

Campaña	Unidades de muestreo	Esfuerzo (h)	Vuelos	Especies con vuelo	Forma de registro de la altura
Otoño 2018	71 puntos conteo de 10 min y observación de 40 min	59.2	133	24	N, mínima, máxima y promedio por especie
Enero 2019	88 puntos: conteo de 10 min y observación de 40 min	73.3	319	41	N, mínima, máxima y promedio por especie
Febrero 2019	88 puntos conteo de 10 min y observación de 40 min	73.3	256	32	N, mínima, máxima y promedio por especie
Agosto 2026	90 puntos de conteo de 10 min (30 por zona) y 21 puntos de interacción de 60 min	36.0	378	33	Vuelos por categoría de altura máxima
Total	—	**241.8**	**1,086**	**64**	—

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de monitoreo de otoño 2018, invierno 2019, primavera 2019 y verano 2026.

III.2. Registro de las alturas de vuelo

En 2018 y 2019 cada sitio se muestreó mediante un punto de conteo de 10 minutos, realizado entre las 7:00 y las 12:00 horas con registro de distancias (Ralph et al., 1996; Buckland et al., 2001), y un punto de observación de 40 minutos, distribuido entre las 7:00 y las 16:00 horas, orientado a documentar la altura y dirección de vuelo, la distancia recorrida, el comportamiento y el uso del hábitat. La altura de cada individuo en vuelo se estimó visualmente con apoyo de binoculares 10×42, y los informes reportan por especie el número de vuelos y las alturas mínima, máxima y promedio. En 2026, los puntos de conteo y de interacción registraron altura, dirección y distancia de vuelo, comportamiento y condiciones meteorológicas, y cada vuelo se asignó a una de cuatro categorías de altura con base en la altura máxima alcanzada, criterio conservador que ubica cada vuelo en la banda más alta que utilizó.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.3. Análisis de datos

III.3.1. Estadísticos descriptivos y distribución de alturas

Para 2018 y 2019 se calculó la altura promedio ponderada por el número de vuelos de cada especie y se reconstruyó la distribución de alturas de cada especie mediante una distribución triangular acotada por las alturas mínima (a) y máxima (b) observadas, cuya moda (c) se obtuvo de la condición de igualdad entre la media de la distribución y el promedio reportado ($\bar{x}$):

$$c = 3 \cdot \bar{x} - a - b, \quad \text{con } a \le c \le b$$

La proporción de vuelos de cada especie en un estrato $[y_0, y_1]$ se obtuvo como $F(y_1) - F(y_0)$, donde F es la función de distribución acumulada de la distribución triangular. La distribución conjunta de cada temporada se construyó como la mezcla de las distribuciones por especie, ponderadas por su número de vuelos, a partir de la cual se estimaron la mediana, los percentiles 75, 90 y 95, y la curva de excedencia, que expresa la proporción de vuelos que supera cada altura. Los registros con altura única se asignaron íntegramente a su estrato. Para 2026, las proporciones se calcularon directamente a partir de las categorías reportadas. En los casos en que el texto de los informes difiere de sus tablas, se privilegiaron los valores tabulados.

III.3.2. Grupos funcionales y estacionalidad

Las especies se agruparon en seis grupos funcionales definidos por su morfología y modo de vuelo: (1) planeadoras de gran envergadura (Cathartes aura, Coragyps atratus, Buteo jamaicensis y Geranoaetus albicaudatus), que dependen de corrientes ascendentes para desplazarse; (2) rapaces de vuelo activo (Accipiter cooperii, Parabuteo unicinctus, Circus hudsonius, Caracara plancus y Falco sparverius); (3) córvidos (Corvus cryptoleucus); (4) columbiformes; (5) paseriformes; y (6) otras aves no paseriformes (Galliformes, Caprimulgiformes, Strigiformes, Charadriiformes y Piciformes). La condición de residencia (residente, migratoria invernal o migratoria de verano) se homologó con base en los informes de monitoreo y en Howell y Webb (1995), adoptando la categoría dominante en los casos en que los informes presentan clasificaciones distintas para una misma especie.

III.3.3. Sensibilidad de la exposición a la geometría del rotor

Con la distribución conjunta de 2018 y 2019 se calculó la proporción de vuelos que quedaría dentro de un rotor de 175.0 m de diámetro en función de la altura de la punta de pala inferior (h_{min}), entre 10 y 60 m, mediante la expresión $P(h_{min} \le H \le h_{min} + 175.0)$, para el conjunto de la avifauna y para los grupos funcionales. Este análisis permite estimar la reducción de la exposición asociada a cambios en la altura de torre, sin modificar el diámetro del rotor.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

IV. RESULTADOS

IV.1. Registros de vuelo y uso del espacio aéreo

Se analizaron 1,086 vuelos de 64 especies: 133 en otoño de 2018, 319 en invierno de 2019, 256 en primavera de 2019 y 378 en verano de 2026. El vuelo representó una fracción importante del uso de hábitat registrado en cada campaña: 27.5 % de los registros en otoño de 2018 (133 de 483), 41.4 % en invierno de 2019, 29.8 % en primavera de 2019 y 27.2 % en verano de 2026, frente a la vocalización y la percha, que concentraron el resto de la actividad. La elevada proporción de vuelos en invierno se asocia a los desplazamientos en bandada de especies migratorias como el azulejo pálido (Sialia currucoides, 32 individuos) y el mirlo primavera (Turdus migratorius, 29 vuelos).

IV.2. Estadísticos generales de altura de vuelo

La altura de vuelo de la avifauna presenta una distribución fuertemente asimétrica, concentrada en los primeros metros sobre el terreno y con una cola larga hacia alturas elevadas, conformada por un número reducido de especies planeadoras y rapaces (Tabla IV.1; Figura IV.1). En el conjunto de 2018 y 2019, la mediana de altura fue de 9.5 m, menos de la mitad de la altura promedio ponderada (22.5 m); el 75 % de los vuelos ocurrió por debajo de 32.3 m, el 90 % por debajo de 65.2 m y el 95 % por debajo de 91.3 m, con un máximo de 300 m. El otoño de 2018 presentó la distribución más elevada, con un percentil 90 de 114.1 m y un promedio ponderado de 34.0 m, mientras que la primavera de 2019 (febrero) mostró la distribución más baja, con un percentil 90 de 44.9 m y un máximo de 110 m. En verano de 2026, el 38.9 % de los vuelos superó los 31.1 m, el 14.8 % los 118.6 m y el 3.4 % los 206.1 m, proporciones superiores a las de cualquiera de las campañas previas.

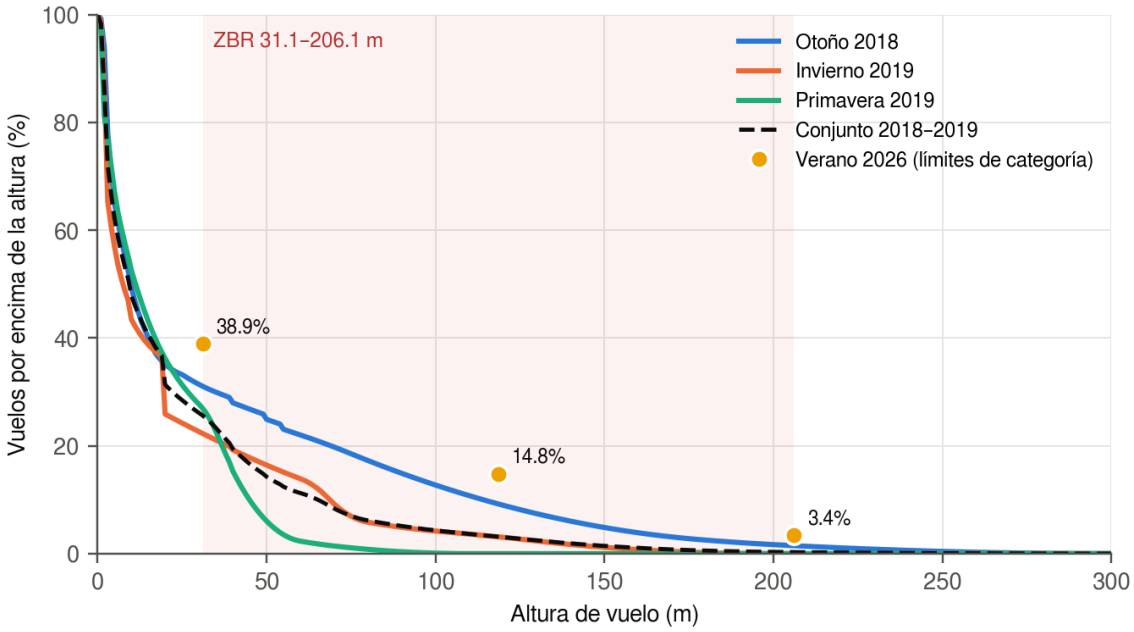
Tabla IV.1. Estadísticos de altura de vuelo de aves por temporada, 2018–2019.

Temporada	Vuelos	Especies	Promedio reportado (m)	Promedio ponderado (m)	Mediana (m)	P75 (m)	P90 (m)	P95 (m)	Máximo (m)
Otoño 2018	133	24	32	34.0	10.0	50.0	114.1	148.6	300
Invierno 2019	319	41	20	21.9	7.5	22.6	68.7	88.4	200
Primavera 2019	256	32	16	17.2	11.2	33.2	44.9	51.8	110
Conjunto 2018–2019	**708**	**54**	**—**	**22.5**	**9.5**	**32.3**	**65.2**	**91.3**	**300**

Fuente: Elaboración propia. El promedio reportado corresponde al valor general de cada informe; el ponderado se calculó a partir de los promedios por especie. Percentiles estimados a partir de la mezcla de distribuciones triangulares por especie.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.1. Curvas de excedencia de altura de vuelo por temporada y proporción de vuelos de verano de 2026 por encima de los límites de categoría.



Fuente: Elaboración propia.

IV.3. Perfil vertical de uso del espacio aéreo

En el conjunto de 2018 y 2019, el estrato E1 (0 a 5 m) concentró el 37.8 % de los vuelos, el E2 (5 a 15 m) el 21.6 % y el E3 (15 a 31.1 m) el 15.0 %, de modo que el 74.4 % de los vuelos se desarrolló por debajo de la punta de pala inferior. La mitad inferior del rotor (E4) registró el 22.5 % de los vuelos, la mitad superior (E5) el 2.9 % y el espacio por encima del rotor (E6) el 0.3 % (Tabla IV.2; Figura IV.2). El uso del estrato E1 fue máximo en invierno (43.0 %), cuando dominaron los desplazamientos cortos de paseriformes de forrajeo en el suelo, como Amphispiza bilineata, Mimus polyglottos, Sturnella neglecta y Zonotrichia leucophrys, mientras que el uso del estrato E5 fue máximo en otoño (7.7 %), asociado a los vuelos altos de Buteo jamaicensis, Cathartes aura y Falco sparverius.

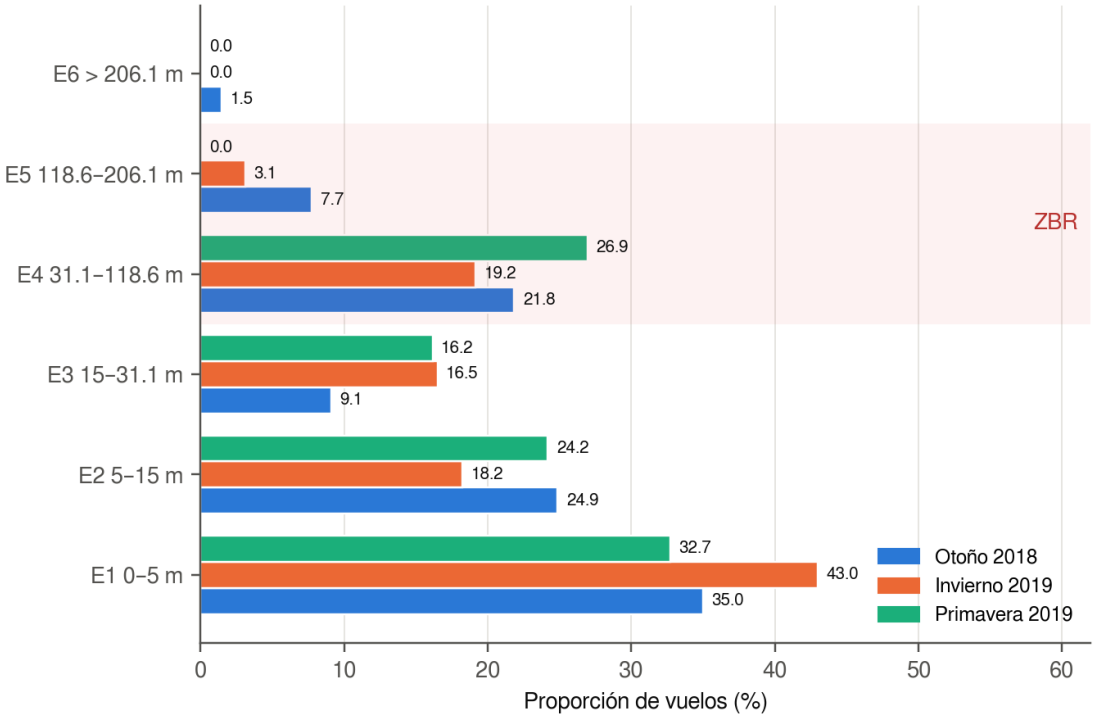
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.2. Vuelos esperados por estrato vertical y temporada, 2018–2019.

Estrato	Otoño 2018		Invierno 2019		Primavera 2019		Conjunto	
	Vuelos	%	Vuelos	%	Vuelos	%	Vuelos	%
E1 (0–5 m)	46.5	35.0	137.2	43.0	83.8	32.7	267.5	37.8
E2 (5–15 m)	33.1	24.9	58.2	18.2	61.9	24.2	153.2	21.6
E3 (15–31.1 m)	12.1	9.1	52.6	16.5	41.3	16.2	106.1	15.0
E4 (31.1–118.6 m)	29.0	21.8	61.1	19.2	69.0	26.9	159.2	22.5
E5 (118.6–206.1 m)	10.3	7.7	9.9	3.1	0.0	0.0	20.2	2.9
E6 (> 206.1 m)	2.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.3
Total	**133**	**100.0**	**319**	**100.0**	**256**	**100.0**	**708**	**100.0**

Fuente: Elaboración propia mediante distribución triangular por especie.

Figura IV.2. Perfil vertical de uso del espacio aéreo por la avifauna en las campañas de 2018 y 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Al integrar la campaña de verano de 2026 mediante las cuatro bandas de riesgo, el 69.8 % de los 1,086 vuelos se ubicó por debajo de la ZBR, el 28.9 % dentro de ella y el 1.4 % por encima (Tabla IV.3). La proporción de vuelos en la ZBR varió entre 22.3 % en invierno de 2019 y 35.4 % en verano de 2026.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.3. Vuelos por banda de riesgo del rotor y temporada.

Temporada	Vuelos	Cat. 1 (< 31.1 m)		Cat. 2 (31.1–118.6 m)		Cat. 3 (118.6–206.1 m)		Cat. 4 (> 206.1 m)	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Otoño 2018	133	91.7	69.0	29.0	21.8	10.3	7.7	2.0	1.5
Invierno 2019	319	247.9	77.7	61.1	19.2	9.9	3.1	0.0	0.0
Primavera 2019	256	187.0	73.1	69.0	26.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Verano 2026	378	231.0	61.1	91.0	24.1	43.0	11.4	13.0	3.4
Total	**1,086**	**757.7**	**69.8**	**250.2**	**23.0**	**63.2**	**5.8**	**15.0**	**1.4**

Fuente: Elaboración propia. Para 2018–2019, vuelos esperados mediante distribución triangular.

IV.4. Alturas de vuelo por grupo funcional

La distribución vertical de los vuelos difiere de manera marcada entre grupos funcionales (Tabla IV.4; Figura IV.3). Las planeadoras de gran envergadura, con 309 vuelos, presentaron el 84.1 % de sus vuelos en la ZBR y una altura promedio ponderada de 70.5 m en 2018–2019; las rapaces de vuelo activo, con 57 vuelos, el 53.8 %, concentrado en la mitad inferior del rotor; y el cuervo llanero el 44.3 % de sus 9 vuelos. En contraste, los paseriformes (525 vuelos) y los columbiformes (138 vuelos) volaron por debajo de 31.1 m en el 96.7 % y el 99.0 % de los casos, con alturas promedio de 7.6 y 9.7 m, respectivamente, y las otras aves no paseriformes (48 vuelos) no registraron vuelos en la ZBR y, en 2018–2019, no superaron los 17 m. Así, los grupos de planeadoras y rapaces, que representan el 33.7 % de los vuelos, aportan el 92.7 % de los vuelos en la ZBR.

Tabla IV.4. Alturas de vuelo y distribución por banda de riesgo según grupo funcional (cuatro temporadas).

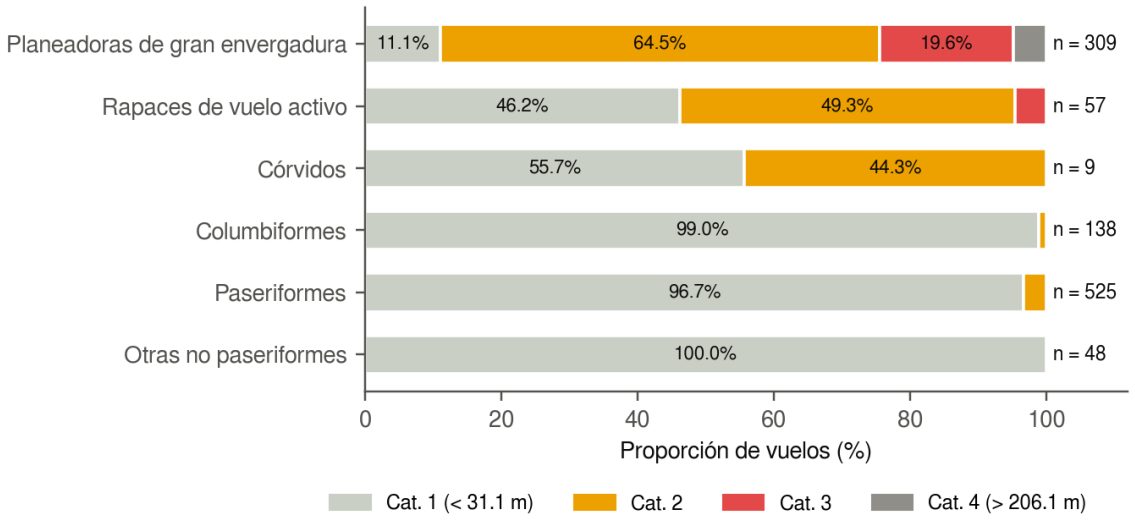
Grupo funcional	Spp.	Vuelos	Prom. 2018–19 (m)	P90 2018–19 (m)	Máx. (m)	Cat. 1 (%)	Cat. 2 (%)	Cat. 3 (%)	Cat. 4 (%)
Planeadoras de gran envergadura	4	309	70.5	134.0	300	11.1	64.5	19.6	4.8
Rapaces de vuelo activo	5	57	37.0	94.1	200	46.2	49.3	4.6	0.0
Córvidos	1	9	33.5	50.0	50	55.7	44.3	0.0	0.0
Columbiformes	4	138	9.7	22.1	38	99.0	1.0	0.0	0.0
Paseriformes	43	525	7.6	20.0	80	96.7	3.3	0.0	0.0
Otras no paseriformes	7	48	3.6	6.0	17	100.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia. Promedio, percentil 90 y máximo calculados con los registros de 2018–2019.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



Figura IV.3. Distribución de los vuelos por banda de riesgo según grupo funcional (cuatro temporadas).



Fuente: Elaboración propia.

IV.5. Alturas de vuelo según la condición de residencia

Las especies residentes aportaron la mayor parte de los vuelos en la ZBR en todas las temporadas, debido a que el grupo de planeadoras está integrado por especies residentes (Tabla IV.5). La proporción de vuelos de residentes en la ZBR fue de 24.4 % en otoño, 26.5 % en invierno, 30.9 % en primavera y 37.6 % en verano. Entre las migratorias invernales, la exposición fue elevada en otoño de 2018 (60.8 % de sus 19 vuelos), por la presencia de Falco sparverius, Accipiter cooperii y Circus hudsonius, y disminuyó a 15.3 % en enero y 4.4 % en febrero de 2019, cuando dominaron los paseriformes invernantes de vuelo bajo; en enero, el mirlo primavera fue la única especie paseriforme migratoria con vuelos regulares en la mitad inferior del rotor. Las 22 observaciones de migratorias de verano en 2026 (calandrias, colorines, chotacabras y chipe grande) se registraron íntegramente por debajo de 31.1 m.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.5. Vuelos por condición de residencia y banda de riesgo en cada temporada.

Temporada	Residencia	Vuelos	Cat. 1	ZBR (cat. 2 y 3)	Cat. 4	ZBR (%)
Otoño 2018	Residente	114	84.3	27.8	2.0	24.4
Otoño 2018	Migratoria invernal	19	7.4	11.6	0.0	60.8
Invierno 2019	Residente	200	146.9	53.1	0.0	26.5
Invierno 2019	Migratoria invernal	118	100.0	18.0	0.0	15.3
Invierno 2019	Migratoria de verano	1	1.0	0.0	0.0	0.0
Primavera 2019	Residente	218	150.7	67.3	0.0	30.9
Primavera 2019	Migratoria invernal	38	36.3	1.7	0.0	4.4
Verano 2026	Residente	356	209.0	134.0	13.0	37.6
Verano 2026	Migratoria de verano	22	22.0	0.0	0.0	0.0

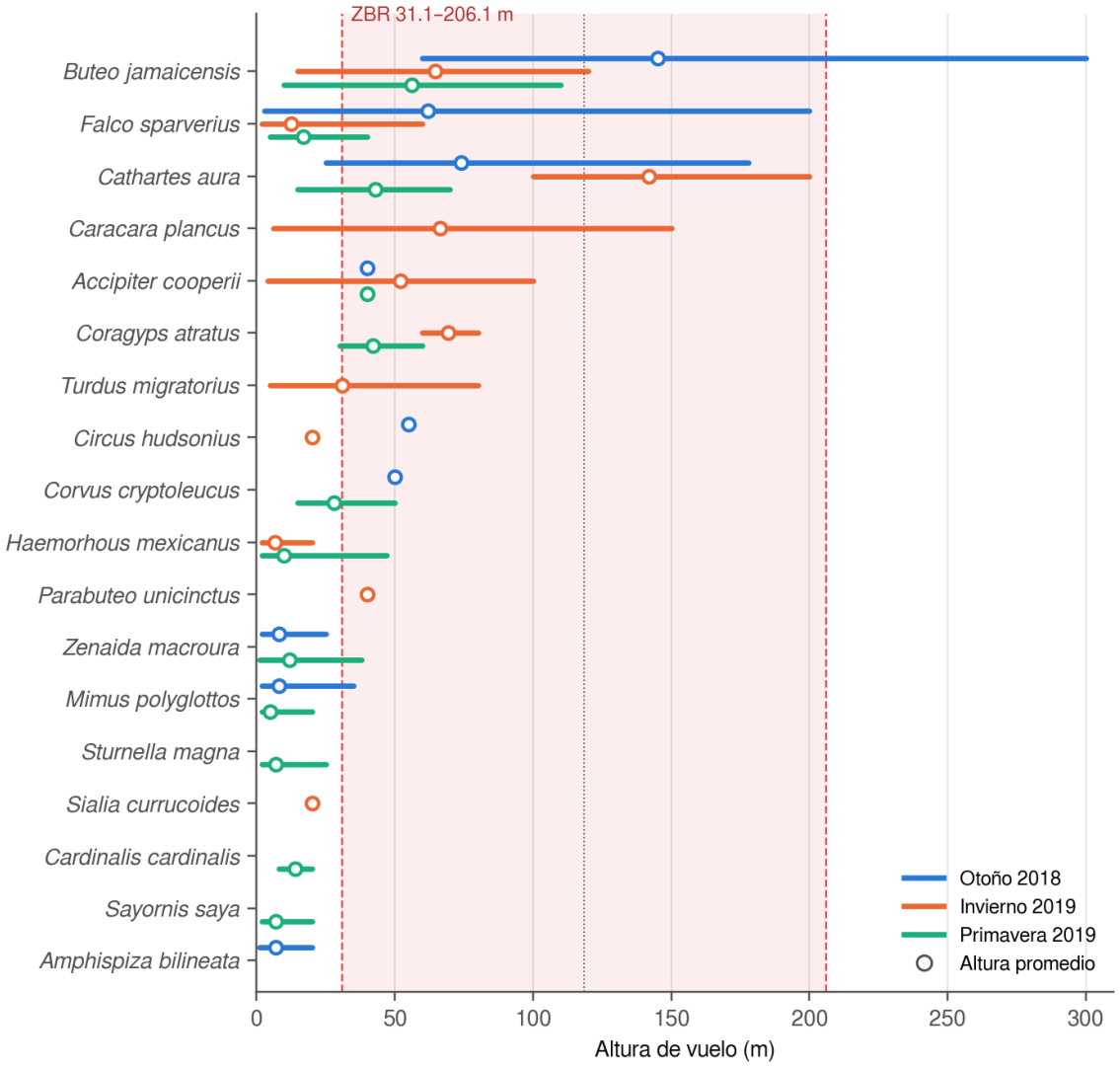
Fuente: Elaboración propia con base en los informes de monitoreo y Howell y Webb (1995).

IV.6. Alturas de vuelo por especie

De las 64 especies con vuelos registrados, 14 alcanzaron la ZBR en al menos una temporada y 50 se mantuvieron por debajo de ella en todos sus registros. La Figura IV.4 compara los intervalos de altura de las especies con vuelos iguales o superiores a 20 m en 2018–2019, y la Figura IV.5 presenta la distribución por banda de las especies que alcanzaron la ZBR en verano de 2026. La tabla completa de alturas de vuelo por especie y temporada se presenta en el Anexo IX.1 (Tabla IX.1). Las especies paseriformes más abundantes en vuelo, como Haemorhous mexicanus (78 vuelos entre 2 y 47 m), Mimus polyglottos (62 vuelos entre 1 y 35 m), Amphispiza bilineata (59 vuelos entre 1 y 20 m) y Sturnella neglecta (37 vuelos entre 1 y 11 m), desarrollaron su actividad en los estratos E1 y E2, con incursiones ocasionales al estrato E3.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

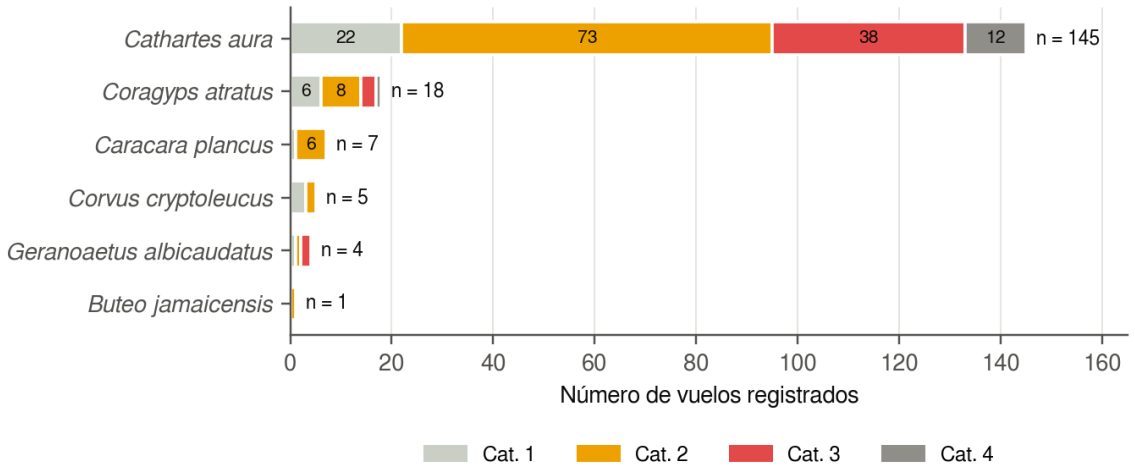
Figura IV.4. Intervalos de altura de vuelo (mínimo–máximo) y altura promedio de las especies con vuelos iguales o superiores a 20 m, campañas 2018–2019. La franja sombreada corresponde a la ZBR.



Fuente: Elaboración propia con base en los informes de monitoreo 2018–2019.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.5. Vuelos por banda de altura de las especies que alcanzaron la ZBR durante el verano de 2026.



Fuente: Elaboración propia.

IV.7. Comportamiento de vuelo de las especies de interés

A continuación, se describe el comportamiento de vuelo de las especies con uso recurrente de la ZBR y de las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los valores de altura corresponden a los registros de cada campaña.

Zopilote aura (Cathartes aura), residente, planeadora. Especie con mayor número de vuelos en la ZBR y la única, junto con el aguililla cola roja, registrada en ella en las cuatro temporadas. En otoño de 2018 voló entre 25 y 178 m (promedio de 74 m), en enero de 2019 entre 100 y 200 m (promedio de 142 m) y en febrero de 2019 entre 15 y 70 m (promedio de 43 m). En verano de 2026 registró 145 vuelos, de los cuales 73 se ubicaron en la mitad inferior del rotor, 38 en la superior y 12 por encima de 206.1 m. Su búsqueda de alimento mediante planeo prolongado en corrientes térmicas explica la amplitud de su intervalo de alturas y su abundancia estival.

Zopilote negro (Coragyps atratus), residente, planeadora. Registró 15 vuelos entre 60 y 80 m en enero de 2019 y 45 vuelos entre 30 y 60 m (promedio de 42 m) en febrero de 2019, lo que lo convierte en la especie con mayor número de vuelos en la mitad inferior del rotor en 2019. En verano de 2026, 11 de sus 18 vuelos se ubicaron en la ZBR. Su intervalo de vuelo es más estrecho y bajo que el del zopilote aura, en congruencia con su menor capacidad de planeo y su tendencia a desplazarse en grupos.

Aguililla cola roja (Buteo jamaicensis), residente, planeadora. Presentó vuelos en la ZBR en las cuatro temporadas, con 90.1 % de sus 49 vuelos dentro de ella. En otoño de 2018 registró el intervalo más amplio de la avifauna, entre 60 y 300 m (promedio de 145 m), con vuelos por encima del rotor; en enero de 2019 voló entre 15 y 120 m (promedio de 64.6 m)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

y en febrero entre 10 y 110 m (promedio de 56 m). Su conducta de cacería mediante planeo y cernido sobre terreno abierto la mantiene de forma recurrente en la mitad inferior del rotor.

Aguililla cola blanca (Geranoaetus albicaudatus), residente, planeadora, NOM-059 Pr. Se registró únicamente en verano de 2026, con 4 vuelos: uno en la categoría 1, uno en la categoría 2 y dos en la mitad superior del rotor. Especie característica de pastizales y matorrales abiertos, que caza mediante planeo a gran altura y cernido.

Gavilán de Cooper (Accipiter cooperii), migratoria invernal, rapaz de vuelo activo, NOM-059 Pr. Registró un vuelo a 40 m en otoño de 2018, dos vuelos entre 4 y 100 m en enero de 2019 y un vuelo a 40 m en febrero de 2019, por lo que el 92.0 % de sus vuelos esperados se ubicó en la mitad inferior del rotor. Su conducta de persecución de presas en vuelo activo alterna desplazamientos bajos entre la vegetación con vuelos de transición por encima del dosel.

Aguililla rojinegra (Parabuteo unicinctus), residente, rapaz de vuelo activo, NOM-059 Pr. Se registró en un vuelo a 40 m en enero de 2019, dentro de la mitad inferior del rotor.

Caracara quebrantahuesos (Caracara plancus), residente, rapaz de vuelo activo. Voló entre 6 y 150 m en enero de 2019 (promedio de 66.5 m) y registró 6 de sus 7 vuelos de verano de 2026 en la categoría 2. Su hábito carroñero y oportunista lo asocia a los catártidos en sitios con disponibilidad de carroña.

Cernícalo americano (Falco sparverius), migratoria invernal, rapaz de vuelo activo. Presentó 13 vuelos entre 3 y 200 m en otoño de 2018 (promedio de 62 m), 14 entre 2 y 60 m en enero de 2019 (promedio de 12.5 m) y 10 entre 5 y 40 m en febrero de 2019 (promedio de 17 m). El descenso de su altura de vuelo a lo largo del invierno refleja el paso de los desplazamientos migratorios a la cacería desde percha y el cernido a baja altura.

Gavilán rastrero (Circus hudsonius), migratoria invernal, rapaz de vuelo activo. Registró un vuelo a 55 m en otoño de 2018 y uno a 20 m en enero de 2019. Su conducta de cacería habitual consiste en vuelos rasantes sobre la vegetación, por lo que la exposición se asocia principalmente a desplazamientos de transición.

Cuervo llanero (Corvus cryptoleucus), residente, córvido. Voló a 50 m en otoño de 2018, entre 15 y 50 m en febrero de 2019 (promedio de 28 m) y registró 2 de 5 vuelos en la categoría 2 en verano de 2026, con 44.3 % de sus vuelos en la ZBR.

Mirlo primavera (Turdus migratorius), migratoria invernal, paseriforme. Registró 29 vuelos entre 5 y 80 m en enero de 2019 (promedio de 31 m), en bandadas que se desplazaron entre sitios de alimentación, con 44.3 % de sus vuelos en la mitad inferior del rotor. Es el paseriforme con mayor exposición del sitio.

Azulejo pálido (Sialia currucoides), migratoria invernal, paseriforme. Registró una bandada de 32 individuos a 20 m en enero de 2019, 11.1 m por debajo de la punta de pala inferior, dentro del estrato E3.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Paloma huilota (Zenaida macroura) **y pinzón mexicano** (Haemorhous mexicanus), residentes. Ambas especies volaron predominantemente por debajo de 20 m, con máximos de 38 y 47 m en febrero de 2019, respectivamente, lo que resultó en una exposición marginal (1.8 % y 5.8 % de sus vuelos en la ZBR).

IV.8. Aves acuáticas y especies asociadas al sitio Ramsar

Los monitoreos registraron tres especies asociadas a cuerpos de agua: la cerceta alas verdes (Anas crecca), con 7 individuos en febrero de 2019; el pato de collar (Anas platyrhynchos), con un individuo en enero de 2019; y el chorlo tildío (Charadrius vociferus), con un vuelo a 5 m en febrero de 2019 y un vuelo en la categoría 1 en verano de 2026. Para las anátidas no se registraron alturas de vuelo, dado que se observaron posadas en bordos. No se registraron la grulla gris ni el ganso de frente blanca, especies que sustentan el criterio 5 del sitio Ramsar “Río Sabinas”, si bien las campañas de enero y febrero de 2019 coincidieron con su periodo de invernada, los muestreos se concentraron en los sitios de aerogenerador y no incluyeron observaciones crepusculares en los bordos, momento en que grullas y anátidas se desplazan entre dormideros y áreas de alimentación. Las grullas utilizan regularmente paisajes con presencia de aerogeneradores durante la invernada en las Grandes Planicies, con evidencia de un uso ligeramente menor de las áreas cercanas a las torres (Pearse et al., 2016), por lo que su presencia en la región justifica un seguimiento específico en los bordos del AI y la RE.

IV.9. Sensibilidad de la exposición a la altura de la punta de pala inferior

Con la configuración del N175/6.X (punta de pala inferior a 31.1 m), el 25.3 % de los vuelos de 2018–2019 queda dentro del rotor: 94.9 % de los vuelos de planeadoras, 49.4 % de los de rapaces de vuelo activo y 4.0 % del resto de la avifauna (Tabla IV.6; Figura IV.6). La reducción de la altura de la punta de pala inferior a 20 m incrementaría la exposición del conjunto a 31.0 % y la del resto de la avifauna a 9.5 %, al incorporar al rotor el estrato E3 utilizado por paseriformes y columbiformes. En sentido inverso, su elevación a 40 m reduciría la exposición del conjunto a 19.3 % y la de las planeadoras a 76.7 %, y a 50 m, a 14.1 % y 57.4 %, respectivamente. Para las planeadoras, la exposición permanece por encima del 94 % mientras la punta de pala inferior se mantenga por debajo de 31 m, lo que indica que para este grupo la altura actual se sitúa en el umbral a partir del cual cada metro adicional de claro produce una reducción apreciable de la exposición.

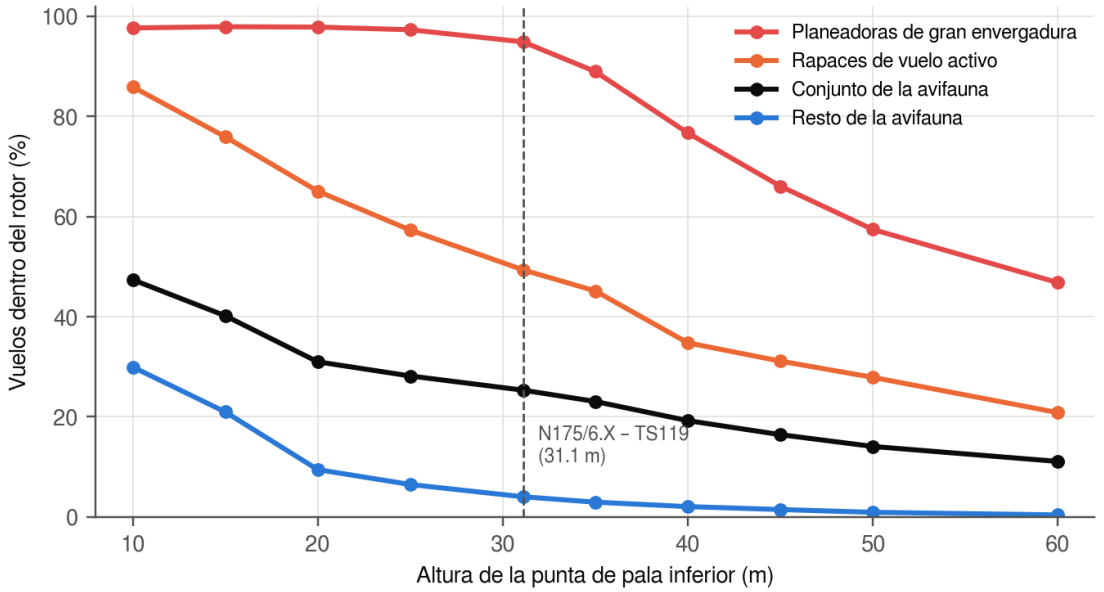
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.6. Proporción de vuelos (%) dentro de un rotor de 175.0 m según la altura de la punta de pala inferior, 2018–2019.

Grupo	10 m	15 m	20 m	25 m	31.1 m	35 m	40 m	45 m	50 m	60 m
Conjunto de la avifauna	47.4	40.2	31.0	28.2	25.3	23.1	19.3	16.4	14.1	11.1
Planeadoras de gran envergadura	97.7	97.9	97.8	97.3	94.9	89.0	76.7	66.1	57.4	46.8
Rapaces de vuelo activo	85.9	75.9	65.1	57.3	49.4	45.2	34.8	31.1	27.9	20.9
Resto de la avifauna	30.0	21.0	9.5	6.5	4.0	3.0	2.1	1.5	0.9	0.4

Fuente: Elaboración propia mediante distribución triangular por especie. La columna de 31.1 m corresponde al N175/6.X – TS119.

Figura IV.6. Proporción de vuelos dentro del rotor en función de la altura de la punta de pala inferior, por grupo funcional.



Fuente: Elaboración propia.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

V. DISCUSIÓN

El uso del espacio aéreo por la avifauna del Parque Eólico La Noria está dominado por los estratos inferiores: el 59.4 % de los vuelos de 2018 y 2019 ocurrió por debajo de 15 m y la mediana de altura fue de 9.5 m. Este patrón es congruente con la estructura baja del matorral desértico rosetófilo y micrófilo, en el que la avifauna residente, dominada por paseriformes insectívoros, omnívoros y granívoros, se desplaza entre arbustos y perchas arborescentes, y con la composición invernal del sitio, en la que predominan paseriformes migratorios de forrajeo en el suelo. Para estos grupos, la punta de pala inferior del N175/6.X, a 31.1 m, deja un claro vertical de más de 25 m por encima del dosel, suficiente para mantener su exposición por debajo del 5 % de sus vuelos.

La exposición se concentra en un gremio reducido de planeadoras y rapaces, cuyos patrones de vuelo coinciden con la franja de 31 a 206 m. La variación estacional de sus alturas es consistente con el régimen térmico del sitio: los vuelos más altos se registraron en otoño y verano, y los más bajos en febrero, cuando la convección es menor. En verano de 2026, con temperaturas máximas normales cercanas a 38 °C, el zopilote aura registró 145 vuelos, de los cuales el 34.5 % se ubicó en la mitad superior del rotor o por encima de él, lo que indica un uso intenso de corrientes térmicas de gran desarrollo vertical. La topografía de sierra compleja con lomerío y de bajada con lomerío del AP favorece, además, la formación de corrientes orográficas en laderas expuestas al viento, factor que se ha identificado como determinante de la altura de vuelo de las rapaces planeadoras y de su exposición a los aerogeneradores (Katzner et al., 2012; de Lucas et al., 2008).

El análisis de sensibilidad muestra que la exposición del conjunto de la avifauna es poco sensible a incrementos moderados de la altura de la punta de pala inferior por encima de 31.1 m, ya que la mayor parte de los vuelos ya se encuentra por debajo de ella, mientras que la de las planeadoras disminuye de manera apreciable a partir de ese valor. Por el contrario, cualquier reducción del claro inferior incorporaría al rotor el estrato E3, utilizado por paseriformes y columbiformes, e incrementaría de manera significativa la exposición de los grupos que actualmente presentan un riesgo marginal. En consecuencia, la altura de la punta de pala inferior de 31.1 m debe considerarse un valor mínimo del proyecto.

Las principales limitaciones del análisis son las siguientes:

- Las alturas se estimaron visualmente, con un error que aumenta con la altura y la distancia al observador; los informes de 2018–2019 reportan estadísticos por especie y no registros individuales, por lo que las distribuciones se reconstruyeron mediante una aproximación triangular.
- La campaña de verano de 2026 clasificó los vuelos por su altura máxima en cuatro categorías, lo que impide calcular estadísticos continuos para esa temporada y tiende a asignar los vuelos a la banda más alta utilizada.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Las campañas de 2018–2019 y la de 2026 están separadas por siete años y difieren en su diseño de muestreo; ninguna cubre la migración primaveral de marzo a mayo ni incluyó observaciones crepusculares en bordos, necesarias para caracterizar los desplazamientos de las aves acuáticas del sitio Ramsar.
- No se contó con registros de migración nocturna, por lo que el tránsito de paseriformes migratorios a gran altura no está representado en los datos.
- Los informes no reportan la hora del registro, la dirección de vuelo por especie ni las condiciones de viento asociadas a cada vuelo, variables que permitirían modelar la altura en función de las condiciones meteorológicas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

VI. CONCLUSIONES

- Se analizaron 1,086 vuelos de 64 especies de aves registrados en cuatro campañas de monitoreo (2018, 2019 y 2026), referidos a la geometría del aerogenerador Nordex N175/6.X – TS119, cuya zona de barrido del rotor se ubica entre 31.1 y 206.1 m.
- La altura de vuelo de la avifauna presenta una distribución fuertemente asimétrica: en 2018–2019 la mediana fue de 9.5 m, el 75 % de los vuelos ocurrió por debajo de 32.3 m y el 74.4 % por debajo de la punta de pala inferior.
- Considerando las cuatro temporadas, el 69.8 % de los vuelos se ubicó por debajo de la ZBR, el 28.9 % dentro de ella y el 1.4 % por encima; la proporción en la ZBR fue máxima en verano de 2026 (35.4 %).
- Las planeadoras de gran envergadura (84.1 % de sus vuelos en la ZBR) y las rapaces de vuelo activo (53.8 %) concentran la exposición, mientras que los paseriformes y columbiformes vuelan por debajo de 31.1 m en más del 96 % de los casos.
- Catorce especies alcanzaron la ZBR; el zopilote aura, el zopilote negro y el aguililla cola roja son las de uso más recurrente, y el gavilán de Cooper, el aguililla rojinegra y el aguililla cola blanca, sujetas a protección especial, registraron en conjunto 9 vuelos, con uso predominante de la mitad inferior del rotor.
- Los vuelos más altos se asocian a la temporada cálida y a la topografía de lomeríos del AP, que favorecen las corrientes térmicas y orográficas aprovechadas por las aves planeadoras.
- La exposición de las planeadoras es de 94.9 % con el claro inferior de 31.1 m y se reduciría a 76.7 % con un claro de 40 m; cualquier reducción del claro incrementaría la exposición de los paseriformes y columbiformes, por lo que 31.1 m debe mantenerse como valor mínimo.
- La incidencia del proyecto en el sitio Ramsar “Río Sabinas” y la ausencia de registros de grullas y gansos en las campañas analizadas justifican un seguimiento específico de aves acuáticas en los bordos del AI y la RE, así como la caracterización de la migración nocturna.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

VII. LITERATURA CITADA

Band, W. (2012). Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. SOSS, The Crown Estate / British Trust for Ornithology, Reino Unido.

Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L. y Thomas, L. (2001). Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, Nueva York.

CONAGUA (2024). Normales climatológicas por estación, periodo 1991–2020. Estación 2033 Sabinas (DGE), Coahuila. Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional.

de Lucas, M., Janss, G. F. E., Whitfield, D. P. y Ferrer, M. (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. Journal of Applied Ecology, 45, 1695–1703.

Drewitt, A. L. y Langston, R. H. W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis, 148, 29–42.

Howell, S. N. G. y Webb, S. (1995). A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press, Oxford.

Katzner, T. E., Brandes, D., Miller, T., Lanzone, M., Maisonneuve, C., Tremblay, J. A., Mulvihill, R. y Merovich, G. T. (2012). Topography drives migratory flight altitude of golden eagles: implications for on-shore wind energy development. Journal of Applied Ecology, 49, 1178–1186.

Masden, E. A. y Cook, A. S. C. P. (2016). Avian collision risk models for wind energy impact assessments. Environmental Impact Assessment Review, 56, 43–49.

Nordex Energy SE & Co. KG – Acciona Windpower (2024). WT N175 6.X TS119-02. Plano DG201400-00, hojas 1/2 y 2/2, escala 1:750.

Parque Eólico La Noria (2026). Monitoreo de aves Parque Eólico La Noria. Informe de verano. Agosto de 2026. Informe técnico.

Parque Eólico La Noria (s. f.). Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica. Caracterización ambiental.

Pearse, A. T., Brandt, D. A. y Krapu, G. L. (2016). Wintering Sandhill Crane exposure to wind energy development in the central and southern Great Plains, USA. The Condor, 118(2), 391–401.

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. y Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report PSW-GTR-159. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Albany, California.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

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; modificación del Anexo Normativo III publicada el 14 de noviembre de 2019.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas (2018). Monitoreo de aves, murciélagos y mariposa monarca. Temporada otoño 2018. Proyecto Parque Eólico La Noria. Informe técnico.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas (2019a). Monitoreo de aves, murciélagos y mariposa monarca. Temporada invierno 2019. Proyecto Parque Eólico La Noria. Informe técnico.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas (2019b). Monitoreo de aves, murciélagos y mariposa monarca. Temporada primavera 2019. Proyecto Parque Eólico La Noria. Informe técnico.

[redacted]

VIII. ANEXOS

VIII.1. Alturas de vuelo por especie y temporada

La Tabla IX.1 presenta, para cada especie con vuelos registrados, su familia, grupo funcional, condición de residencia, temporadas de registro, número total de vuelos, intervalo y promedio ponderado de altura en 2018–2019, y la distribución porcentual de sus vuelos en las bandas de riesgo considerando las cuatro temporadas.

Tabla VIII.1. Alturas de vuelo por especie y distribución por banda de riesgo (cuatro temporadas).

Especie	Familia	Gr.	Res.	Temp.	Vuelos	Intervalo 2018–19 (m)	Prom. 2018–19 (m)	Cat. 1 (%)	ZBR (%)	Cat. 4 (%)
Buteo jamaicensis	Accipitridae	PL	R	O,I,P,V	49	10–300	82.2	5.9	90.1	4.0
Cathartes aura	Cathartidae	PL	R	O,I,P,V	178	15–200	92.9	13.5	79.7	6.7
Coragyps atratus	Cathartidae	PL	R	I,P,V	78	30–80	48.9	8.1	90.6	1.3
Geranoaetus albicaudatus	Accipitridae	PL	R	V	4	—	—	25.0	75.0	0.0
Accipiter cooperii	Accipitridae	RA	MI	O,I,P	4	4–100	46.0	8.0	92.0	0.0
Caracara plancus	Falconidae	RA	R	I,V	13	6–150	66.5	13.1	86.9	0.0
Circus hudsonius	Accipitridae	RA	MI	O,I	2	20–55	37.5	50.0	50.0	0.0
Falco sparverius	Falconidae	RA	MI	O,I,P	37	2–200	31.1	63.0	37.0	0.0
Parabuteo unicinctus	Accipitridae	RA	R	I	1	40–40	40.0	0.0	100.0	0.0
Corvus cryptoleucus	Corvidae	CV	R	O,P,V	9	15–50	33.5	55.7	44.3	0.0
Columbina inca	Columbidae	CO	R	V	2	—	—	100.0	0.0	0.0
Columbina passerina	Columbidae	CO	R	I,V	13	10–10	10.0	100.0	0.0	0.0
Zenaida asiatica	Columbidae	CO	R	O,V	43	2–18	10.0	100.0	0.0	0.0
Zenaida macroura	Columbidae	CO	R	O,I,P,V	80	1–38	9.6	98.2	1.8	0.0
Aimophila ruficeps	Passerellidae	PA	R	P,V	12	1–2	1.0	100.0	0.0	0.0
Amphispiza bilineata	Passerellidae	PA	R	O,I,P,V	59	1–20	3.5	100.0	0.0	0.0
Auriparus flaviceps	Remizidae	PA	R	I,P	3	2–2	2.0	100.0	0.0	0.0
Campylorhynchus brunneicapillus	Troglodytidae	PA	R	O,I	3	2–10	4.7	100.0	0.0	0.0
Cardinalis cardinalis	Cardinalidae	PA	R	I,P,V	16	1–20	5.0	100.0	0.0	0.0
Cardinalis sinuatus	Cardinalidae	PA	R	O,I,P	4	1–5	2.5	100.0	0.0	0.0
Catharus guttatus	Turdidae	PA	MI	I	2	2–2	2.0	100.0	0.0	0.0
Chondestes grammacus	Passerellidae	PA	R	I	1	1–1	1.0	100.0	0.0	0.0
Haemorhous mexicanus	Fringillidae	PA	R	I,P,V	78	2–47	8.4	94.2	5.8	0.0
Icteria virens	Icteriidae	PA	MV	V	1	—	—	100.0	0.0	0.0
Icterus cucullatus	Icteridae	PA	MV	V	13	—	—	100.0	0.0	0.0
Icterus parisorum	Icteridae	PA	MV	V	2	—	—	100.0	0.0	0.0
Lanius ludovicianus	Laniidae	PA	R	O	2	2–3	3.0	100.0	0.0	0.0
Leiothlypis celata	Parulidae	PA	MI	O,I,P	6	2–15	4.3	100.0	0.0	0.0
Melospiza lincolnii	Passerellidae	PA	MI	O,I,P	8	2–6	2.6	100.0	0.0	0.0
Melozone fusca	Passerellidae	PA	R	P,V	3	1–1	1.0	100.0	0.0	0.0
Mimus polyglottos	Mimidae	PA	R	O,I,P,V	62	1–35	4.6	99.8	0.2	0.0
Oreoscoptes montanus	Mimidae	PA	MI	I	3	2–2.5	2.2	100.0	0.0	0.0
Passerina caerulea	Cardinalidae	PA	MV	V	4	—	—	100.0	0.0	0.0
Passerina versicolor	Cardinalidae	PA	MV	V	1	—	—	100.0	0.0	0.0

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	Familia	Gr.	Res.	Temp.	Vuelos	Intervalo 2018–19 (m)	Prom. 2018–19 (m)	Cat. 1 (%)	ZBR (%)	Cat. 4 (%)
Peucaea cassinii	Passerellidae	PA	R	V	6	—	—	100.0	0.0	0.0
Pipilo chlorurus	Passerellidae	PA	MI	P	1	1–1	1.0	100.0	0.0	0.0
Polioptila caerulea	Polioptilidae	PA	R	V	1	—	—	100.0	0.0	0.0
Polioptila melanura	Polioptilidae	PA	R	O,I,P,V	21	1–5	2.5	100.0	0.0	0.0
Pooecetes gramineus	Passerellidae	PA	MI	O,I,P	9	2–5	2.8	100.0	0.0	0.0
Pyrocephalus rubinus	Tyrannidae	PA	R	I,P	4	1–10	3.8	100.0	0.0	0.0
Regulus calendula	Regulidae	PA	MI	I	1	1–1	1.0	100.0	0.0	0.0
Salpinctes obsoletus	Troglodytidae	PA	R	O,I	9	1–11	3.3	100.0	0.0	0.0
Sayornis phoebe	Tyrannidae	PA	MI	I	2	3–3	3.0	100.0	0.0	0.0
Sayornis saya	Tyrannidae	PA	MI	P	6	2–20	7.0	100.0	0.0	0.0
Setophaga coronata	Parulidae	PA	MI	I	1	2–2	2.0	100.0	0.0	0.0
Sialia currucoides	Turdidae	PA	MI	I	32	20–20	20.0	100.0	0.0	0.0
Spizella pallida	Passerellidae	PA	MI	I	7	2–3	2.5	100.0	0.0	0.0
Spizella passerina	Passerellidae	PA	MI	I,P	4	1–15	5.1	100.0	0.0	0.0
Sturnella magna	Icteridae	PA	R	P	12	2–25	7.0	100.0	0.0	0.0
Sturnella neglecta	Icteridae	PA	R	O,I,P,V	37	1–11	3.8	100.0	0.0	0.0
Thryomanes bewickii	Troglodytidae	PA	R	O,I,P,V	29	1–15	2.8	100.0	0.0	0.0
Toxostoma curvirostre	Mimidae	PA	R	I,P,V	6	3–4	3.3	100.0	0.0	0.0
Toxostoma longirostre	Mimidae	PA	R	O	2	2.5–2.5	2.5	100.0	0.0	0.0
Troglodytes aedon	Troglodytidae	PA	MI	I,P	5	1–15	5.0	100.0	0.0	0.0
Turdus migratorius	Turdidae	PA	MI	I	29	5–80	31.0	55.7	44.3	0.0
Vireo griseus	Vireonidae	PA	R	P,V	2	1–1	1.0	100.0	0.0	0.0
Zonotrichia leucophrys	Passerellidae	PA	MI	I,P	16	2–6	3.1	100.0	0.0	0.0
Bubo virginianus	Strigidae	ON	R	O	1	3–3	3.0	100.0	0.0	0.0
Callipepla squamata	Odontophoridae	ON	R	O,I,V	35	2.5–3	2.7	100.0	0.0	0.0
Charadrius vociferus	Charadriidae	ON	R	P,V	2	5–5	5.0	100.0	0.0	0.0
Chordeiles acutipennis	Caprimulgidae	ON	MV	I,V	2	1–1	1.0	100.0	0.0	0.0
Dryobates scalaris	Picidae	ON	R	V	2	—	—	100.0	0.0	0.0
Melanerpes aurifrons	Picidae	ON	R	I,V	4	6–6	6.0	100.0	0.0	0.0
Phalaenoptilus nuttallii	Caprimulgidae	ON	R	O,P	2	1–17	9.0	100.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia. Grupo: PL = planeadoras de gran envergadura; RA = rapaces de vuelo activo; CV = córvidos; CO = columbiformes; PA = paseriformes; ON = otras no paseriformes. Residencia: R = residente; MI = migratoria invernal; MV = migratoria de verano. Temporadas: O = otoño 2018; I = invierno 2019; P = primavera 2019; V = verano 2026.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ESTUDIO DE COLISIÓN DE FAUNA VOLADORA Y ALTURAS DE VUELO

ANEXO TÉCNICO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO

PARQUE EÓLICO LA NORIA

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Índice

I. INTRODUCCIÓN 5
I.1. Objetivo general 5
I.2. Objetivos particulares 6
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DEL ÁREA DE ESTUDIO 7
II.1. Ubicación y características generales del sitio 7
II.2. Aerogenerador de referencia 7
II.3. Zona de barrido del rotor y bandas de altura de riesgo 9
III. METODOLOGÍA 11
III.1. Fuentes de información 11
III.2. Registro de alturas de vuelo de aves 11
III.3. Registro de actividad y alturas de vuelo de quirópteros 12
III.4. Registro de mariposa monarca 12
III.5. Homologación de las alturas de vuelo a las bandas de riesgo 12
III.6. Índice de vulnerabilidad a la colisión 13
III.7. Modelo de riesgo de colisión de Band 14
III.7.1. Etapa 1: tránsitos a través de los rotores 14
III.7.2. Etapa 2: probabilidad de colisión por tránsito 14
III.7.3. Etapa 3: evasión y escenarios 15
IV. RESULTADOS 16
IV.1. Aves 16
IV.1.1. Composición y uso general del espacio aéreo 16
IV.1.2. Alturas de vuelo por temporada 17
IV.1.3. Especies con vuelos en la zona de barrido del rotor 23
IV.1.4. Especies en categoría de riesgo 24
IV.2. Quirópteros 24
IV.2.1. Riqueza y actividad por temporada 24
IV.2.2. Alturas de vuelo de quirópteros 25
IV.2.3. Especies de murciélagos vulnerables a la colisión 27
IV.3. Mariposa monarca 28
IV.4. Índice de vulnerabilidad a la colisión de aves 29
IV.5. Estimación de colisiones mediante el modelo de Band 30
IV.5.1. Probabilidad de colisión por tránsito 30
IV.5.2. Tránsitos y colisiones anuales estimadas 31
V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN 33
VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y SEGUIMIENTO 35

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VII. CONCLUSIONES 37

VIII. LITERATURA CITADA 38

Índice de figuras

Figura II.1. Plano del aerogenerador Nordex N175/6.X con torre TS119 (vista lateral, frontal y en perspectiva). 8

Figura II.2. Esquema de la zona de barrido del rotor (ZBR) del aerogenerador N175/6.X y bandas de altura de riesgo. 10

Figura IV.1. Distribución porcentual de los vuelos de aves por banda de altura de riesgo en cada temporada. 16

Figura IV.2. Intervalos de altura de vuelo (mínimo–máximo) y altura promedio de las especies con vuelos iguales o superiores a 20 m, campañas 2018–2019. La franja sombreada corresponde a la ZBR. 21

Figura IV.3. Vuelos por banda de altura de las especies que alcanzaron la ZBR durante el verano de 2026. . 23

Figura IV.4. Distribución de alturas de vuelo de murciélagos registradas por termografía en otoño de 2018. . 26

Figura IV.5. Proporción de pases de murciélagos registrados en la ZBR por especie, verano de 2026. 27

Figura IV.6. Distribución de alturas de vuelo de la mariposa monarca en otoño de 2018. 29

Figura IV.7. Colisiones anuales estimadas por especie en el escenario de referencia e intervalo de sensibilidad entre 99.5 % y 95 % de evasión. 32

Índice de tablas

Tabla II.1. Parámetros técnicos del aerogenerador de referencia Nordex N175/6.X – TS119. 7

Tabla II.2. Bandas de altura de riesgo definidas para el aerogenerador N175/6.X. 9

Tabla III.1. Características de las campañas de monitoreo de fauna voladora utilizadas en el estudio. 11

Tabla III.2. Criterios y puntuación del índice de vulnerabilidad a la colisión (IVC). 13

Tabla III.3. Parámetros del rotor empleados en el modelo de Band. 15

Tabla III.4. Parámetros biométricos, de vuelo y tasa de evasión de referencia de las especies modeladas. ... 15

Tabla IV.1. Síntesis de vuelos de aves por temporada y por banda de altura de riesgo. 16

Tabla IV.2. Alturas de vuelo y distribución esperada de vuelos por banda de riesgo, otoño de 2018. 17

Tabla IV.3. Alturas de vuelo y distribución esperada de vuelos por banda de riesgo, invierno de 2019. 18

Tabla IV.4. Alturas de vuelo y distribución esperada de vuelos por banda de riesgo, primavera de 2019. 19

Tabla IV.5. Vuelos observados por especie y banda de altura de riesgo, verano de 2026. 22

Tabla IV.6. Especies de aves con vuelos en la ZBR, temporadas de registro y estatus de conservación. 24

Tabla IV.7. Registros acústicos de quirópteros por especie y temporada. 25

Tabla IV.8. Alturas de vuelo de quirópteros estimadas mediante cámara termográfica. 25

Tabla IV.9. Pases de murciélagos por especie y banda de altura, verano de 2026. 27

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.10. Vulnerabilidad de las especies de murciélagos a la colisión con aerogeneradores. 28

Tabla IV.11. Alturas de vuelo de la mariposa monarca, otoño de 2018. 29

Tabla IV.12. Índice de vulnerabilidad a la colisión (IVC) de las especies de aves con vuelos en la ZBR. 30

Tabla IV.13. Probabilidad de colisión por tránsito a través del rotor N175/6.X, sin evasión. 31

Tabla IV.14. Tránsitos anuales y colisiones anuales estimadas por especie bajo distintos escenarios de evasión (71 aerogeneradores). 32

Tabla VI.1. Medidas de prevención, mitigación y seguimiento para reducir el riesgo de colisión de fauna voladora. 35

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el Estudio de colisión de fauna voladora y alturas de vuelo del proyecto “Parque Eólico La Noria”, el cual se localiza en el estado de Coahuila de Zaragoza, en los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez, al suroeste de la cabecera municipal de Villa Unión. El estudio se integra como anexo técnico de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (MIA-R), y tiene como propósito cuantificar la exposición de las aves, los murciélagos y la mariposa monarca (Danaus plexippus) al espacio aéreo que será ocupado por el rotor de los aerogeneradores, así como estimar el número esperado de colisiones y proponer las medidas de prevención, mitigación y seguimiento correspondientes.

El análisis se sustenta en dos insumos principales. El primero corresponde a los registros de campo de cuatro campañas de monitoreo de fauna voladora realizadas en el sitio del proyecto: otoño de 2018, invierno de 2019 y primavera de 2019, elaboradas por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y verano de 2026, correspondiente al informe de agosto de 2026. En conjunto, estas campañas documentan 1,086 vuelos de aves con altura estimada, 83 especies de aves, 14 especies de murciélagos y 526 observaciones de mariposa monarca. El segundo insumo es el plano del aerogenerador de referencia Nordex N175/6.X con torre TS119 (plano DG201400-00, octubre de 2024), cuyo rotor de 175.0 m de diámetro, con el eje del buje a 118.6 m sobre el nivel del terreno, define una zona de barrido del rotor (ZBR) comprendida entre 31.1 m y 206.1 m de altura, con una superficie de barrido de 24,053 m² por unidad.

La colisión con las palas en movimiento y con la torre constituye el efecto directo mejor documentado de la energía eólica sobre la fauna voladora (Drewitt y Langston, 2006; Loss et al., 2013). En el caso de los murciélagos, a la colisión directa se suma el barotrauma asociado a las zonas de baja presión que se generan en la estela de las palas (Baerwald et al., 2008; Cryan y Barclay, 2009). La magnitud del riesgo depende de la coincidencia entre la altura de vuelo de cada especie y la franja vertical barrida por el rotor, de la abundancia y conducta de vuelo de las especies, y de las dimensiones de los aerogeneradores (Barclay et al., 2007; Thaxter et al., 2017). Por ello, el presente estudio reclasifica todos los registros de altura de vuelo respecto a la geometría específica del modelo N175/6.X y los integra en un modelo cuantitativo de riesgo de colisión conforme al método de Band (Band, 2012; Band, 2024).

I.1. Objetivo general

Evaluar el riesgo de colisión de la fauna voladora con los 44 aerogeneradores Nordex N175/6.X del Parque Eólico La Noria, a partir del análisis de las alturas de vuelo registradas en cuatro temporadas de monitoreo y de la aplicación del modelo de riesgo de colisión de Band, con el fin de identificar las especies y temporadas de mayor vulnerabilidad y establecer medidas de prevención, mitigación y seguimiento.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.2. Objetivos particulares

- Caracterizar las dimensiones del aerogenerador de referencia y delimitar las bandas de altura de riesgo asociadas a la zona de barrido del rotor.
- Homologar las alturas de vuelo de aves y murciélagos registradas entre 2018 y 2026 a las bandas de riesgo del modelo N175/6.X y cuantificar la proporción de vuelos que ocurre dentro de la ZBR, por especie y por temporada.
- Identificar las especies con vuelos en la ZBR, con especial atención a las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la Lista Roja de la UICN o en los Apéndices de la CITES.
- Estimar, mediante el modelo de Band, la probabilidad de colisión por tránsito y el número anual esperado de colisiones por especie, bajo distintos escenarios de tasa de evasión.
- Jerarquizar la vulnerabilidad de las especies a la colisión mediante un índice semicuantitativo que integre exposición, persistencia estacional, estatus de conservación, rasgos de vuelo y colisiones estimadas.
- Proponer medidas de prevención, mitigación y un programa de seguimiento post-construcción con indicadores verificables.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DEL ÁREA DE ESTUDIO

II.1. Ubicación y características generales del sitio

El Parque Eólico La Noria se ubica al suroeste de la cabecera municipal de Villa Unión, Coahuila; el acceso se realiza por la calle Dr. Roberto Montemayor Seguy de la carretera federal No. 23, que comunica la ciudad con la Presa Don Martín, y posteriormente por aproximadamente 25 km de terracería. Los sitios de aerogenerador evaluados en los monitoreos de 2018 y 2019 se distribuyen entre las coordenadas UTM (zona 14 N) X = 310,251–323,367 m y Y = 3,094,950–3,103,262 m, lo que equivale a una envolvente de aproximadamente 13.1 km en sentido este-oeste por 8.3 km en sentido norte-sur, en torno a los 28.0° de latitud norte y 100.9° de longitud oeste. Las coordenadas de dichos sitios se presentan en el Anexo III.4 (02).

El clima es seco semicálido, con precipitación total anual de 300 a 500 mm y temperatura media anual de 20 a 24 °C. El área se localiza en la región hidrológica Bravo-Conchos, cuencas Presa Falcón–Río Salado, dentro de la subprovincia fisiográfica Llanuras de Coahuila y Nuevo León, caracterizada por la alternancia de llanuras y lomeríos de rocas sedimentarias del Cretácico (lutitas y calizas) con suelos de tipo Regosol y Rendzina. La altitud media es de 380 m s.n.m. y la vegetación dominante corresponde a matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo, con Larrea tridentata, Leucophyllum frutescens, Yucca sp. y Agave lechuguilla como especies representativas. La fisonomía abierta del matorral, con estratos arbustivos de 1 a 3 m y elementos arborescentes aislados de Yucca rostrata y Prosopis glandulosa, favorece que la mayor parte de la avifauna residente desarrolle su actividad por debajo de los 20 m de altura, mientras que las aves planeadoras aprovechan las corrientes térmicas generadas sobre el terreno abierto.

II.2. Aerogenerador de referencia

El proyecto considera aerogeneradores Nordex N175/6.X de tres palas, con torre TS119. De acuerdo con el plano DG201400-00 (Figura II.1), el eje del buje se sitúa a 118.6 m sobre el nivel de referencia del terreno (±0.0 m), la punta de pala en su posición superior alcanza 206.1 m y el diámetro del rotor es de 175.0 m, por lo que la punta de pala en su posición inferior se encuentra a 31.1 m del terreno. El área de barrido de cada rotor es de 24,053 m², de modo que el conjunto de 44 unidades barre una superficie de 1,058,332m² (105.8 ha) en el plano de los rotores. La Tabla II.1 resume los parámetros técnicos utilizados en el presente estudio.

Tabla II.1. Parámetros técnicos del aerogenerador de referencia Nordex N175/6.X – TS119.

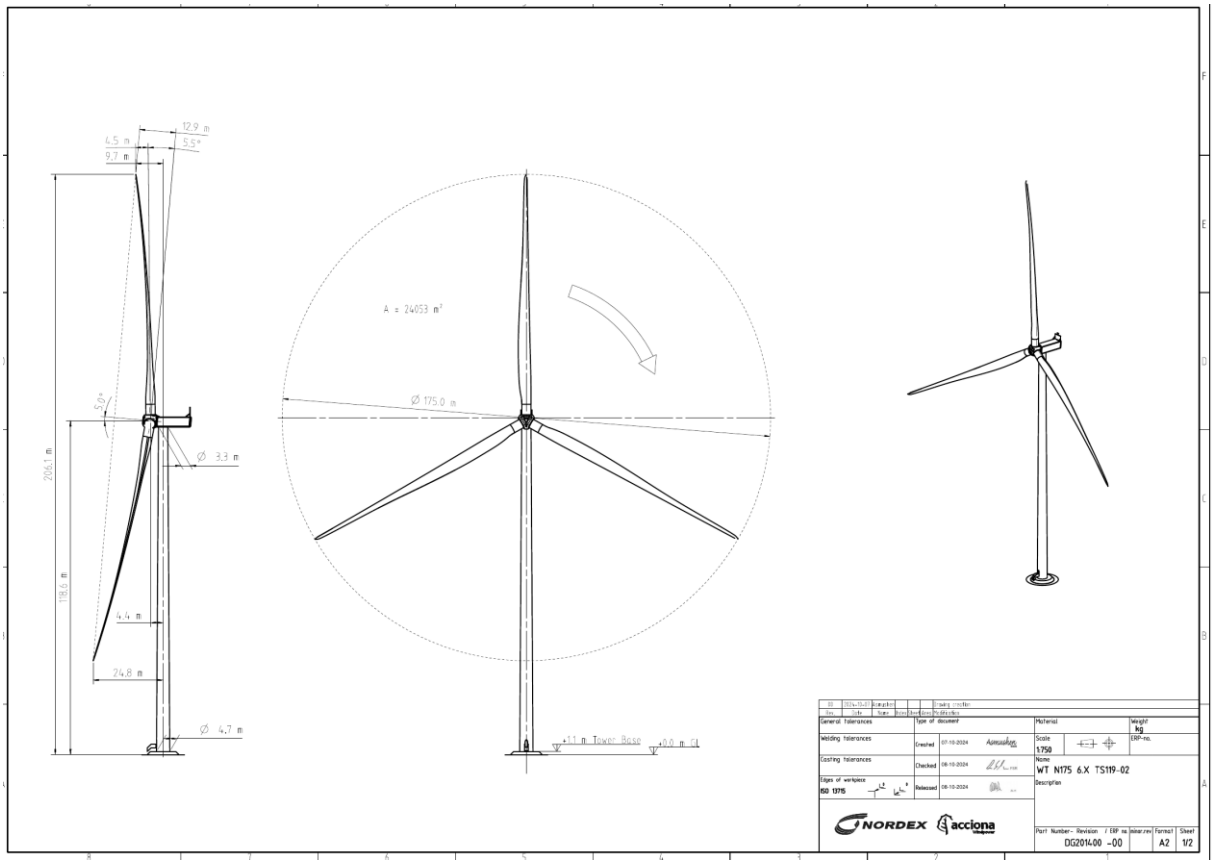
Parámetro	Valor	Fuente
Modelo / torre	Nordex N175/6.X / TS119	Plano DG201400-00
Potencia nominal	Clase 6.0–6.X MW	Nordex (2026)
Número de palas	3	Plano DG201400-00

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Parámetro	Valor	Fuente
Diámetro del rotor	175.0 m	Plano DG201400-00
Longitud de pala	85.7 m (pala de una pieza)	Nordex (2026)
Área de barrido por rotor	24,053 m²	Plano DG201400-00
Altura del buje sobre el terreno	118.6 m	Plano DG201400-00
Altura total (punta de pala superior)	206.1 m	Plano DG201400-00
Altura de punta de pala inferior	31.1 m	Calculada (118.6 – 87.5 m)
Inclinación (tilt) del eje del rotor	5.0°	Plano DG201400-00
Diámetro de torre en base / en cima	4.7 m / 3.3 m	Plano DG201400-00
Velocidad de arranque / de corte	3 m/s / 20 m/s	Nordex (2026)
Número de aerogeneradores	44	Capítulo I MIA-R
Área de barrido total del parque	1,058,332 m² (105.8 ha)	Calculada

Fuente: Elaboración propia con base en el plano DG201400-00 (Nordex Energy Spain – Acciona Windpower, 2024) y Nordex (2026).

Figura II.1. Plano del aerogenerador Nordex N175/6.X con torre TS119 (vista lateral, frontal y en perspectiva).



Fuente: Plano DG201400-00, hoja 1/2, escala 1:750 (Nordex Energy SE & Co. KG – Acciona Windpower, octubre de 2024).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.3. Zona de barrido del rotor y bandas de altura de riesgo

Con base en la geometría descrita, el espacio aéreo se dividió en cuatro bandas de altura, congruentes con las categorías empleadas en el informe de verano de 2026 (Tabla II.2; Figura II.2). Las categorías 2 y 3 integran la ZBR, que abarca una franja vertical de 175.0 m entre 31.1 y 206.1 m; la separación de ambas categorías en el eje del buje permite distinguir los vuelos que interceptan la mitad inferior del rotor, de mayor frecuencia para aves rapaces en cacería y desplazamiento, de aquellos que interceptan la mitad superior, característica de aves planeadoras que ascienden en corrientes térmicas.

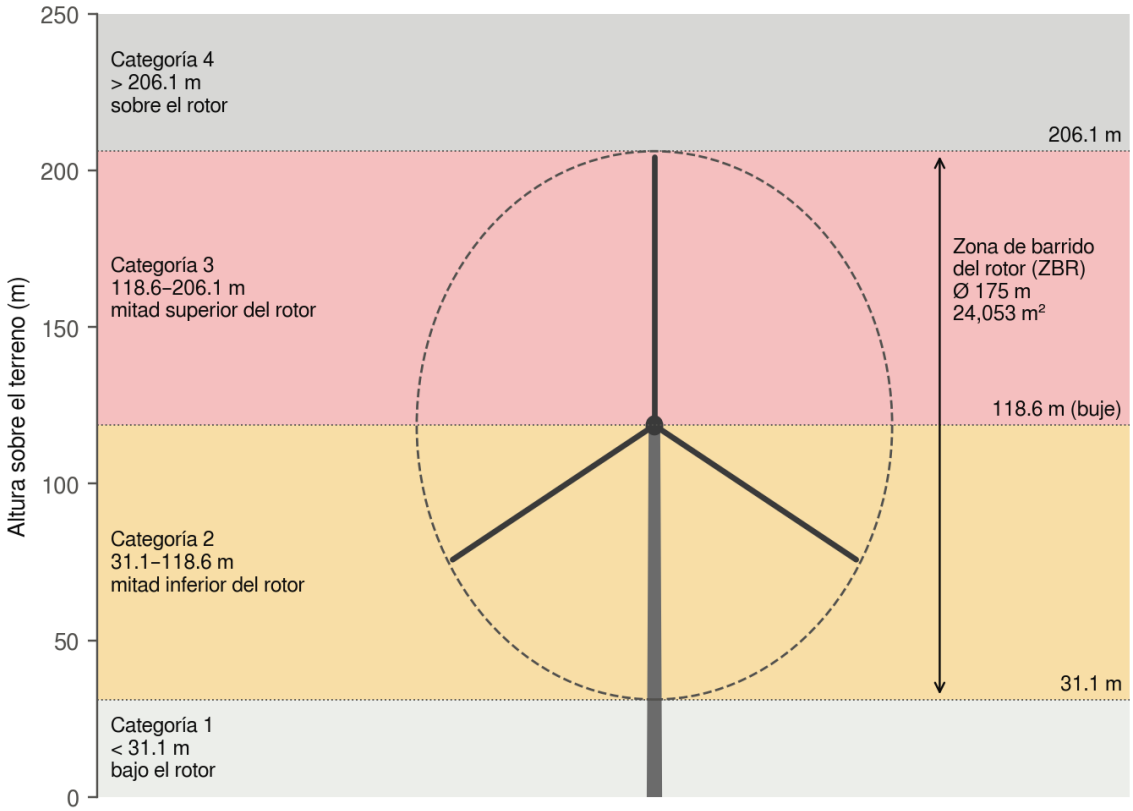
Tabla II.2. Bandas de altura de riesgo definidas para el aerogenerador N175/6.X.

Categoría	Intervalo de altura	Posición respecto al rotor	Condición de riesgo
1	< 31.1 m	Por debajo de la punta de pala inferior	Fuera de la ZBR (riesgo de colisión con torre)
2	31.1 – 118.6 m	Entre la punta de pala inferior y el buje	Dentro de la ZBR
3	118.6 – 206.1 m	Entre el buje y la punta de pala superior	Dentro de la ZBR
4	> 206.1 m	Por encima de la punta de pala superior	Fuera de la ZBR

Fuente: Elaboración propia con base en el plano DG201400-00.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.2. Esquema de la zona de barrido del rotor (ZBR) del aerogenerador N175/6.X y bandas de altura de riesgo.



Fuente: Elaboración propia.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III. METODOLOGÍA

III.1. Fuentes de información

El análisis integra la información de cuatro campañas de monitoreo realizadas con metodologías compatibles, cuyas características se resumen en la Tabla III.1. Las campañas de 2018 y 2019 se desarrollaron en los sitios del arreglo de aerogeneradores y, a partir del invierno de 2019, en 17 puntos de control adicionales; la campaña de verano de 2026 distribuyó 90 puntos de conteo de manera equitativa entre el área del proyecto (AP), el área de influencia (AI) y la región ecológica (RE), además de 21 puntos de interacción. Cabe precisar que, si bien el informe correspondiente se denomina “Primavera 2019”, la tercera campaña se ejecutó en febrero de 2019, por lo que sus registros reflejan condiciones de finales del invierno; esta circunstancia se considera en la interpretación de resultados.

Tabla III.1. Características de las campañas de monitoreo de fauna voladora utilizadas en el estudio.

Temporada	Unidades de muestreo de aves	Esfuerzo con registro de altura (h)	Vuelos de aves con altura	Quirópteros (registros)
Otoño 2018	71 puntos: conteo de 10 min y observación de 40 min	59.2	133	59 grabaciones ultrasónicas; 362 detecciones termográficas
Invierno 2019 (enero)	88 puntos: conteo de 10 min y observación de 40 min	73.3	319	Sin grabaciones útiles; 4 detecciones termográficas
Primavera 2019 (febrero)	88 puntos: conteo de 10 min y observación de 40 min	73.3	256	39 grabaciones (36 en estación fija a 60–80 m); 8 termográficas; 13 capturas
Verano 2026 (agosto)	90 puntos de conteo de 10 min (30 por zona) y 21 puntos de interacción de 60 min	36.0	378	849 pases ultrasónicos en 45 puntos; 5 capturas
Total	**—**	**241.8**	**1,086**	**947 grabaciones; 374 termográficas; 18 capturas**

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de monitoreo de otoño 2018, invierno 2019, primavera 2019 y verano 2026 del Parque Eólico La Noria.

III.2. Registro de alturas de vuelo de aves

En las campañas de 2018 y 2019 se aplicaron dos técnicas complementarias en cada sitio de muestreo: puntos de conteo de 10 minutos, realizados entre las 7:00 y las 12:00 horas con registro de distancias (Ralph et al., 1996; Buckland et al., 2001), y puntos de observación de 40 minutos, distribuidos entre las 7:00 y las 16:00 horas, orientados a documentar altura y dirección de vuelo, distancia recorrida, comportamiento y uso del hábitat, con atención especial a las aves rapaces y a las especies incluidas en la NOM-059-

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

SEMARNAT-2010. La identificación se realizó con binoculares 10×42 y guías de campo especializadas. Para cada especie, los informes reportan el número de individuos en vuelo (N) y las alturas mínima, máxima y promedio.

En la campaña de verano de 2026 se realizaron puntos de conteo de 10 minutos con identificación visual y auditiva y registro de distancias, y puntos de interacción de una hora distribuidos a lo largo del día, en los que se registraron altura, dirección y distancia de vuelo, comportamiento, velocidad y dirección del viento, nubosidad y temperatura. Los vuelos se clasificaron directamente en las cuatro categorías de la Tabla II.2 con base en la altura máxima observada, criterio conservador que asigna cada vuelo a la banda más alta alcanzada.

III.3. Registro de actividad y alturas de vuelo de quirópteros

En 2018 y 2019 la actividad de murciélagos se documentó mediante grabación ultrasónica de espectro completo (Wildlife Acoustics SM4BAT) durante 15 minutos por punto, con identificación automatizada en SonoBat 3.2.0 bajo criterios de consenso y mayoría, y mediante una cámara termográfica FLIR T420, con la cual se estimó la altura de vuelo de los individuos a partir de su tamaño aparente, velocidad y forma de vuelo, orientando la cámara la mitad del tiempo al norte y la otra mitad al sur. En invierno y primavera de 2019 se instaló además una estación acústica fija en una torre meteorológica, con el detector a una altura de 60 a 80 m y operación continua de 19:00 a 07:00 horas durante 15 días, lo que permite muestrear directamente la actividad dentro de la mitad inferior de la ZBR. Complementariamente se colocaron tres redes de niebla de 6 m, abiertas del crepúsculo al amanecer.

En verano de 2026 se utilizaron detectores ultrasónicos de expansión de tiempo con micrófono omnidireccional en 45 sitios de grabación, durante 15 minutos por sitio, instalados a diferentes alturas, desde el nivel del suelo (6 a 12 m) hasta los 60 m. Los pases se asignaron a la categoría 1 (< 31.1 m) o a la ZBR (≥ 31.1 m) en función de la altura del detector que los registró. Se complementó con cuatro estaciones de redes de niebla operadas entre 4 y 6 horas por noche.

III.4. Registro de mariposa monarca

Durante el otoño de 2018 se registraron altura y rumbo de vuelo de la mariposa monarca en los sitios de aerogenerador y en cinco transectos fijos de 1 km de longitud. Las campañas de enero y febrero de 2019 se efectuaron fuera de la temporada de migración de la especie y la campaña de verano de 2026 no incluyó este componente, por lo que el análisis de la especie se restringe a la migración otoñal.

III.5. Homologación de las alturas de vuelo a las bandas de riesgo

Los registros de verano de 2026 se encuentran clasificados en las bandas de la Tabla II.2, por lo que se utilizaron directamente. Para las campañas de 2018 y 2019, en las que los

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

informes reportan por especie el número de vuelos (N) y las alturas mínima (a), máxima (b) y promedio ($\bar{x}$), la proporción de vuelos en cada banda se estimó suponiendo que las alturas de cada especie siguen una distribución triangular acotada por los valores observados, cuya moda (c) se obtiene de la condición de que la media de la distribución iguale al promedio reportado:

$$c = 3\cdot\bar{x} - a - b, \quad \text{con } a \le c \le b$$

La proporción de vuelos dentro de la ZBR se calculó como la diferencia de la función de distribución acumulada, F, entre los límites de la zona:

$$P_{ZBR} = F(206.1) - F(31.1)$$

donde $F(x) = (x - a)^2 / [(b - a)(c - a)]$ para $a \le x \le c$, y $F(x) = 1 - (b - x)^2 / [(b - a)(b - c)]$ para $c < x \le b$. Cuando el valor de c resultó fuera del intervalo observado se acotó al extremo más cercano, y los registros con altura única (a = b) se asignaron íntegramente a la banda correspondiente. El número esperado de vuelos en la ZBR por especie se obtuvo como $N \cdot P_{ZBR}$. Este procedimiento conserva el intervalo y la tendencia central observados y evita la subestimación que resultaría de clasificar cada especie únicamente por su altura promedio. En los casos en que el texto de los informes difiere de sus tablas, se privilegiaron los valores tabulados.

III.6. Índice de vulnerabilidad a la colisión

Para jerarquizar a las especies de aves con vuelos en la ZBR se construyó un índice de vulnerabilidad a la colisión (IVC) de tipo aditivo, inspirado en las evaluaciones basadas en rasgos (Thaxter et al., 2017), que integra cinco criterios con la puntuación indicada en la Tabla III.2. El IVC adopta valores de 0 a 13 y se clasificó en vulnerabilidad alta (≥ 9 puntos), media (6 a 8) y baja (≤ 5).

Tabla III.2. Criterios y puntuación del índice de vulnerabilidad a la colisión (IVC).

Criterio	0	1	2	3
Exposición: vuelos en la ZBR (%)	< 1	1 – < 20	20 – < 50	≥ 50
Persistencia: temporadas con vuelos en la ZBR	1	—	2 (1 punto) / ≥ 3 (2 puntos)	—
Estatus de conservación	Sin estatus	CITES II o UICN NT	NOM-059 Pr	NOM-059 A o P
Rasgos de vuelo	Paseriformes y columbiformes de vuelo bajo	Rapaces y aves medianas de vuelo activo	Planeadoras de gran envergadura	—
Colisiones estimadas (escenario de referencia, ind/año)	< 0.1	0.1 – < 1	1 – < 5	≥ 5

Fuente: Elaboración propia. NOM-059: Pr = sujeta a protección especial; A = amenazada; P = en peligro de extinción.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.7. Modelo de riesgo de colisión de Band

El número esperado de colisiones se estimó con el modelo de Band (Band et al., 2007; Band, 2012; Band, 2024), recomendado por NatureScot para la evaluación de parques eólicos terrestres. El modelo se desarrolla en tres etapas: (1) la estimación del número de tránsitos de aves a través de los rotores, (2) la probabilidad de que un ave que atraviesa el rotor sea impactada por una pala, calculada a partir de las dimensiones y velocidad del rotor y de la biometría y velocidad de vuelo de la especie, y (3) la corrección por la conducta de evasión.

III.7.1. Etapa 1: tránsitos a través de los rotores

Dado que los puntos de observación de 2018 y 2019 coinciden con los sitios de aerogenerador, la tasa de vuelos a altura de riesgo por hora de observación en cada punto constituye una medida directa de la actividad esperada en la posición de cada rotor. El número anual de tránsitos por especie (T_i) se estimó como:

$$T_i = \Sigma_s \left(n_{ZBR,i,s} / E_s \right) \cdot P_{disco} \cdot H_s \cdot N_A \cdot Q_{op}$$

donde $n_{ZBR,i,s}$ es el número de vuelos de la especie i en la ZBR durante la temporada s; E_s es el esfuerzo de observación con registro de altura (Tabla III.1); P_{disco} es la probabilidad de que un vuelo registrado dentro del radio de observación a altura de riesgo intercepte el disco del rotor, igual a $(R / r_{obs})\cdot(\pi / 4)$, que para R = 87.5 m y un radio efectivo de observación r_{obs} = 500 m es de 0.137; H_s son las horas de luz de la temporada a 28° N (primavera 1,227.9 h; verano 1,242.7 h; otoño 979.4 h; invierno 978.6 h; total anual 4,428.6 h); N_A = 44 aerogeneradores; y Q_{op} = 0.85 es la proporción del tiempo en que los rotores se encuentran en operación. Se supuso que las aves atraviesan el rotor perpendicularmente a su plano, lo que maximiza la sección expuesta y confiere al cálculo un carácter conservador.

III.7.2. Etapa 2: probabilidad de colisión por tránsito

La probabilidad de colisión de un ave que atraviesa el rotor a una distancia r del eje se calculó con la expresión de Band (2012):

$$p(r) = \left(b\cdot\Omega / 2\pi\cdot v \right) \cdot \left[\left| \pm c\cdot \text{sen}\,\gamma + \alpha\cdot c\cdot\cos\gamma \right| + \text{máx}(L ; W\cdot\alpha\cdot F) \right]$$

donde b es el número de palas; Ω, la velocidad angular del rotor (rad/s); v, la velocidad de vuelo del ave (m/s); c, la cuerda de la pala a la distancia r; γ, el ángulo de paso de la pala; $\alpha = v / (r\cdot\Omega)$; L y W, la longitud corporal y la envergadura del ave (m); y F, un factor igual a 1 para aves con vuelo aleteado y a 2/π para aves planeadoras. El signo positivo corresponde a vuelos en contra del viento y el negativo a vuelos a favor del viento; se asumió una proporción de 50 % para cada caso. La probabilidad media por tránsito ($\bar{p}$) se obtuvo integrando p(r) sobre el disco del rotor en intervalos de 0.05·R, con el perfil de cuerda relativa genérico del modelo de Band. Los parámetros del rotor y de las especies se presentan en las Tablas III.3 y III.4.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla III.3. Parámetros del rotor empleados en el modelo de Band.

Parámetro	Valor	Criterio
Número de palas (b)	3	Plano DG201400-00
Radio del rotor (R)	87.5 m	Plano DG201400-00
Velocidad de rotación	9.3 rpm (periodo de 6.45 s)	Supuesto: velocidad de punta de pala ≈ 85 m/s
Cuerda máxima de pala ($c_{máx}$)	4.5 m	Supuesto para pala de 85.7 m
Ángulo de paso medio (γ)	15°	Valor de referencia de Band (2012; 2024)
Proporción del tiempo en operación (Q_{op})	0.85	Supuesto conservador
Radio efectivo de observación (r_{obs})	500 m	Supuesto; ver análisis de sensibilidad
Número de aerogeneradores (N_A)	44	Arreglo del proyecto

Fuente: Elaboración propia. Los valores señalados como supuesto deberán actualizarse con la ficha técnica del fabricante para el sitio.

Tabla III.4. Parámetros biométricos, de vuelo y tasa de evasión de referencia de las especies modeladas.

Especie	Longitud L (m)	Envergadura W (m)	Velocidad v (m/s)	Tipo de vuelo	Evasión de referencia (%)
Cathartes aura	0.69	1.72	10.0	Planeo	98
Coragyps atratus	0.64	1.47	10.0	Planeo	98
Buteo jamaicensis	0.53	1.24	11.0	Planeo	98
Geranoaetus albicaudatus	0.55	1.30	11.0	Planeo	98
Parabuteo unicinctus	0.52	1.10	11.0	Aleteo	98
Accipiter cooperii	0.42	0.76	11.0	Aleteo	98
Circus hudsonius	0.46	1.10	9.0	Aleteo	99
Caracara plancus	0.55	1.22	11.0	Aleteo	98
Falco sparverius	0.26	0.56	9.0	Aleteo	95
Corvus cryptoleucus	0.48	1.05	12.0	Aleteo	98
Turdus migratorius	0.25	0.37	12.0	Aleteo	98
Zenaida macroura	0.29	0.45	15.0	Aleteo	98
Haemorhous mexicanus	0.14	0.23	10.0	Aleteo	98
Mimus polyglottos	0.24	0.34	9.0	Aleteo	98

Fuente: Valores biométricos y de velocidad aproximados con base en literatura ornitológica y Alerstam et al. (2007); tasas de evasión conforme a NatureScot (2025).

III.7.3. Etapa 3: evasión y escenarios

El número anual de colisiones se obtuvo como $C_i = T_i \cdot p_i \cdot (1 - A)$, donde A es la tasa de evasión. Conforme a la guía de NatureScot (2025), se adoptó una tasa de 98 % para las especies sin valor específico; de 95 % para Falco sparverius, por analogía con el cernícalo vulgar (Falco tinnunculus), y de 99 % para Circus hudsonius, por analogía con el aguilucho pálido (Circus cyaneus). Este conjunto constituye el escenario de referencia. Adicionalmente se evaluaron escenarios homogéneos de 95, 98, 99 y 99.5 % para todas las especies, que corresponden al intervalo de sensibilidad recomendado por Band (2024).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV. RESULTADOS

IV.1. Aves

IV.1.1. Composición y uso general del espacio aéreo

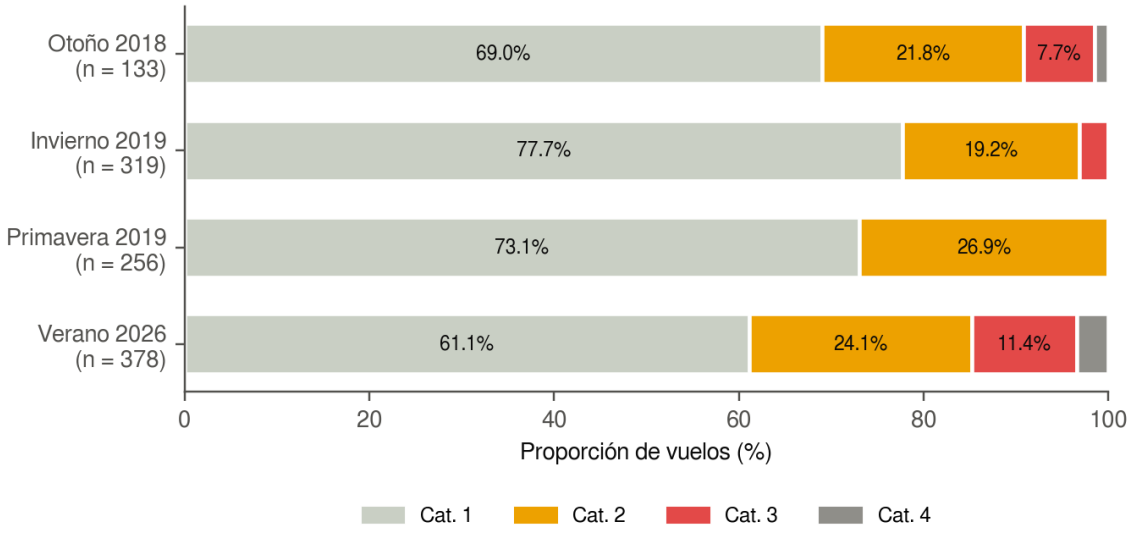
En las cuatro campañas se registraron 83 especies de aves, con riquezas por temporada de 33 especies en otoño de 2018, 46 en invierno de 2019, 52 en primavera de 2019 y 53 en verano de 2026. Se documentaron 1,086 vuelos con altura estimada, de los cuales 313.4 (28.9 %) se ubicaron dentro de la ZBR, 757.7 (69.8 %) por debajo de la punta de pala inferior y 15.0 (1.4 %) por encima de 206.1 m (Tabla IV.1; Figura IV.1). La proporción de vuelos en la ZBR fue mínima en invierno de 2019 (22.3 %) y máxima en verano de 2026 (35.4 %), temporada en la que también se registró la mayor tasa de vuelos a altura de riesgo, con 3.72 vuelos por hora de observación, frente a valores de 0.66 a 0.97 vuelos por hora en 2018 y 2019.

Tabla IV.1. Síntesis de vuelos de aves por temporada y por banda de altura de riesgo.

Temporada	Riqueza total (S)	Spp. con vuelo	Vuelos (N)	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Vuelos en ZBR (%)	Spp. en ZBR	Vuelos en ZBR por hora
Otoño 2018	33	24	133	91.7	29.0	10.3	2.0	29.6	7	0.66
Invierno 2019	46	41	319	247.9	61.1	9.9	0.0	22.3	8	0.97
Primavera 2019	52	32	256	187.0	69.0	0.0	0.0	26.9	8	0.94
Verano 2026	53	33	378	231.0	91.0	43.0	13.0	35.4	6	3.72
Total	**83**	**—**	**1,086**	**757.7**	**250.2**	**63.2**	**15.0**	**28.9**	**14**	**1.30**

Fuente: Elaboración propia. Para 2018 y 2019 los vuelos por banda son valores esperados obtenidos mediante la distribución triangular descrita en el apartado III.5.

Figura IV.1. Distribución porcentual de los vuelos de aves por banda de altura de riesgo en cada temporada.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Fuente: Elaboración propia.

IV.1.2. Alturas de vuelo por temporada

A continuación, se describen los resultados de cada campaña. Las Tablas IV.2 a IV.4 presentan, para 2018 y 2019, las alturas mínima, máxima y promedio por especie y la distribución esperada de sus vuelos por banda de riesgo, y la Figura IV.2 compara los intervalos de altura de las especies que alcanzaron o superaron los 20 m. La Tabla IV.5 presenta la clasificación directa de los vuelos de verano de 2026.

Otoño de 2018. Se registraron 133 vuelos de 24 especies, con una altura promedio general de 32 m y un intervalo de 1 a 300 m. Siete especies presentaron vuelos en la ZBR, que suman 39.3 vuelos esperados (29.6 %). Destacan el zopilote aura (Cathartes aura), con 18 vuelos entre 25 y 178 m y 92.2 % en la ZBR; el cernícalo americano (Falco sparverius), con 13 vuelos entre 3 y 200 m y 73.5 % en la ZBR; y el aguililla cola roja (Buteo jamaicensis), con 12 vuelos entre 60 y 300 m, de los cuales 83.7 % correspondieron a la ZBR y 16.3 % a alturas superiores a 206.1 m. El gavilán de Cooper (Accipiter cooperii), sujeto a protección especial, se registró en un vuelo a 40 m, dentro de la mitad inferior del rotor. Las 17 especies restantes, principalmente paseriformes, volaron por debajo de 25 m (Tabla IV.2).

Tabla IV.2. Alturas de vuelo y distribución esperada de vuelos por banda de riesgo, otoño de 2018.

Especie	N	Mín. (m)	Máx. (m)	Prom. (m)	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	ZBR (%)
Cathartes aura	18	25	178	74	1.41	13.88	2.71	0.00	92.2
Buteo jamaicensis	12	60	300	145	0.00	4.69	5.35	1.96	83.7
Falco sparverius	13	3	200	62	3.44	7.34	2.22	0.00	73.5
Accipiter cooperii	1	40	40	40	0.00	1.00	0.00	0.00	100.0
Circus hudsonius	1	55	55	55	0.00	1.00	0.00	0.00	100.0
Corvus cryptoleucus	1	50	50	50	0.00	1.00	0.00	0.00	100.0
Mimus polyglottos	10	2	35	8	9.86	0.14	0.00	0.00	1.4
Amphispiza bilineata	13	1	20	7	13.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Bubo virginianus	1	3	3	3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Callipepla squamata	5	3	3	3	5.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Campylorhynchus brunneicapillus	1	10	10	10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Cardinalis sinuatus	1	5	5	5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Lanius ludovicianus	2	2	3	3	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Leiothlypis celata	1	2	2	2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Melospiza lincolnii	2	2	2	2	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Phalaenoptilus nuttallii	1	17	17	17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Polioptila melanura	6	2	5	3	6.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Pooecetes gramineus	1	5	5	5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Salpinctes obsoletus	1	1	1	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Sturnella neglecta	6	1	5	3	6.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Thryomanes bewickii	15	1	15	4	15.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Toxostoma longirostre	2	2.5	2.5	2.5	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Zenaida asiatica	2	2	18	10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Zenaida macroura	17	2	25	8	17.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	N	Mín. (m)	Máx. (m)	Prom. (m)	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	ZBR (%)
Total	**133**	—	—	—	**91.7**	**29.0**	**10.3**	**2.0**	**29.6**

Fuente: Elaboración propia con base en el informe de monitoreo de otoño 2018. Vuelos por categoría estimados mediante distribución triangular.

Invierno de 2019. Se registraron 319 vuelos de 41 especies, con altura promedio general de 20 m y máxima de 200 m. Ocho especies presentaron vuelos en la ZBR, con 71.1 vuelos esperados (22.3 %). El aguililla cola roja aportó 20.8 vuelos en la ZBR (22 vuelos entre 15 y 120 m); el zopilote negro (Coragyps atratus), 15 vuelos entre 60 y 80 m, todos en la mitad inferior del rotor; el mirlo primavera (Turdus migratorius), migratorio invernal, 12.8 vuelos esperados en la ZBR de un total de 29 registrados entre 5 y 80 m; y el zopilote aura, 11 vuelos entre 100 y 200 m, con 86.7 % en la mitad superior del rotor. El aguililla rojinegra (Parabuteo unicinctus, Pr) se registró en un vuelo a 40 m y el gavilán de Cooper en dos vuelos entre 4 y 100 m. Las bandadas de azulejo pálido (Sialia currucoides, 32 individuos) se desplazaron a 20 m, 11.1 m por debajo de la punta de pala inferior (Tabla IV.3).

Tabla IV.3. Alturas de vuelo y distribución esperada de vuelos por banda de riesgo, invierno de 2019.

Especie	N	Mín. (m)	Máx. (m)	Prom. (m)	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	ZBR (%)
Buteo jamaicensis	22	15	120	64.6	1.24	20.75	0.01	0.00	94.4
Coragyps atratus	15	60	80	69.4	0.00	15.00	0.00	0.00	100.0
Turdus migratorius	29	5	80	31	16.16	12.84	0.00	0.00	44.3
Cathartes aura	11	100	200	142	0.00	1.46	9.54	0.00	100.0
Caracara plancus	6	6	150	66.5	0.70	4.91	0.39	0.00	88.3
Falco sparverius	14	2	60	12.5	10.52	3.48	0.00	0.00	24.8
Accipiter cooperii	2	4	100	52	0.32	1.68	0.00	0.00	84.1
Parabuteo unicinctus	1	40	40	40	0.00	1.00	0.00	0.00	100.0
Amphispiza bilineata	18	1	3	2.1	18.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Auriparus flaviceps	1	2	2	2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Callipepla squamata	7	2.5	2.5	2.5	7.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Campylorhynchus brunneicapillus	2	2	2	2	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Cardinalis cardinalis	7	1	3	2.4	7.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Cardinalis sinuatus	2	2	2	2	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Catharus guttatus	2	2	2	2	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Chondestes grammacus	1	1	1	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Chordeiles acutipennis	1	1	1	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Circus hudsonius	1	20	20	20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Columbina passerina	7	10	10	10	7.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Haemorhous mexicanus	35	2	20	6.8	35.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Leiothlypis celata	4	2	15	5.5	4.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Melanerpes aurifrons	1	6	6	6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Melospiza lincolnii	5	2	2.5	2.1	5.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Mimus polyglottos	16	1	6	2.2	16.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Oreoscoptes montanus	3	2	2.5	2.2	3.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Polioptila melanura	5	2	2.5	2.4	5.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Pooecetes gramineus	4	3	3	3	4.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	N	Mín. (m)	Máx. (m)	Prom. (m)	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	ZBR (%)
Pyrocephalus rubinus	3	1	2	1.7	3.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Regulus calendula	1	1	1	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Salpinctes obsoletus	8	2	11	3.6	8.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Sayornis phoebe	2	3	3	3	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Setophaga coronata	1	2	2	2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Sialia currucoides	32	20	20	20	32.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Spizella pallida	7	2	3	2.5	7.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Spizella passerina	3	2	15	6.5	3.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Sturnella neglecta	17	1	10	3.4	17.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Thryomanes bewickii	2	2	2.5	2.3	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Toxostoma curvirostre	2	3	3	3	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Troglodytes aedon	1	1	1	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Zenaida macroura	11	2	10	3.3	11.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Zonotrichia leucophrys	7	2	2	2	7.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Total	**319**	**—**	**—**	**—**	**247.9**	**61.1**	**9.9**	**0.0**	**22.3**

Fuente: Elaboración propia con base en el informe de monitoreo de invierno 2019. Vuelos por categoría estimados mediante distribución triangular.

Primavera de 2019. Se registraron 256 vuelos de 32 especies, con altura promedio general de 16 m y máxima de 110 m, sin vuelos en la mitad superior del rotor ni por encima de ella. Los 69.0 vuelos esperados en la ZBR (26.9 %) se concentraron en el zopilote negro, con 45 vuelos entre 30 y 60 m (44.7 en la ZBR), y en el aguililla cola roja, con 14 vuelos entre 10 y 110 m (12.4 en la ZBR). El pinzón mexicano (Haemorhous mexicanus) y la paloma huilota (Zenaida macroura), con 36 y 41 vuelos respectivamente, alcanzaron ocasionalmente la franja inferior de la ZBR (máximos de 47 y 38 m), con 4.5 y 1.4 vuelos esperados en ella (Tabla IV.4).

Tabla IV.4. Alturas de vuelo y distribución esperada de vuelos por banda de riesgo, primavera de 2019.

Especie	N	Mín. (m)	Máx. (m)	Prom. (m)	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	ZBR (%)
Coragyps atratus	45	30	60	42	0.30	44.70	0.00	0.00	99.3
Buteo jamaicensis	14	10	110	56	1.64	12.36	0.00	0.00	88.3
Haemorhous mexicanus	36	2	47	10	31.51	4.49	0.00	0.00	12.5
Cathartes aura	4	15	70	43	0.65	3.35	0.00	0.00	83.7
Zenaida macroura	41	1	38	12	39.57	1.43	0.00	0.00	3.5
Accipiter cooperii	1	40	40	40	0.00	1.00	0.00	0.00	100.0
Corvus cryptoleucus	3	15	50	28	2.01	0.99	0.00	0.00	32.9
Falco sparverius	10	5	40	17	9.33	0.67	0.00	0.00	6.7
Aimophila ruficeps	3	1	2	1	3.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Amphispiza bilineata	13	1	2	2	13.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Auriparus flaviceps	2	2	2	2	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Cardinalis cardinalis	2	8	20	14	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Cardinalis sinuatus	1	1	1	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Charadrius vociferus	1	5	5	5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Leiothlypis celata	1	2	2	2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0

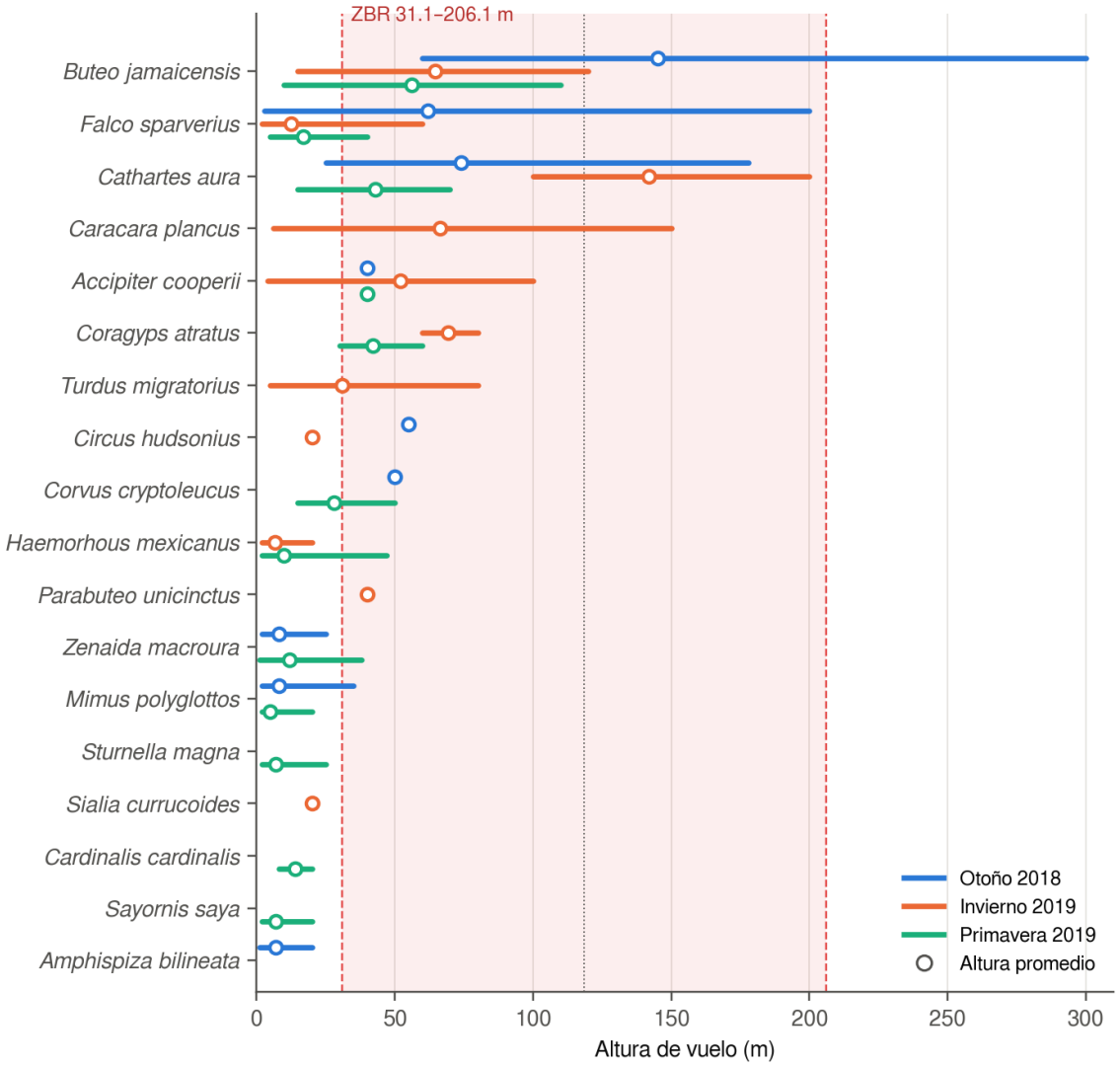
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Especie	N	Mín. (m)	Máx. (m)	Prom. (m)	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	ZBR (%)
Melospiza lincolnii	1	6	6	6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Melozone fusca	2	1	1	1	2.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Mimus polyglottos	9	2	20	5	9.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Phalaenoptilus nuttallii	1	1	1	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Pipilo chlorurus	1	1	1	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Polioptila melanura	6	1	2	2	6.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Pooecetes gramineus	4	2	2	2	4.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Pyrocephalus rubinus	1	10	10	10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Sayornis saya	6	2	20	7	6.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Spizella passerina	1	1	1	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Sturnella magna	12	2	25	7	12.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Sturnella neglecta	10	2	11	5	10.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Thryomanes bewickii	10	1	2	1	10.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Toxostoma curvirostre	1	4	4	4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Troglodytes aedon	4	1	15	6	4.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Vireo griseus	1	1	1	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Zonotrichia leucophrys	9	2	6	4	9.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Total	**256**	**—**	**—**	**—**	**187.0**	**69.0**	**0.0**	**0.0**	**26.9**

Fuente: Elaboración propia con base en el informe de monitoreo de primavera 2019. Vuelos por categoría estimados mediante distribución triangular.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.2. Intervalos de altura de vuelo (mínimo–máximo) y altura promedio de las especies con vuelos iguales o superiores a 20 m, campañas 2018–2019. La franja sombreada corresponde a la ZBR.



Fuente: Elaboración propia con base en los informes de monitoreo 2018–2019.

Verano de 2026. Se registraron 378 vuelos de 33 especies; 134 vuelos (35.4 %) ocurrieron en la ZBR, 91 en la categoría 2 y 43 en la categoría 3, y 13 vuelos (3.4 %) superaron los 206.1 m. El zopilote aura concentró 111 de los 134 vuelos en la ZBR (82.8 %), con 73 vuelos en la categoría 2, 38 en la categoría 3 y 12 por encima del rotor. Le siguieron el zopilote negro, con 11 vuelos en la ZBR de 18 registrados; el caracara quebrantahuesos (Caracara plancus), con 6 de 7; el aguililla cola blanca (Geranoaetus albicaudatus, Pr), con 3 de 4, dos de ellos en la mitad superior del rotor; el cuervo llanero (Corvus cryptoleucus), con 2 de 5; y el aguililla cola roja, con su único vuelo en la categoría 2. Las 27 especies restantes

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

volaron exclusivamente en la categoría 1 (Tabla IV.5; Figura IV.3). Todas las especies registradas en la ZBR pertenecen a los grupos de aves planeadoras y rapaces.

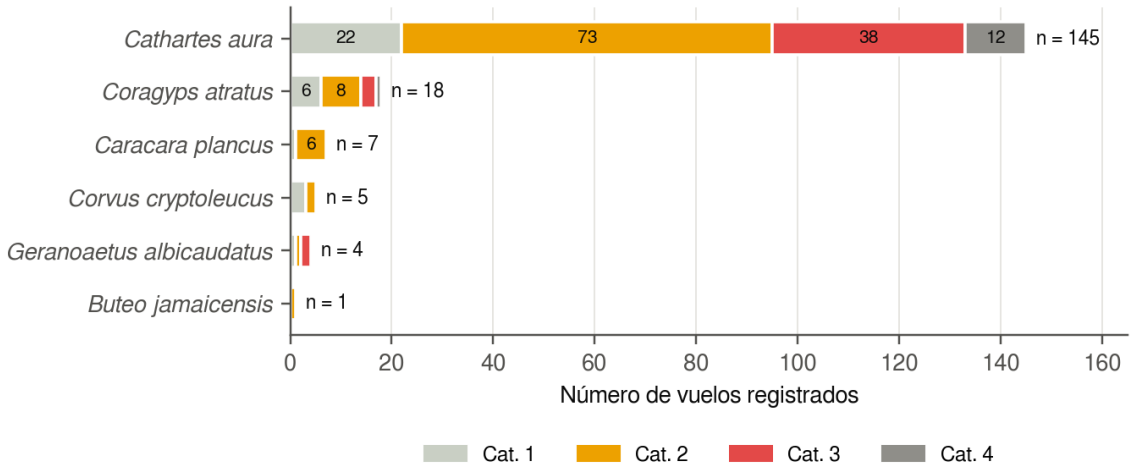
Tabla IV.5. Vuelos observados por especie y banda de altura de riesgo, verano de 2026.

Especie	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Total	ZBR (%)
Cathartes aura	22	73	38	12	145	76.6
Coragyps atratus	6	8	3	1	18	61.1
Caracara plancus	1	6	0	0	7	85.7
Geranoaetus albicaudatus	1	1	2	0	4	75.0
Corvus cryptoleucus	3	2	0	0	5	40.0
Buteo jamaicensis	0	1	0	0	1	100.0
Zenaida asiatica	41	0	0	0	41	0.0
Mimus polyglottos	27	0	0	0	27	0.0
Callipepla squamata	23	0	0	0	23	0.0
Amphispiza bilineata	15	0	0	0	15	0.0
Icterus cucullatus	13	0	0	0	13	0.0
Zenaida macroura	11	0	0	0	11	0.0
Aimophila ruficeps	9	0	0	0	9	0.0
Cardinalis cardinalis	7	0	0	0	7	0.0
Haemorhous mexicanus	7	0	0	0	7	0.0
Columbina passerina	6	0	0	0	6	0.0
Peucaea cassinii	6	0	0	0	6	0.0
Passerina caerulea	4	0	0	0	4	0.0
Polioptila melanura	4	0	0	0	4	0.0
Sturnella neglecta	4	0	0	0	4	0.0
Melanerpes aurifrons	3	0	0	0	3	0.0
Toxostoma curvirostre	3	0	0	0	3	0.0
Columbina inca	2	0	0	0	2	0.0
Dryobates scalaris	2	0	0	0	2	0.0
Icterus parisorum	2	0	0	0	2	0.0
Thryomanes bewickii	2	0	0	0	2	0.0
Charadrius vociferus	1	0	0	0	1	0.0
Chordeiles acutipennis	1	0	0	0	1	0.0
Icteria virens	1	0	0	0	1	0.0
Melozone fusca	1	0	0	0	1	0.0
Passerina versicolor	1	0	0	0	1	0.0
Polioptila caerulea	1	0	0	0	1	0.0
Vireo griseus	1	0	0	0	1	0.0
Total	**231**	**91**	**43**	**13**	**378**	**35.4**

Fuente: Elaboración propia con base en el informe de monitoreo de verano 2026 (clasificación por altura máxima de vuelo).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.3. Vuelos por banda de altura de las especies que alcanzaron la ZBR durante el verano de 2026.



Fuente: Elaboración propia.

IV.1.3. Especies con vuelos en la zona de barrido del rotor

Catorce especies presentaron vuelos en la ZBR en al menos una temporada (Tabla IV.6). Los catártidos (Cathartes aura y Coragyps atratus) aportaron 212.6 de los 313.4 vuelos en la ZBR (67.9 %) y las rapaces de las familias Accipitridae y Falconidae 77.8 vuelos (24.8 %), por lo que en conjunto ambos grupos concentran el 92.7 % de la exposición. El aguililla cola roja y el zopilote aura fueron las únicas especies con vuelos en la ZBR en las cuatro temporadas, con proporciones de 90.1 % y 79.7 % de sus vuelos dentro de la zona, respectivamente. Entre los paseriformes, solo el mirlo primavera, el cuervo llanero y, de manera marginal, el pinzón mexicano y el cenzontle común (Mimus polyglottos) alcanzaron la franja inferior de la ZBR.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.6. Especies de aves con vuelos en la ZBR, temporadas de registro y estatus de conservación.

Especie	Nombre común	Temporadas*	Vuelos totales	Vuelos en ZBR	ZBR (%)	NOM-059	UICN	CITES
Cathartes aura	Zopilote aura	O, I, P, V	178	141.9	79.7	—	LC	—
Coragyps atratus	Zopilote negro	I, P, V	78	70.7	90.6	—	LC	—
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	O, I, P, V	49	44.2	90.1	—	LC	II
Falco sparverius	Cernícalo americano	O, I, P	37	13.7	37.0	—	LC	II
Turdus migratorius	Mirlo primavera	I	29	12.8	44.3	—	LC	—
Caracara plancus	Caracara quebrantahuesos	I, V	13	11.3	86.9	—	LC	II
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	P	78	4.5	5.8	—	LC	—
Corvus cryptoleucus	Cuervo llanero	O, P, V	9	4.0	44.3	—	LC	—
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	O, I, P	4	3.7	92.0	Pr	LC	II
Geranoaetus albicaudatus	Aguililla cola blanca	V	4	3.0	75.0	Pr	LC	II
Zenaida macroura	Paloma huilota	P	80	1.4	1.8	—	LC	—
Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	I	1	1.0	100.0	Pr	LC	II
Circus hudsonius	Gavilán rastrero	O	2	1.0	50.0	—	LC	II
Mimus polyglottos	Cenzontle común	O	62	0.1	0.2	—	LC	—

Fuente: Elaboración propia. *O = otoño 2018; I = invierno 2019; P = primavera 2019; V = verano 2026. Estatus según los informes de monitoreo y la NOM-059-SEMARNAT-2010; — = sin categoría.

IV.1.4. Especies en categoría de riesgo

Tres de las especies con vuelos en la ZBR se encuentran sujetas a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010: el gavilán de Cooper, registrado en otoño, invierno y primavera con 4 vuelos entre 4 y 100 m, de los cuales 3.7 vuelos esperados (92.0 %) se ubicaron en la mitad inferior del rotor; el aguililla rojinegra, con un vuelo a 40 m en invierno; y el aguililla cola blanca, con 3 de sus 4 vuelos de verano en la ZBR. Las restantes especies con estatus registradas en el sitio no presentaron exposición al rotor: el colorín sietecolores (Passerina ciris, Pr y NT) no se registró en vuelo, el verdugo (Lanius ludovicianus, NT) voló entre 2 y 3 m y la codorniz cotuí (Colinus virginianus, NT) no presentó vuelos con altura registrada. Siete de las especies con vuelos en la ZBR (Buteo jamaicensis, Caracara plancus, Falco sparverius, Circus hudsonius y las tres especies Pr) se encuentran en el Apéndice II de la CITES, lo que refleja la regulación internacional de su comercio y no un estado de amenaza poblacional.

IV.2. Quirópteros

IV.2.1. Riqueza y actividad por temporada

Se registraron 14 especies de murciélagos pertenecientes a tres familias: Molossidae (Eumops perotis, Nyctinomops macrotis y Tadarida brasiliensis), Mormoopidae (Mormoops megalophylla) y Vespertilionidae (10 especies). Ninguna se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ni en categoría de amenaza de la UICN. La actividad mostró una marcada estacionalidad: 59 grabaciones y 362 detecciones termográficas en otoño de 2018, actividad prácticamente nula en enero de 2019 por temperaturas de 7 a 15 °C y

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ráfagas de viento, 39 grabaciones en febrero de 2019 y 849 pases en agosto de 2026, equivalentes a 18.9 pases por punto de grabación (Tabla IV.7). El murciélago cola suelta brasileño (Tadarida brasiliensis) fue la especie dominante en otoño de 2018 (54.2 % de las grabaciones) y en febrero de 2019 (64.1 %), y la tercera más abundante en verano de 2026 (18.8 % de los pases).

Tabla IV.7. Registros acústicos de quirópteros por especie y temporada.

Especie	Familia	Otoño 2018	Invierno 2019	Primavera 2019	Verano 2026
Eumops perotis	Molossidae	11	—	1	46
Nyctinomops macrotis	Molossidae	—	—	—	12
Tadarida brasiliensis	Molossidae	32	—	25 (12 capt.)	160
Mormoops megalophylla	Mormoopidae	—	—	—	6
Antrozous pallidus	Vespertilionidae	1	—	—	33 (2 capt.)
Eptesicus fuscus	Vespertilionidae	—	—	—	54
Lasiurus cinereus	Vespertilionidae	3	—	10	88
Lasiurus frantzii	Vespertilionidae	—	—	—	16
Lasiurus xanthinus	Vespertilionidae	—	—	—	10 (3 capt.)
Myotis californicus	Vespertilionidae	5	—	3 (1 capt.)	170
Myotis velifer	Vespertilionidae	—	—	—	233
Myotis yumanensis	Vespertilionidae	1	—	—	—
Nycticeius humeralis	Vespertilionidae	—	—	—	1
Parastrellus hesperus	Vespertilionidae	6	—	—	20
Total (registros acústicos)	**14 especies**	**59**	**0**	**39**	**849**

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de monitoreo. Entre paréntesis, individuos capturados con redes de niebla.

IV.2.2. Alturas de vuelo de quirópteros

Las detecciones termográficas indican que la mayor parte de la actividad de los murciélagos se desarrolla dentro de la ZBR. En otoño de 2018, 249 de las 362 detecciones (68.8 %) se ubicaron entre 31 y 90 m, con una altura promedio de 46.2 m y moda en el intervalo de 31 a 40 m (126 individuos); en enero de 2019, 3 de 4 detecciones (75.0 %) se registraron entre 40 y 60 m; y en febrero de 2019, 5 de 8 (62.5 %) entre 36 y 60 m (Tabla IV.8; Figura IV.4). Este patrón es consistente con la estación acústica fija de la torre meteorológica, instalada a 60–80 m, que concentró 36 de las 39 grabaciones de febrero de 2019 (92.3 %), con una tasa de 0.2 registros por hora de grabación, mientras que los 20 puntos de grabación a nivel de suelo aportaron solo 3 registros (0.15 por punto).

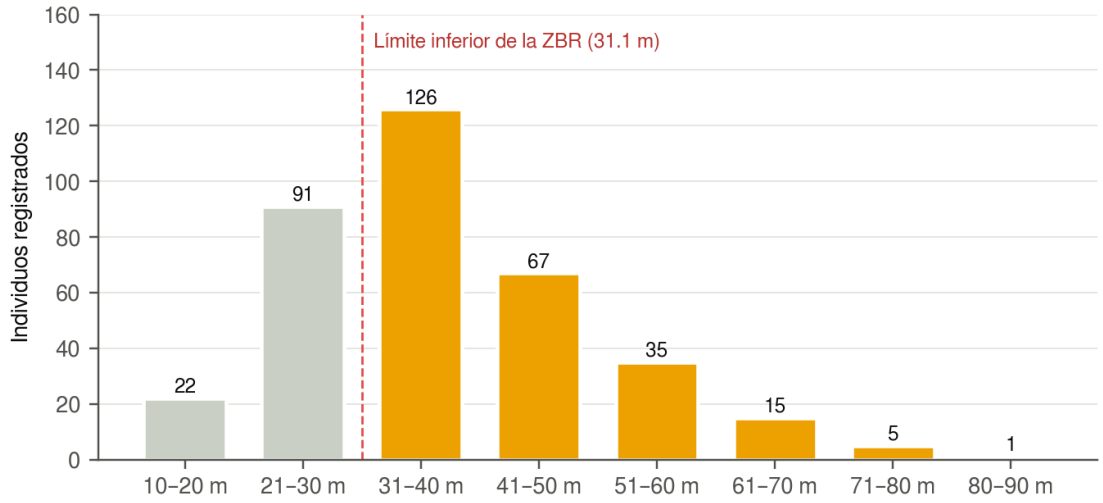
Tabla IV.8. Alturas de vuelo de quirópteros estimadas mediante cámara termográfica.

Temporada	Detecciones	Intervalo (m)	Promedio (m)	Detecciones en ZBR	ZBR (%)
Otoño 2018	362	10 – 90	46.2	249	68.8
Invierno 2019	4	30 – 60	45.0	3	75.0
Primavera 2019	8	30 – 60	41.5	5	62.5
Total	**374**	**10 – 90**	**46.1**	**257**	**68.7**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de monitoreo 2018–2019.

Figura IV.4. Distribución de alturas de vuelo de murciélagos registradas por termografía en otoño de 2018.



Fuente: Elaboración propia con base en el informe de otoño de 2018.

En verano de 2026, 154 de los 849 pases (18.1 %) fueron registrados por los detectores instalados a partir de 32 m y hasta 60 m, es decir, dentro de la mitad inferior de la ZBR. La exposición se concentró en siete especies: Lasiurus frantzii (56.3 % de sus pases en la ZBR), L. cinereus (55.7 %), L. xanthinus (50.0 %), Tadarida brasiliensis (46.9 %), Nyctinomops macrotis (41.7 %), Eptesicus fuscus (16.7 %) y Eumops perotis (4.3 %); las seis especies restantes, entre ellas los géneros Myotis y Parastrellus, se registraron exclusivamente por debajo de 31.1 m (Tabla IV.9; Figura IV.5). Dado que los detectores no superaron los 60 m, la actividad entre 60 y 206.1 m no fue muestreada y la exposición de las especies de vuelo alto, como Eumops perotis, se encuentra subestimada.

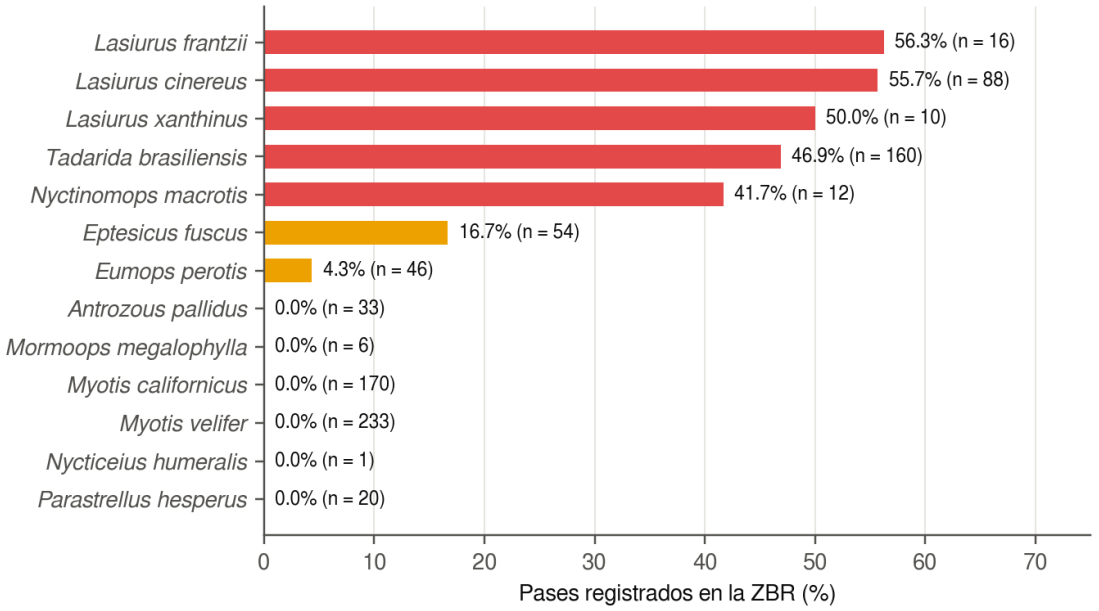
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.9. Pases de murciélagos por especie y banda de altura, verano de 2026.

Especie	Cat. 1 (< 31.1 m)	ZBR (31.1–60 m)	Total de pases	ZBR (%)
Lasiurus frantzii	7	9	16	56.3
Lasiurus cinereus	39	49	88	55.7
Lasiurus xanthinus	5	5	10	50.0
Tadarida brasiliensis	85	75	160	46.9
Nyctinomops macrotis	7	5	12	41.7
Eptesicus fuscus	45	9	54	16.7
Eumops perotis	44	2	46	4.3
Antrozous pallidus	33	0	33	0.0
Mormoops megalophylla	6	0	6	0.0
Myotis californicus	170	0	170	0.0
Myotis velifer	233	0	233	0.0
Nycticeius humeralis	1	0	1	0.0
Parastrellus hesperus	20	0	20	0.0
Total	**695**	**154**	**849**	**18.1**

Fuente: Elaboración propia con base en el informe de monitoreo de verano 2026.

Figura IV.5. Proporción de pases de murciélagos registrados en la ZBR por especie, verano de 2026.



Fuente: Elaboración propia.

IV.2.3. Especies de murciélagos vulnerables a la colisión

La vulnerabilidad de los murciélagos se evaluó de forma cualitativa, integrando la proporción de actividad en la ZBR, el gremio de forrajeo, la conducta migratoria y la frecuencia con que las especies o sus congéneres se reportan en la mortalidad documentada en parques eólicos de Norteamérica (Arnett et al., 2008; Cryan y Barclay,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

2009). Seis especies se clasifican con vulnerabilidad alta: los tres molósidos, insectívoros aéreos de espacio abierto con alas largas y estrechas adaptadas al vuelo rápido a gran altura, y las tres especies del género Lasiurus, murciélagos arborícolas migratorios que constituyen la fracción dominante de la mortalidad reportada en la región (Tabla IV.10).

Tabla IV.10. Vulnerabilidad de las especies de murciélagos a la colisión con aerogeneradores.

Especie	Familia	Gremio de forrajeo	Conducta migratoria	Pases en ZBR, verano 2026 (%)	Vulnerabilidad
Tadarida brasiliensis	Molossidae	Insectívoro aéreo de espacio abierto	Sí (colonias migratorias)	46.9	Alta
Nyctinomops macrotis	Molossidae	Insectívoro aéreo de espacio abierto	Parcial	41.7	Alta
Eumops perotis	Molossidae	Insectívoro de vuelo alto	Parcial	4.3*	Alta
Lasiurus cinereus	Vespertilionidae	Insectívoro aéreo, arborícola	Sí (larga distancia)	55.7	Alta
Lasiurus frantzii	Vespertilionidae	Insectívoro aéreo, arborícola	Sí	56.3	Alta
Lasiurus xanthinus	Vespertilionidae	Insectívoro aéreo, arborícola	Probable	50.0	Alta
Eptesicus fuscus	Vespertilionidae	Insectívoro de borde y espacio abierto	Regional	16.7	Media
Parastrellus hesperus	Vespertilionidae	Insectívoro de borde	No	0.0	Baja
Myotis californicus, M. velifer, M. yumanensis	Vespertilionidae	Insectívoros de borde y bajo dosel	Regional	0.0	Baja
Antrozous pallidus, Nycticeius humeralis	Vespertilionidae	Insectívoros de sustrato y borde	No	0.0	Baja
Mormoops megalophylla	Mormoopidae	Insectívoro de borde	No	0.0	Baja

Fuente: Elaboración propia con base en los informes de monitoreo, Arnett et al. (2008) y Cryan y Barclay (2009). *Especie de vuelo alto no muestreada por encima de 60 m.

IV.3. Mariposa monarca

En otoño de 2018 se registraron 526 observaciones de mariposa monarca, 459 en los sitios de aerogenerador y 67 en transectos. El 53.2 % de los individuos voló entre 1 y 10 m, el 38.8 % entre 11 y 20 m y el 7.8 % entre 21 y 30 m; solo una observación (0.19 %) superó los 40 m y, en consecuencia, el 99.8 % de los vuelos se desarrolló por debajo de la punta de pala inferior del N175/6.X (Tabla IV.11; Figura IV.6). El rumbo dominante fue hacia el sur (58.4 %) y el suroeste (18.7 %), congruente con la ruta migratoria oriental hacia los sitios de hibernación del centro de México. Con base en estos resultados, el riesgo de colisión directa para la especie se considera bajo; no obstante, se reconoce que la especie puede alcanzar alturas mayores durante la migración en condiciones de viento favorable (Gibo y Pallett, 1979).

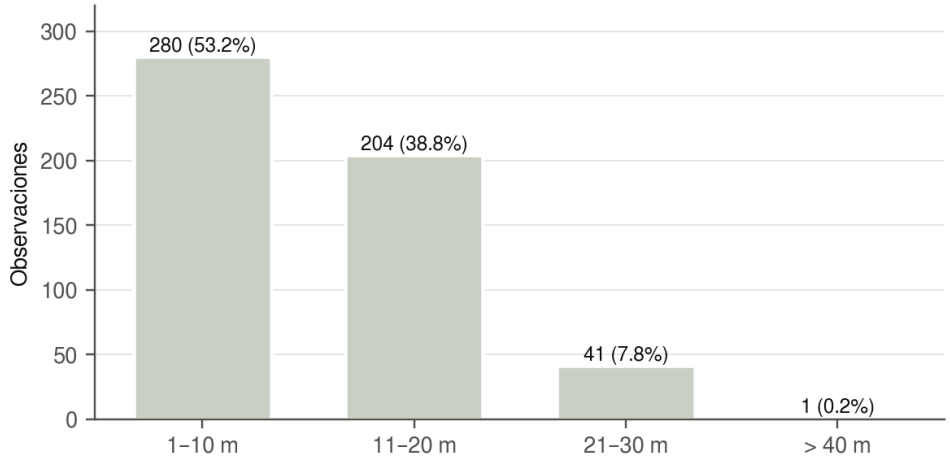
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.11. Alturas de vuelo de la mariposa monarca, otoño de 2018.

Intervalo de altura	Observaciones	Porcentaje (%)	Posición respecto a la ZBR
1 – 10 m	280	53.2	Por debajo
11 – 20 m	204	38.8	Por debajo
21 – 30 m	41	7.8	Por debajo
> 40 m	1	0.2	Dentro
Total	**526**	**100.0**	**—**

Fuente: Elaboración propia con base en el informe de otoño de 2018.

Figura IV.6. Distribución de alturas de vuelo de la mariposa monarca en otoño de 2018.



Fuente: Elaboración propia.

IV.4. Índice de vulnerabilidad a la colisión de aves

La aplicación del IVC a las 14 especies con vuelos en la ZBR clasificó 5 especies con vulnerabilidad alta, 4 con vulnerabilidad media y 5 con vulnerabilidad baja (Tabla IV.12). El aguililla cola roja obtuvo la puntuación más alta (11 puntos), seguida del zopilote aura y el zopilote negro (10 puntos), especies que combinan una elevada proporción de vuelos en la ZBR, presencia en tres o cuatro temporadas, vuelo planeado de gran envergadura y el mayor número de colisiones estimadas. El aguililla cola blanca y el gavilán de Cooper alcanzaron la categoría alta (9 puntos) por su estatus de protección especial y la alta proporción de sus escasos vuelos dentro de la ZBR. En la categoría media se ubicaron el caracara quebrantahuesos, el cernícalo americano, el aguililla rojinegra y el cuervo llanero, mientras que los paseriformes y columbiformes, junto con el gavilán rastrero, presentaron vulnerabilidad baja.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.12. Índice de vulnerabilidad a la colisión (IVC) de las especies de aves con vuelos en la ZBR.

Especie	Exposición	Persistencia	Estatus	Rasgos de vuelo	Colisiones	IVC	Clase
Buteo jamaicensis	3	2	1	2	3	11	Alta
Cathartes aura	3	2	0	2	3	10	Alta
Coragyps atratus	3	2	0	2	3	10	Alta
Geranoaetus albicaudatus	3	0	2	2	2	9	Alta
Accipiter cooperii	3	2	2	1	1	9	Alta
Caracara plancus	3	1	1	1	2	8	Media
Falco sparverius	2	2	1	1	2	8	Media
Parabuteo unicinctus	3	0	2	1	1	7	Media
Corvus cryptoleucus	2	2	0	1	1	6	Media
Circus hudsonius	3	0	1	1	0	5	Baja
Turdus migratorius	2	0	0	0	2	4	Baja
Zenaida macroura	1	0	0	0	1	2	Baja
Haemorhous mexicanus	1	0	0	0	1	2	Baja
Mimus polyglottos	0	0	0	0	0	0	Baja

Fuente: Elaboración propia con base en los criterios de la Tabla III.2.

IV.5. Estimación de colisiones mediante el modelo de Band

IV.5.1. Probabilidad de colisión por tránsito

La probabilidad media de colisión de un ave que atraviesa el rotor sin conducta de evasión osciló entre 4.2 % para la paloma huilota y 7.1 % para el zopilote aura (Tabla IV.13). Los valores más altos corresponden a las especies de mayor longitud corporal y menor velocidad relativa respecto a las palas, como los catártidos y las aguilillas, mientras que las especies pequeñas y de vuelo rápido presentan probabilidades inferiores al 5 %. En todos los casos la probabilidad para vuelos en contra del viento es entre 1.9 y 3.1 veces la de vuelos a favor del viento, debido a que en ese sentido la proyección de la cuerda de la pala, inclinada según su ángulo de paso, se suma a la trayectoria del ave y amplía la longitud de colisión.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.13. Probabilidad de colisión por tránsito a través del rotor N175/6.X, sin evasión.

Especie	Contra el viento (%)	A favor del viento (%)	Promedio $\bar{p}$(%)
Cathartes aura	9.4	4.9	7.1
Coragyps atratus	9.1	4.6	6.9
Circus hudsonius	8.9	4.2	6.6
Caracara plancus	8.3	4.0	6.1
Geranoaetus albicaudatus	8.2	3.8	6.0
Parabuteo unicinctus	8.2	3.8	6.0
Buteo jamaicensis	8.1	3.7	5.9
Corvus cryptoleucus	7.6	3.4	5.5
Accipiter cooperii	7.6	3.3	5.5
Falco sparverius	7.8	3.0	5.4
Mimus polyglottos	7.6	2.9	5.3
Turdus migratorius	6.5	2.4	4.5
Haemorhous mexicanus	6.7	2.2	4.4
Zenaida macroura	6.0	2.4	4.2

Fuente: Elaboración propia mediante el modelo de Band (2012) con los parámetros de las Tablas III.3 y III.4.

IV.5.2. Tránsitos y colisiones anuales estimadas

Con la tasa de actividad observada, se estiman 61,215 tránsitos anuales de aves a través de los 44 rotores, equivalentes a 862 tránsitos por aerogenerador. En ausencia de conducta de evasión, estos tránsitos producirían 4,122 colisiones; al aplicar las tasas de evasión, el escenario de referencia arroja 85.2 colisiones por año para el conjunto del parque, equivalentes a 1.20 colisiones por aerogenerador por año, con un intervalo de sensibilidad de 20.6 colisiones al 99.5 % de evasión a 206.1 colisiones al 95 % (Tabla IV.14; Figura IV.7).

Los catártidos concentran 66.2 colisiones anuales en el escenario de referencia (77.6 % del total): 51.0 para el zopilote aura y 15.1 para el zopilote negro. Las rapaces aportan 16.1 colisiones, principalmente del aguililla cola roja (6.72), el cernícalo americano (4.83) y el caracara quebrantahuesos (2.83), y los paseriformes y columbiformes 2.94. Para las tres especies sujetas a protección especial se estiman en conjunto 1.67 colisiones por año (1.03 del aguililla cola blanca, 0.51 del gavilán de Cooper y 0.13 del aguililla rojinegra), lo que equivale a un evento cada 0.6 años para el conjunto del parque.

Por temporada, el verano concentra 53.8 colisiones (63.1 %), seguido de la primavera (12.5), el invierno (10.1) y el otoño (8.8). El predominio estival obedece a la tasa de 3.08 vuelos por hora del zopilote aura en la ZBR registrada en agosto de 2026, cerca de 21 veces superior a la tasa conjunta de las campañas 2018–2019 para la misma especie (0.15 vuelos por hora), y a la mayor duración del periodo diurno.

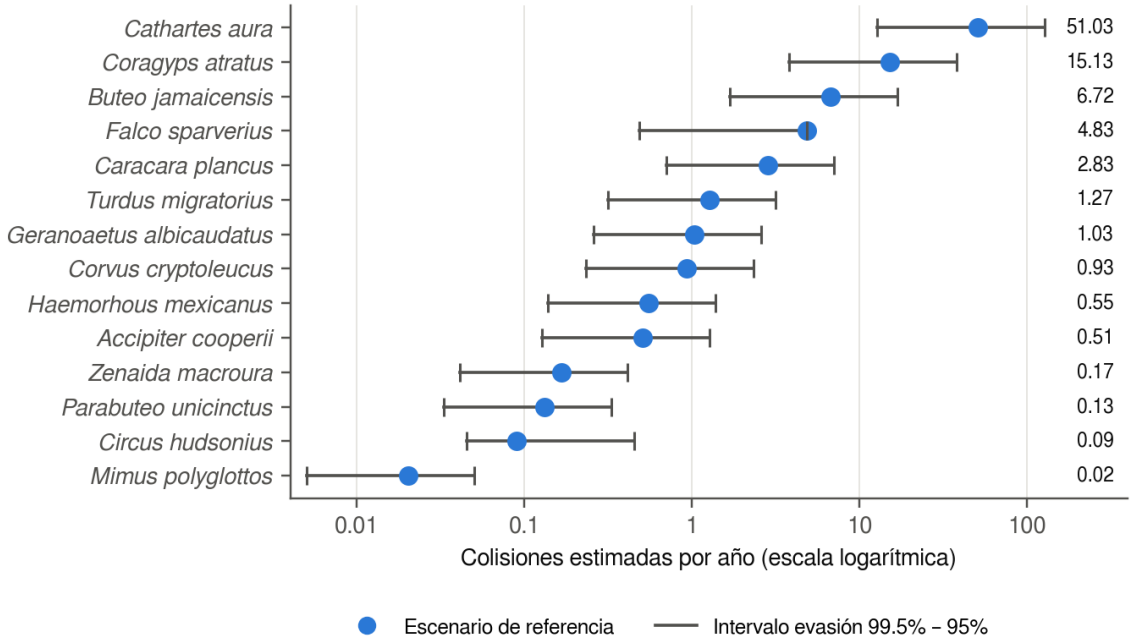
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.14. Tránsitos anuales y colisiones anuales estimadas por especie bajo distintos escenarios de evasión (44 aerogeneradores).

Especie	Tránsitos por año	Sin evasión	95 %	98 %	99 %	99.5 %	Referencia
Cathartes aura	35,744	2,551.4	127.57	51.03	25.51	12.76	51.03
Coragyps atratus	11,018	756.7	37.83	15.13	7.57	3.78	15.13
Buteo jamaicensis	5,680	335.9	16.80	6.72	3.36	1.68	6.72
Falco sparverius	1,789	96.7	4.83	1.93	0.97	0.48	4.83
Caracara plancus	2,305	141.5	7.07	2.83	1.41	0.71	2.83
Turdus migratorius	1,421	63.4	3.17	1.27	0.63	0.32	1.27
Geranoaetus albicaudatus	859	51.6	2.58	1.03	0.52	0.26	1.03
Corvus cryptoleucus	847	46.7	2.33	0.93	0.47	0.23	0.93
Haemorhous mexicanus	624	27.5	1.38	0.55	0.28	0.14	0.55
Accipiter cooperii	462	25.3	1.27	0.51	0.25	0.13	0.51
Zenaida macroura	198	8.3	0.41	0.17	0.08	0.04	0.17
Parabuteo unicinctus	111	6.6	0.33	0.13	0.07	0.03	0.13
Circus hudsonius	137	9.0	0.45	0.18	0.09	0.05	0.09
Mimus polyglottos	19	1.0	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02
Total	**61,215**	**4,121.6**	**206.08**	**82.43**	**41.22**	**20.61**	**85.24**

Fuente: Elaboración propia. Referencia: 98 % general, 95 % para F. sparverius y 99 % para C. hudsonius (NatureScot, 2025).

Figura IV.7. Colisiones anuales estimadas por especie en el escenario de referencia e intervalo de sensibilidad entre 99.5 % y 95 % de evasión.



Fuente: Elaboración propia.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Debido a que la tasa de tránsitos es inversamente proporcional al radio efectivo de observación, la reducción de r_{obs} a 250 m duplicaría las colisiones estimadas (a 170.5 por año), mientras que su ampliación a 1,000 m las reduciría a la mitad (42.6 por año). De igual forma, el modelo es sensible a la velocidad de rotación y a la cuerda de pala, cuyos valores deberán confirmarse con la ficha técnica del fabricante para recalcular la estimación en la etapa de ingeniería de detalle.

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La geometría del aerogenerador N175/6.X, con la punta de pala inferior a 31.1 m, deja por debajo del rotor entre el 61.1 % y el 77.7 % de los vuelos de aves registrados en cada temporada. La avifauna residente del matorral desértico, dominada por paseriformes insectívoros, omnívoros y granívoros como Thryomanes bewickii, Amphispiza bilineata, Mimus polyglottos y Polioptila melanura, desarrolla su actividad por debajo de 20 m, asociada al estrato arbustivo y a perchas en Yucca rostrata, Vachellia rigidula y Prosopis glandulosa, por lo que su exposición al rotor es marginal. En contraste, la exposición se concentra en un gremio reducido de aves planeadoras y rapaces, cuyo patrón de vuelo coincide con la franja de 31 a 206 m: los catártidos, que buscan alimento mediante planeo prolongado en corrientes térmicas, y las aguilillas y halcones, que utilizan la mitad inferior del rotor durante la cacería y el desplazamiento.

El resultado es congruente con la literatura, que identifica a las aves rapaces y planeadoras como el grupo más susceptible a la colisión, debido a su dependencia de corrientes ascendentes, a su maniobrabilidad limitada y a la atención dirigida hacia el suelo durante la cacería (Drewitt y Langston, 2006; de Lucas et al., 2008; Thaxter et al., 2017). No obstante, de Lucas et al. (2008) demostraron que la mortalidad de rapaces no depende linealmente de su abundancia, sino de la interacción entre la conducta de vuelo, la topografía y la posición de cada aerogenerador; asimismo, Villegas-Patraca et al. (2014) documentaron en el Istmo de Tehuantepec la evasión a escala de parque de las aves planeadoras migratorias. En este sentido, la estimación del modelo de Band debe interpretarse como un valor de referencia conservador, dado que supone que todas las aves atraviesan el rotor en dirección perpendicular a su plano, que la actividad observada en los puntos de muestreo es representativa de las 44 posiciones y que la conducta de evasión corresponde a los valores genéricos de la guía.

La tasa de 1.20 colisiones por aerogenerador por año del escenario de referencia se refiere exclusivamente a las especies con vuelos en la ZBR registrados durante el día y se sitúa en el orden de magnitud de las tasas de mortalidad reportadas para instalaciones de Norteamérica (Smallwood, 2013; Loss et al., 2013). La elevada contribución del verano de 2026 obedece a la abundancia estival del zopilote aura, que registró 145 vuelos en esa campaña, frente a 4 a 18 vuelos en cada una de las campañas previas. Esta diferencia puede reflejar tanto la variación estacional como el distinto diseño de muestreo de 2026, cuyos puntos se distribuyeron también en el área de influencia y en la región ecológica, por

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

lo que se recomienda verificar la actividad de catártidos en las posiciones de los aerogeneradores durante el seguimiento pre-operativo. La presencia de ganado y la disponibilidad de carroña son factores que incrementan localmente la actividad de estas especies y que pueden manejarse mediante las medidas propuestas en el capítulo VI.

En el caso de los murciélagos, la evidencia de campo indica una exposición elevada: el 68.7 % de las detecciones termográficas y el 92.3 % de las grabaciones de febrero de 2019 ocurrieron dentro de la ZBR, y cinco especies registraron más del 40 % de sus pases de verano a partir de 32 m. Los molósidos y los murciélagos arborícolas del género Lasiurus son las especies más frecuentes en la mortalidad reportada en Norteamérica, la cual se concentra a finales del verano y durante el otoño, en noches de viento débil (Arnett et al., 2008; Cryan y Barclay, 2009). Adicionalmente, la mortalidad de murciélagos tiende a incrementarse con la altura de la torre y el diámetro del rotor (Barclay et al., 2007), por lo que las dimensiones del N175/6.X justifican la aplicación de medidas operativas específicas. El modelo de Band no es aplicable a este grupo, cuyo riesgo se gestiona de manera más eficaz mediante el incremento de la velocidad de arranque de los aerogeneradores, medida que ha reducido la mortalidad entre 44 y 93 % en ensayos experimentales (Arnett et al., 2011).

Las principales limitaciones del análisis son las siguientes:

- Las campañas de 2018–2019 y la de 2026 están separadas por siete años y difieren en su diseño de muestreo; la campaña denominada “Primavera 2019” se ejecutó en febrero, por lo que la migración primaveral de marzo a mayo no se encuentra plenamente representada.
- Las alturas de vuelo se estimaron visualmente, con un error que tiende a aumentar con la altura; el procedimiento de distribución triangular aplicado a 2018–2019 es una aproximación a la distribución real de alturas.
- No se contó con información de migración nocturna de aves (radar o registro acústico nocturno), por lo que el flujo de paseriformes migratorios a gran altura no está cuantificado.
- En verano de 2026 los detectores de murciélagos no superaron los 60 m, lo que subestima la actividad de las especies de vuelo alto en la mitad superior de la ZBR.
- La velocidad de rotación, la cuerda máxima de pala y la proporción de tiempo en operación se adoptaron como supuestos y deberán sustituirse por los valores del fabricante y del recurso eólico del sitio.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y SEGUIMIENTO

Con base en los resultados, se proponen las medidas de la Tabla VI.1, orientadas a las especies y temporadas de mayor vulnerabilidad identificadas: catártidos y rapaces planeadoras durante todo el año, con énfasis en el verano; especies sujetas a protección especial; y murciélagos molósidos y del género Lasiurus entre julio y noviembre.

Tabla VI.1. Medidas de prevención, mitigación y seguimiento para reducir el riesgo de colisión de fauna voladora.

Medida	Grupo objetivo	Descripción y criterio de aplicación	Indicador de cumplimiento
1. Conservación del claro inferior del rotor	Aves y murciélagos	Mantener una altura mínima de punta de pala inferior de 31.1 m en cualquier cambio de modelo o de torre; en caso de modificación, recalcular la exposición con los datos del presente estudio.	Altura de punta inferior ≥ 31.1 m en el proyecto ejecutivo
2. Micrositing	Rapaces y catártidos	Evitar la ubicación de aerogeneradores en bordes de lomeríos con generación de térmicas, sitios de percha y dormideros de zopilotes, cuerpos de agua y sitios de nidificación de rapaces identificados en el recorrido pre-constructivo.	Informe de verificación de sitios previo a la cimentación
3. Manejo de carroña	Catártidos y caracara	Retirar cadáveres de ganado y fauna silvestre en un radio de 300 m alrededor de cada aerogenerador, mediante recorridos semanales y convenios con los propietarios de los predios.	Bitácora de recorridos y cadáveres retirados
4. Incremento de la velocidad de arranque	Murciélagos	Elevar la velocidad de arranque a 5.0 m/s y colocar las palas en bandera por debajo de ella, desde el ocaso hasta el amanecer, entre julio y noviembre y con temperatura superior a 10 °C.	Registros SCADA de parámetros de operación nocturna
5. Iluminación	Aves migratorias nocturnas y murciélagos	Limitar la iluminación a las luces de obstrucción aeronáutica exigidas por la normatividad, de destello rojo sincronizado, y evitar luminarias continuas en plataformas y subestación.	Inventario de luminarias conforme al proyecto
6. Aumento de la visibilidad de las palas	Rapaces	Evaluar como medida piloto el pintado de una pala en color negro en los aerogeneradores con mayor actividad de rapaces, sujeto a la autorización de la autoridad aeronáutica (May et al., 2020).	Estudio de viabilidad y, en su caso, aerogeneradores tratados
7. Monitoreo de mortalidad	Aves y murciélagos	Búsqueda sistemática de cadáveres durante al menos dos años de operación en una muestra mínima de 22 aerogeneradores (30 %), en un radio de búsqueda igual a la altura total, con pruebas de eficiencia de búsqueda y de persistencia de cadáveres y estimación de mortalidad con estimadores corregidos (Huso, 2011).	Informes semestrales con mortalidad estimada por especie
8. Monitoreo de conducta de vuelo	Aves y murciélagos	Repetir los puntos de observación en los sitios de aerogenerador con las bandas de la Tabla II.2 en las cuatro temporadas, y registrar actividad acústica de murciélagos a la altura de góndola.	Informes estacionales comparables con la línea base
9. Manejo adaptativo	Especies NOM-059 y de vulnerabilidad alta	Revisar y reforzar las medidas 4 y 5 cuando la mortalidad estimada de una especie supere el valor del escenario de referencia de la Tabla IV.14, o ante cualquier colisión de una especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Reporte de eventos y acciones correctivas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Fuente: Elaboración propia con base en Arnett et al. (2011), Hayes et al. (2019), May et al. (2020) y Huso (2011).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VII. CONCLUSIONES

- El aerogenerador de referencia Nordex N175/6.X – TS119 define una zona de barrido del rotor entre 31.1 y 206.1 m de altura, con 24,053 m² de área de barrido por unidad y 170.8 ha para los 44 aerogeneradores del proyecto.
- De los 1,086 vuelos de aves registrados en cuatro temporadas, 313.4 (28.9 %) ocurrieron dentro de la ZBR; la proporción varió entre 22.3 % en invierno de 2019 y 35.4 % en verano de 2026. La avifauna residente del matorral, dominada por paseriformes, vuela mayoritariamente por debajo de 20 m y presenta una exposición marginal.
- Catorce especies presentaron vuelos en la ZBR. Los catártidos y las rapaces concentran el 92.7 % de la exposición; el zopilote aura, el zopilote negro y el aguililla cola roja son las especies con mayor número de vuelos a altura de riesgo.
- Tres especies sujetas a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentaron vuelos en la ZBR: el gavilán de Cooper, el aguililla rojinegra y el aguililla cola blanca, con un total de 9 vuelos registrados en las cuatro temporadas.
- El modelo de Band estima, en el escenario de referencia, 85.2 colisiones de aves por año para el conjunto del parque (1.20 por aerogenerador), con un intervalo de 20.6 a 206.1 colisiones según la tasa de evasión. El 77.6 % corresponde a los catártidos, especies de amplia distribución sin categoría de riesgo, y 1.67 colisiones por año a las especies sujetas a protección especial.
- El índice de vulnerabilidad clasificó con vulnerabilidad alta al aguililla cola roja, el zopilote aura, el zopilote negro, el aguililla cola blanca y el gavilán de Cooper, especies hacia las cuales se dirigen prioritariamente las medidas de manejo de carroña y micrositing.
- Los murciélagos presentan una exposición elevada al rotor: el 68.7 % de las detecciones termográficas se ubicaron en la ZBR y las especies de los géneros Tadarida, Nyctinomops, Eumops y Lasiurus se consideran de vulnerabilidad alta, por lo que se propone el incremento de la velocidad de arranque entre julio y noviembre.
- La mariposa monarca voló en el 99.8 % de los casos por debajo de 31.1 m, por lo que su riesgo de colisión se considera bajo.
- La aplicación de las medidas propuestas y del programa de seguimiento post-construcción permitirá verificar las estimaciones del presente estudio y ajustar las medidas de manera adaptativa durante la operación del parque.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VIII. LITERATURA CITADA

Alerstam, T., Rosén, M., Bäckman, J., Ericson, P. G. P. y Hellgren, O. (2007). Flight speeds among bird species: allometric and phylogenetic effects. PLoS Biology, 5(8), e197.

Arnett, E. B., Brown, W. K., Erickson, W. P., Fiedler, J. K., Hamilton, B. L., Henry, T. H., Jain, A., Johnson, G. D., Kerns, J., Koford, R. R., Nicholson, C. P., O'Connell, T. J., Piorkowski, M. D. y Tankersley, R. D. (2008). Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. Journal of Wildlife Management, 72(1), 61–78.

Arnett, E. B., Huso, M. M. P., Schirmacher, M. R. y Hayes, J. P. (2011). Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. Frontiers in Ecology and the Environment, 9(4), 209–214.

Baerwald, E. F., D'Amours, G. H., Klug, B. J. y Barclay, R. M. R. (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. Current Biology, 18(16), R695–R696.

Band, W. (2012). Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. SOSS, The Crown Estate / British Trust for Ornithology, Reino Unido.

Band, W. (2024). Using a collision risk model to assess bird collision risks for onshore wind farms. NatureScot Research Report 909. NatureScot, Inverness.

Band, W., Madders, M. y Whitfield, D. P. (2007). Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. En: de Lucas, M., Janss, G. F. E. y Ferrer, M. (eds.), Birds and wind farms: risk assessment and mitigation (pp. 259–275). Quercus, Madrid.

Barclay, R. M. R., Baerwald, E. F. y Gruver, J. C. (2007). Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. Canadian Journal of Zoology, 85, 381–387.

Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L. y Thomas, L. (2001). Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, Nueva York.

Cryan, P. M. y Barclay, R. M. R. (2009). Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. Journal of Mammalogy, 90(6), 1330–1340.

de Lucas, M., Janss, G. F. E., Whitfield, D. P. y Ferrer, M. (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. Journal of Applied Ecology, 45, 1695–1703.

Drewitt, A. L. y Langston, R. H. W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis, 148, 29–42.

Gibo, D. L. y Pallett, M. J. (1979). Soaring flight of monarch butterflies, Danaus plexippus (Lepidoptera: Danaidae), during the late summer migration in southern Ontario. Canadian Journal of Zoology, 57, 1393–1401.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Hayes, M. A., Hooton, L. A., Gilland, K. L., Grandgent, C., Smith, R. L., Lindsay, S. R., Collins, J. D., Schumacher, S. M., Rabie, P. A., Gruver, J. C. y Goodrich-Mahoney, J. (2019). A smart curtailment approach for reducing bat fatalities and curtailment time at wind energy facilities. Ecological Applications, 29(4), e01881.

Huso, M. M. P. (2011). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22, 318–329.

Loss, S. R., Will, T. y Marra, P. P. (2013). Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. Biological Conservation, 168, 201–209.

Masden, E. A. y Cook, A. S. C. P. (2016). Avian collision risk models for wind energy impact assessments. Environmental Impact Assessment Review, 56, 43–49.

May, R., Nygård, T., Falkdalen, U., Åström, J., Hamre, Ø. y Stokke, B. G. (2020). Paint it black: efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. Ecology and Evolution, 10(16), 8927–8935.

NatureScot (2025). Wind farm impacts on birds – Use of avoidance rates in the NatureScot wind farm collision risk model. Guidance, versión 4, septiembre de 2025. NatureScot, Inverness.

Nordex (2026). N175/6.X – Product information. Nordex SE. Disponible en: https://www.nordex-online.com/en/product/n175-6-x/ (consultado en septiembre de 2026).

Nordex Energy SE & Co. KG – Acciona Windpower (2024). WT N175 6.X TS119-02. Plano DG201400-00, hojas 1/2 y 2/2, escala 1:750.

Parque Eólico La Noria (2026). Monitoreo de aves Parque Eólico La Noria. Informe de verano. Agosto de 2026. Informe técnico.

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. y Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report PSW-GTR-159. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Albany, California.

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; modificación del Anexo Normativo III publicada el 14 de noviembre de 2019.

Smallwood, K. S. (2013). Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects. Wildlife Society Bulletin, 37(1), 19–33.

Thaxter, C. B., Buchanan, G. M., Carr, J., Butchart, S. H. M., Newbold, T., Green, R. E., Tobias, J. A., Foden, W. B., O'Brien, S. y Pearce-Higgins, J. W. (2017). Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. Proceedings of the Royal Society B, 284, 20170829.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas (2018). Monitoreo de aves, murciélagos y mariposa monarca. Temporada otoño 2018. Proyecto Parque Eólico La Noria. Informe técnico.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas (2019a). Monitoreo de aves, murciélagos y mariposa monarca. Temporada invierno 2019. Proyecto Parque Eólico La Noria. Informe técnico.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas (2019b). Monitoreo de aves, murciélagos y mariposa monarca. Temporada primavera 2019. Proyecto Parque Eólico La Noria. Informe técnico.

Villegas-Patraca, R., Cabrera-Cruz, S. A. y Herrera-Alsina, L. (2014). Soaring migratory birds avoid wind farm in the Isthmus of Tehuantepec, southern Mexico. PLoS ONE, 9(3), e92462.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

ESTUDIO DE COLISIÓN Y ELECTROCUCIÓN DE FAUNA VOLADORA

ANEXO TÉCNICO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO

PARQUE EÓLICO LA NORIA

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.

2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Índice

I. INTRODUCCIÓN 4
I.1. Objetivo general 4
I.2. Objetivos particulares 5
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DEL ÁREA DE ESTUDIO 5
II.1. Ubicación y características ambientales relevantes 5
II.2. Componentes del proyecto con interacción potencial con la fauna voladora 6
II.3. Marco normativo y de referencia 7
III. METODOLOGÍA 8
III.1. Fuentes de información 8
III.2. Colisión con aerogeneradores 8
III.3. Colisión con líneas eléctricas 8
III.4. Electrocución 9
III.5. Matriz integrada de riesgo 9
IV. RESULTADOS 10
IV.1. Fauna voladora del sitio 10
IV.2. Colisión con aerogeneradores 10
IV.3. Colisión con la red colectora de media tensión 12
IV.4. Colisión con la línea de transmisión 13
IV.5. Electrocución 15
IV.6. Quirópteros y mariposa monarca 17
IV.7. Matriz integrada de riesgo 17
V. DISCUSIÓN 19
VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y SEGUIMIENTO 20
VI.1. Especificaciones de diseño y medidas por componente 20
VI.2. Programa de seguimiento de mortalidad 21
VII. CONCLUSIONES 22
VIII. LITERATURA CITADA 23

Índice de figuras

Figura II.1. Envolventes de altura de los componentes del proyecto con riesgo de colisión para la fauna voladora. 7

Figura IV.1. Colisiones anuales estimadas con los aerogeneradores por especie en el escenario de referencia e intervalo de sensibilidad entre 99.5 % y 95 % de evasión. 11

Figura IV.2. Proporción de vuelos en las bandas de altura de los conductores de la red colectora y de la línea de transmisión, por especie (2018–2019). 13

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.3. Envergadura de las especies evaluadas respecto a las separaciones mínimas recomendadas por APLIC (2006) y clase de susceptibilidad a la electrocución. 17

Figura IV.4. Matriz integrada de riesgo de colisión y electrocución por especie y componente del proyecto. .. 18

Índice de tablas

Tabla II.1. Componentes del proyecto con interacción potencial con la fauna voladora. 6

Tabla III.1. Criterios del índice de colisión con líneas eléctricas (ICL). 9

Tabla III.2. Criterios del índice de electrocución (IE)..... 9

Tabla IV.1. Colisiones anuales estimadas con los aerogeneradores por especie (modelo de Band). 11

Tabla IV.2. Índice de colisión con la red colectora (ICL_{MT}) y con la línea de transmisión (ICL_{AT}) por especie.. 14

Tabla IV.3. Índice de electrocución (IE) de las especies de aves registradas en el sitio. 16

Tabla VI.1. Especificaciones de diseño y medidas de prevención y mitigación por componente del proyecto. 20

Tabla VI.2. Componentes del programa de seguimiento de mortalidad por colisión y electrocución..... 21

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el Estudio de colisión y electrocución de fauna voladora del proyecto “Parque Eólico La Noria”, localizado en el municipio de Villa Unión, Coahuila de Zaragoza. El estudio se integra como anexo técnico de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (MIA-R), y evalúa de manera conjunta los dos mecanismos de mortalidad directa de aves y murciélagos asociados a la infraestructura del proyecto: la colisión con los aerogeneradores, con los conductores y cables de guarda de las líneas eléctricas y con los tirantes de las torres meteorológicas, y la electrocución en los postes y estructuras de la red eléctrica.

La colisión con aerogeneradores afecta principalmente a aves planeadoras, rapaces y murciélagos insectívoros de vuelo alto (Drewitt y Langston, 2006; Arnett et al., 2008). La colisión con líneas eléctricas afecta con mayor frecuencia a especies de alta carga alar y baja maniobrabilidad, como aves acuáticas, grullas, galliformes y columbiformes, y ocurre en su mayoría contra el cable de guarda, de menor diámetro y menor visibilidad que los conductores (Bevanger, 1998; Janss, 2000; APLIC, 2012; Bernardino et al., 2018). La electrocución, por su parte, se produce cuando un ave posada toca de manera simultánea dos conductores energizados, o un conductor y un elemento aterrizado, y afecta sobre todo a aves de gran envergadura que utilizan los postes como percha, en particular rapaces, zopilotes y cuervos, en líneas de distribución y de media tensión en las que la separación entre elementos es menor que el tamaño de las aves (APLIC, 2006; Lehman et al., 2007). En los Estados Unidos, las líneas eléctricas causan anualmente la muerte de entre 12 y 64 millones de aves, de las cuales entre 8 y 57 millones corresponden a colisión y entre 0.9 y 11.6 millones a electrocución (Loss et al., 2014).

El análisis se sustenta en los registros de cuatro campañas de monitoreo de fauna voladora realizadas en el sitio (otoño de 2018, invierno y primavera de 2019, y verano de 2026), en la geometría del aerogenerador de referencia Nordex N175/6.X – TS119, en la caracterización ambiental de la MIA-R y en los resultados del Estudio de colisión de fauna voladora y alturas de vuelo y del Estudio de alturas de vuelo de aves elaborados para el proyecto. Dado que las características de la red colectora aérea de media tensión y de la línea de transmisión de interconexión se encuentran en definición, sus parámetros se presentan como supuestos de diseño, señalados en el texto, que deberán actualizarse con la ingeniería del proyecto.

I.1. Objetivo general

Evaluar el riesgo de colisión y de electrocución de la fauna voladora con la infraestructura del Parque Eólico La Noria —aerogeneradores, red colectora aérea de media tensión, subestación, línea de transmisión y torres meteorológicas— e identificar las especies, los componentes y los periodos de mayor riesgo, para establecer las especificaciones de diseño, las medidas de mitigación y el programa de seguimiento correspondientes.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.2. Objetivos particulares

- Identificar los componentes del proyecto que representan un riesgo de colisión o de electrocución para aves y murciélagos, y sus envolventes de altura.
- Cuantificar la exposición de la avifauna a cada componente a partir de la distribución de sus alturas de vuelo registradas entre 2018 y 2026.
- Integrar la estimación de colisiones con aerogeneradores obtenida mediante el modelo de Band.
- Jerarquizar la susceptibilidad de las especies a la colisión con líneas eléctricas y a la electrocución mediante índices semicuantitativos basados en exposición, morfología, conducta y estatus de conservación.
- Construir una matriz integrada de riesgo por especie y componente del proyecto.
- Establecer especificaciones de diseño antielectrocución y anticolisión, medidas de mitigación y un programa de seguimiento de mortalidad.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DEL ÁREA DE ESTUDIO

II.1. Ubicación y características ambientales relevantes

El área del proyecto (AP) se localiza en el municipio de Villa Unión, Coahuila; su área de influencia (AI) comprende porciones de Villa Unión y Sabinas, y la región ecológica (RE) se extiende sobre los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez. El AP se ubica en la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, subprovincia Serranía del Burro, sobre sistemas de sierra compleja con lomerío y de bajada con lomerío, con pendientes de 0 a 20°. El clima es seco semicálido, con temperatura media anual de 23.1 °C, máximas normales de hasta 38.4 °C en agosto y precipitación total anual de 469.2 mm (estación Sabinas, 1991–2020). La vegetación del AP corresponde a matorral desértico rosetófilo y micrófilo, de 0.5 a 2 m de altura, con elementos arborescentes aislados; en la RE se presentan además matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, pastizales y agricultura de temporal.

Dentro de la RE, el AI y el AP existen numerosos escurrimientos intermitentes y cuerpos de agua temporales a manera de bordos, que concentran actividad de columbiformes, catártidos y aves acuáticas. De acuerdo con la caracterización ambiental, la RE y el AP inciden en el sitio Ramsar “Río Sabinas” (No. 1769; 603,123 ha), que cumple el criterio 5 de la Convención por albergar sitios de importancia para aves acuáticas migratorias como la grulla gris (Grus canadensis) y el ganso de frente blanca (Anser albifrons), especies con alta susceptibilidad morfológica a la colisión con líneas eléctricas (Janss, 2000; Bernardino et al., 2018). Los monitoreos registraron además postes de cerco, piletas de agua y tirantes de la torre meteorológica como sustratos de percha, lo que confirma el uso de infraestructura por la avifauna local.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

II.2. Componentes del proyecto con interacción potencial con la fauna voladora

La Tabla II.1 presenta los componentes del proyecto que representan un riesgo de colisión o de electrocución, sus características y el tipo de interacción esperada. Los parámetros resaltados corresponden a supuestos de diseño que deberán sustituirse por los valores de la ingeniería definitiva. La Figura II.1 muestra las envolventes de altura de cada componente respecto al terreno.

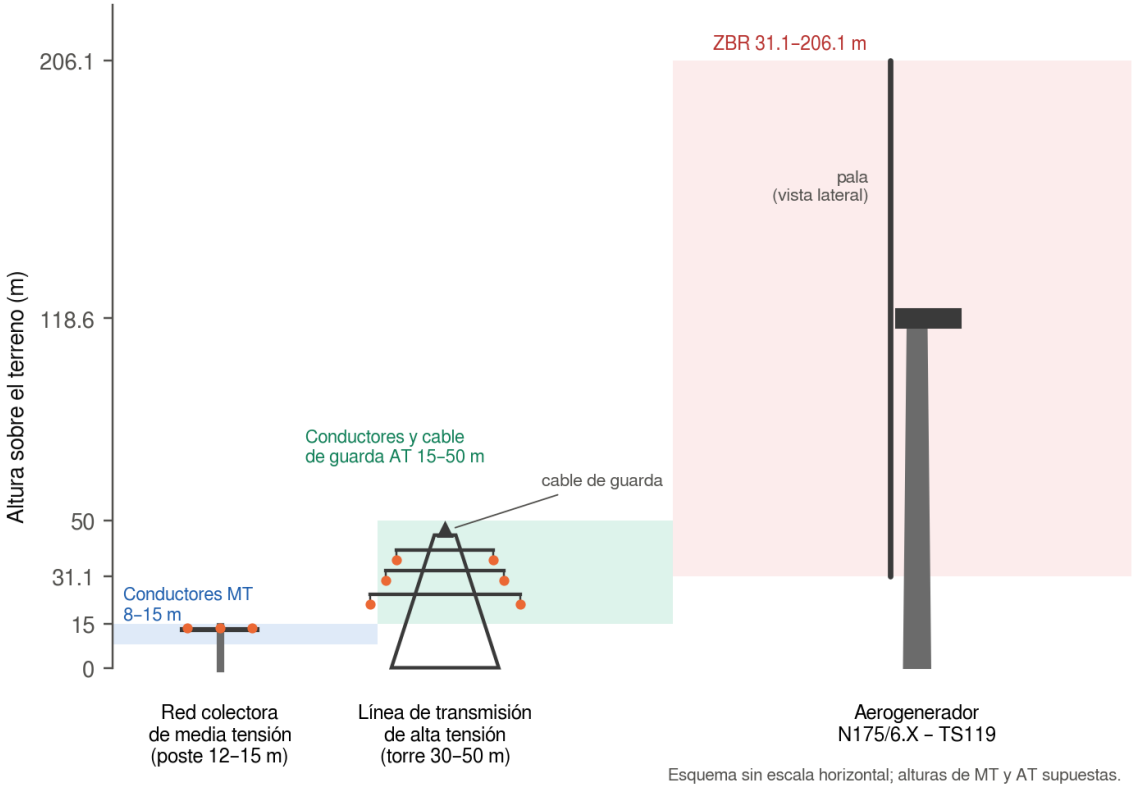
Tabla II.1. Componentes del proyecto con interacción potencial con la fauna voladora.

Componente	Características	Interacción
Aerogeneradores	44 aerogeneradores Nordex N175 (33 unidades de 6,800 kW y 11 unidades de 7,000 kW de potencia unitaria), tripala a barlovento y eje horizontal, con torre tubular de acero de 119 m de altura de buje, rotor de 175 m de diámetro y palas de aproximadamente 87.5 m de longitud. El sistema opera con orientación automática (yaw) y regulación de ángulo de paso (pitch); el transformador de baja/media tensión se encuentra integrado dentro de la góndola de cada aerogenerador, lo que suprime la necesidad de centros de transformación externos independientes al pie de la torre.	Colisión con palas y torre; barotrauma en murciélagos
Red colectora de media tensión	Red colectora de media tensión en 34.5 kV, agrupada en 13 circuitos independientes, con tramos subterráneos tendidos en zanjas conforme a IEC 60502-2 con conductores de aluminio y cable de cobre desnudo de puesta a tierra en el fondo, y tramos aéreos sobre estructuras en las zonas donde el trazado técnico así lo justifica. La red interconecta cada aerogenerador con la Subestación Elevadora SET La Noria.	Electrocución en postes y equipos; colisión con conductores
Subestación elevadora	Una subestación elevadora 34.5/400 kV (superficie de 6 ha, incluye edificio de Operación y Mantenimiento) con configuración de barra principal y transferencia en 400 kV y simple barra en 34.5 kV, aparamenta aislada en aire en la sección de 400 kV, la cual agrega los 13 circuitos de media tensión del parque y eleva la tensión al nivel de transmisión para su entrega a la Línea de Transmisión Aérea del Proyecto.	Electrocución en barras y equipos; colisión menor
Línea de transmisión de interconexión	Línea de transmisión aérea de aproximadamente 11.2881 km de longitud, 50 m de derecho de vía, con doble circuito y haz de dos/tres conductores por fase, configurada con dos cables de guarda (uno tipo OPGW para comunicaciones y otro convencional para protección atmosférica), soportada por aproximadamente 30 torres de celosía de acero galvanizado sobre cimentaciones tipo (parrilla, monobloque, cilíndrica o pilotes según condiciones geotécnicas de cada posición). Parte de la SET La Noria y se desarrolla en dirección al POI con el SEN en las inmediaciones de la línea existente RE–FRO 400 kV de la CFE. La superficie ocupada por la línea y su derecho de vía es de 53.6753 ha. Las obras de conexión al SEN posteriores (subestación de maniobras y entronque a la línea existente) no forman parte del alcance del presente Proyecto.	Colisión con conductores y cable de guarda; electrocución poco probable
Torres meteorológicas	Torres destinadas a la medición continua de las condiciones de viento durante la operación del Proyecto, requeridas para la certificación de la curva de potencia de los aerogeneradores conforme a la norma IEC 61400-12-1. Su cantidad, ubicación e instrumentación se establecerán conforme a los requerimientos del tecnólogo y del programa de mediciones operativas.	Colisión con tirantes; percha

Fuente: Elaboración propia con base en el plano DG201400-00 y en la información del proyecto. Los valores resaltados son supuestos pendientes de confirmación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura II.1. Envolventes de altura de los componentes del proyecto con riesgo de colisión para la fauna voladora.



Fuente: Elaboración propia. Alturas de la red colectora y de la línea de transmisión supuestas.

II.3. Marco normativo y de referencia

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su artículo 28, fracción II, y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en el artículo 5, inciso K), sujetan a evaluación las obras y actividades de la industria eléctrica, incluidas las líneas de transmisión y subestaciones. La NOM-114-SEMARNAT-1998 establece especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y subtransmisión en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales y turísticas; sin embargo, no aplica en áreas cuyas características ecológicas naturales no han sido alteradas ni en hábitats de especies incluidas en la NOM-059, y no contiene especificaciones de protección de la avifauna contra la colisión o la electrocución. Por ello, las especificaciones del presente estudio se basan en las prácticas recomendadas por el Avian Power Line Interaction Committee (APLIC, 2006; APLIC, 2012), de referencia internacional, y consideran las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los compromisos derivados de la Convención Ramsar.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III. METODOLOGÍA

III.1. Fuentes de información

Se utilizaron los registros de altura de vuelo de 1,086 vuelos de aves de cuatro campañas de monitoreo: 133 en otoño de 2018, 319 en enero de 2019 y 256 en febrero de 2019 (88 puntos, incluidos 17 de control), elaboradas por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y 378 en agosto de 2026 (90 puntos de conteo y 21 puntos de interacción). Se integraron, además, los registros de quirópteros (grabación ultrasónica, termografía, estación acústica fija en torre meteorológica a 60–80 m y redes de niebla), de mariposa monarca (otoño de 2018) y de sustratos de percha, así como la caracterización ambiental de la MIA-R.

III.2. Colisión con aerogeneradores

La exposición a los aerogeneradores se evaluó reclasificando las alturas de vuelo respecto a la zona de barrido del rotor (ZBR) del N175/6.X, entre 31.1 y 206.1 m. Para 2018 y 2019, la proporción de vuelos en cada banda se estimó mediante una distribución triangular por especie acotada por las alturas mínima y máxima reportadas y ajustada al promedio; para 2026 se utilizaron las categorías de altura reportadas. El número de colisiones se estimó con el modelo de Band (Band, 2012; Band, 2024), a partir de la tasa de vuelos a altura de riesgo por hora de observación, la probabilidad de intercepción del disco del rotor (0.137, con radio efectivo de observación de 500 m), las horas de luz por temporada (4,428.6 h anuales), 44 aerogeneradores, una proporción de operación de 0.85, una velocidad de rotación de 9.3 rpm y tasas de evasión de 95 a 99.5 %, con un escenario de referencia conforme a NatureScot (2025). El detalle metodológico se presenta en el Estudio de colisión de fauna voladora y alturas de vuelo del proyecto.

III.3. Colisión con líneas eléctricas

Se definieron dos bandas de altura de riesgo para las líneas eléctricas: de 8 a 15 m para los conductores de la red colectora de media tensión, y de 15 a 50 m para los conductores y el cable de guarda de la línea de transmisión, ambas como supuestos de diseño (Figura II.1). La proporción de vuelos de cada especie en cada banda se calculó con las distribuciones triangulares de 2018 y 2019, que permiten estimar la fracción de vuelos entre dos alturas cualesquiera. Los registros de 2026, clasificados en la categoría única de 0 a 31.1 m, no permiten separar las bandas de las líneas y se consideraron de manera cualitativa.

La susceptibilidad a la colisión con líneas se evaluó mediante un índice de colisión con líneas (ICL) que integra cuatro criterios (Tabla III.1): la exposición, expresada como proporción de vuelos en la banda de la línea; la susceptibilidad morfológica, alta en especies de alta carga alar y baja maniobrabilidad (Bevanger, 1998; Janss, 2000); el gregarismo en vuelo; y el estatus de conservación. El índice se calculó por separado para la red colectora (ICL_{MT}) y para la línea de transmisión (ICL_{AT}), para las especies con al menos un vuelo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

esperado en las bandas, y se clasificó en susceptibilidad alta (≥ 5 puntos), media (3 a 4) y baja (≤ 2).

Tabla III.1. Criterios del índice de colisión con líneas eléctricas (ICL).

Criterio	0	1	2	3
Exposición: vuelos en la banda de la línea (%)	< 5	5 – < 20	20 – < 50	≥ 50
Susceptibilidad morfológica	Paseriformes, córvidos y otras	Catártidos, rapaces, túrdidos gregarios	Columbiformes, galliformes, anátidas y grullas	—
Gregarismo en vuelo	Solitario	Bandadas o grupos	—	—
Estatus de conservación	Sin estatus	CITES II o UICN NT	NOM-059 Pr	—

Fuente: Elaboración propia con base en Bevanger (1998), Janss (2000) y APLIC (2012).

III.4. Electrocución

El riesgo de electrocución se presenta cuando la separación entre dos conductores energizados, o entre un conductor y un elemento aterrizado (cruceta metálica, tornillería, poste de concreto con varilla de tierra o equipo), es menor que la envergadura o la longitud del ave. APLIC (2006) recomienda, con base en las dimensiones de las águilas, una separación mínima de 150 cm en sentido horizontal y de 100 cm en sentido vertical entre fases, y entre fase y tierra, en las zonas de percha. La susceptibilidad de las especies se evaluó mediante un índice de electrocución (IE) que integra cuatro criterios (Tabla III.2): el tamaño, expresado por la envergadura; la conducta de percha en estructuras elevadas; la persistencia estacional en el sitio; y el estatus de conservación. El índice se clasificó en susceptibilidad alta (≥ 6 puntos), media (4 a 5) y baja (≤ 3).

Tabla III.2. Criterios del índice de electrocución (IE).

Criterio	0	1	2	3
Envergadura (cm)	< 60	60 – 99	100 – 139	≥ 140
Conducta de percha en estructuras	Rara	Ocasional	Habitual, solitaria	Habitual y gregaria (dormideros, grupos)
Persistencia: temporadas con registro	1	2 – 3	4	—
Estatus de conservación	Sin estatus	CITES II o UICN NT	NOM-059 Pr	—

Fuente: Elaboración propia con base en APLIC (2006), Harness y Wilson (2001) y Lehman et al. (2007).

III.5. Matriz integrada de riesgo

Los resultados de los tres análisis se integraron en una matriz de riesgo por especie y componente del proyecto, que incluye la clase de vulnerabilidad a la colisión con aerogeneradores obtenida en el Estudio de colisión de fauna voladora y alturas de vuelo, las clases de susceptibilidad a la colisión con la red colectora y con la línea de transmisión (ICL_{MT} e ICL_{AT}) y la clase de susceptibilidad a la electrocución (IE). Las aves acuáticas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

asociadas al sitio Ramsar, sin registros de altura de vuelo, se clasificaron con base en la literatura.

IV. RESULTADOS

IV.1. Fauna voladora del sitio

En las cuatro campañas se registraron 83 especies de aves y 14 especies de murciélagos, además de 526 observaciones de mariposa monarca (Danaus plexippus) en otoño de 2018. Entre las aves se encuentran cuatro especies sujetas a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010: el gavilán de Cooper (Accipiter cooperii), el aguililla rojinegra (Parabuteo unicinctus), el aguililla cola blanca (Geranoaetus albicaudatus) y el colorín sietecolores (Passerina ciris); tres especies casi amenazadas (NT) en la Lista Roja de la UICN (Lanius ludovicianus, Colinus virginianus y Passerina ciris); y las rapaces diurnas y nocturnas, incluidas en el Apéndice II de la CITES. Ninguna de las especies de murciélagos se encuentra en categoría de riesgo. El gremio de mayor interés para el presente estudio lo integran las aves de gran envergadura que utilizan estructuras elevadas como percha —zopilotes, aguilillas, caracara, cuervo llanero y búho cornudo— y las especies de vuelo gregario a baja altura, como las palomas y los túrdidos migratorios.

IV.2. Colisión con aerogeneradores

De los 1,086 vuelos de aves registrados, 313.4 (28.9 %) ocurrieron dentro de la ZBR, con proporciones de 22.3 % en invierno de 2019 a 35.4 % en verano de 2026. Catorce especies alcanzaron la ZBR, y los catártidos y las rapaces concentraron el 92.7 % de dichos vuelos. El modelo de Band estima, en el escenario de referencia, 85.2 colisiones de aves por año para los 44 aerogeneradores (1.93 por aerogenerador), con un intervalo de 20.6 a 206.1 colisiones según la tasa de evasión (Tabla IV.1; Figura IV.1). El zopilote aura y el zopilote negro aportan 66.2 colisiones (77.6 %), y las tres especies sujetas a protección especial, 1.67 colisiones por año en conjunto.

En el caso de los murciélagos, el 68.7 % de las detecciones termográficas de 2018 y 2019 se ubicó dentro de la ZBR, la estación acústica instalada a 60–80 m concentró el 92.3 % de las grabaciones de febrero de 2019 y, en verano de 2026, el 18.1 % de los pases se registró a partir de 32 m. Las especies de mayor vulnerabilidad son los molósidos Tadarida brasiliensis, Nyctinomops macrotis y Eumops perotis, y los murciélagos arborícolas migratorios Lasiurus cinereus, L. frantzii y L. xanthinus, que registraron entre 41.7 y 56.3 % de sus pases de verano dentro de la ZBR.

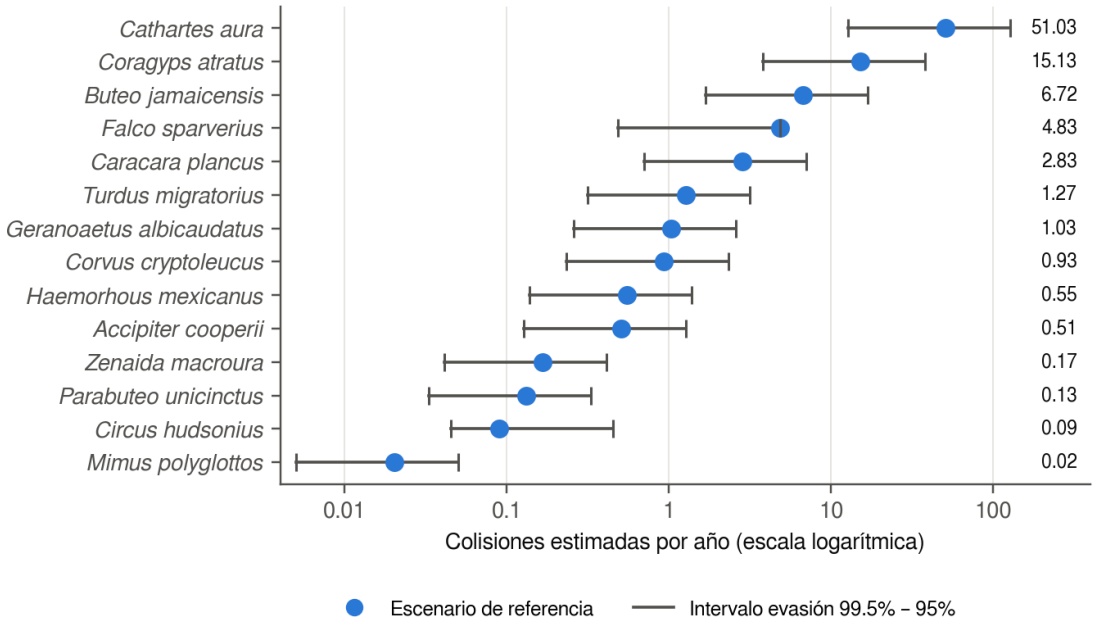
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.1. Colisiones anuales estimadas con los aerogeneradores por especie (modelo de Band).

Especie	Nombre común	Tránsitos por año	Evasión 99 %	Referencia	Evasión 95 %
Cathartes aura	Zopilote aura	35,744	25.51	51.03	127.57
Coragyps atratus	Zopilote negro	11,018	7.57	15.13	37.83
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	5,680	3.36	6.72	16.80
Falco sparverius	Cernícalo americano	1,789	0.97	4.83	4.83
Caracara plancus	Caracara quebrantahuesos	2,305	1.41	2.83	7.07
Turdus migratorius	Mirlo primavera	1,421	0.63	1.27	3.17
Geranoaetus albicaudatus	Aguililla cola blanca	859	0.52	1.03	2.58
Corvus cryptoleucus	Cuervo llanero	847	0.47	0.93	2.33
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	624	0.28	0.55	1.38
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	462	0.25	0.51	1.27
Zenaida macroura	Paloma huilota	198	0.08	0.17	0.41
Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	111	0.07	0.13	0.33
Total (14 especies)	**—**	**61,215**	**41.22**	**85.24**	**206.08**

Fuente: Estudio de colisión de fauna voladora y alturas de vuelo del proyecto. Se muestran las especies con al menos 0.1 colisiones por año en el escenario de referencia.

Figura IV.1. Colisiones anuales estimadas con los aerogeneradores por especie en el escenario de referencia e intervalo de sensibilidad entre 99.5 % y 95 % de evasión.



Fuente: Estudio de colisión de fauna voladora y alturas de vuelo del proyecto.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

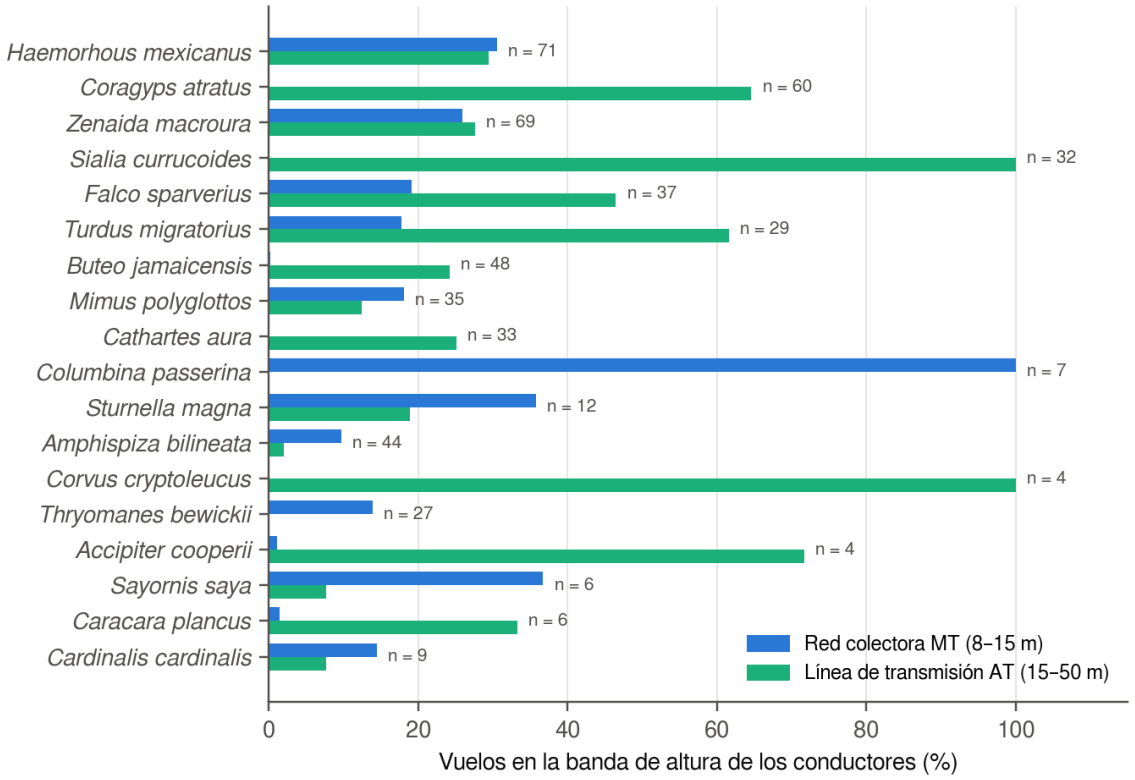
IV.3. Colisión con la red colectora de media tensión

En las campañas de 2018 y 2019, 90.4 de los 708 vuelos de aves (12.8 %) se ubicaron en la banda de 8 a 15 m, correspondiente a los conductores de la red colectora, con proporciones de 15.3 % en otoño, 10.2 % en invierno y 14.7 % en primavera. Por grupo funcional, los columbiformes presentaron la mayor exposición (33.6 % de sus vuelos), seguidos de las rapaces de vuelo activo (14.4 %) y los paseriformes (13.7 %), mientras que las planeadoras de gran envergadura prácticamente no utilizaron esta banda (0.1 %). Las especies con mayor número de vuelos en la banda fueron el pinzón mexicano (Haemorhous mexicanus, 21.7 vuelos; 30.5 %), la paloma huilota (Zenaida macroura, 17.9 vuelos; 25.9 %), el cernícalo americano (Falco sparverius, 7.1 vuelos) y la tortolita pico rojo (Columbina passerina), cuyos 7 vuelos se registraron a 10 m (Figura IV.2). En verano de 2026, el 61.1 % de los vuelos se ubicó por debajo de 31.1 m, franja que contiene la banda de la red colectora, aunque la clasificación de esa campaña no permite cuantificar la fracción entre 8 y 15 m.

De acuerdo con el ICL_{MT}, tres especies presentan susceptibilidad alta a la colisión con la red colectora: Zenaida macroura, Zenaida asiatica y Columbina passerina, por la combinación de exposición elevada, vuelo rápido en grupo y alta carga alar, y, de manera potencial, las aves acuáticas que se desplazan hacia los bordos. Presentan susceptibilidad media Haemorhous mexicanus, Turdus migratorius, Falco sparverius y las rapaces sujetas a protección especial (Tabla IV.2).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.2. Proporción de vuelos en las bandas de altura de los conductores de la red colectora y de la línea de transmisión, por especie (2018–2019).



Fuente: Elaboración propia con base en los informes de monitoreo 2018–2019. Se muestran las especies con al menos dos vuelos esperados en las bandas.

IV.4. Colisión con la línea de transmisión

La banda de 15 a 50 m, correspondiente a los conductores y al cable de guarda de la línea de transmisión, concentró 186.4 vuelos (26.3 % de los registrados en 2018 y 2019), con un incremento de 15.2 % en otoño a 37.0 % en febrero de 2019. A diferencia de la red colectora, esta banda es utilizada por todos los grupos funcionales: rapaces de vuelo activo (48.1 % de sus vuelos), planeadoras (41.6 %), columbiformes (24.6 %) y paseriformes (19.1 %). Destacan el zopilote negro (Coragyps atratus), con 38.8 vuelos (64.6 %) entre 30 y 60 m; la bandada de 32 azulejos pálidos (Sialia currucoides) a 20 m; el mirlo primavera, con 17.9 vuelos (61.6 %); y la paloma huilota y el pinzón mexicano, con 19.1 y 20.9 vuelos, respectivamente.

El ICL_{AT} clasifica con susceptibilidad alta a siete especies: las rapaces sujetas a protección especial Parabuteo unicinctus y Accipiter cooperii, cuyos escasos vuelos se ubicaron mayoritariamente en la banda; el gavilán rastrero (Circus hudsonius); el zopilote negro; las especies gregarias Sialia currucoides, Turdus migratorius y Zenaida macroura; y, de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

manera potencial, las aves acuáticas del sitio Ramsar (Tabla IV.2). Estas últimas, con alta carga alar y desplazamientos crepusculares entre dormideros y sitios de alimentación, constituyen el grupo de mayor susceptibilidad a la colisión con líneas de transmisión documentado en la literatura (Janss, 2000; Bernardino et al., 2018), por lo que el trazo de la línea respecto a los bordos y a la red hidrográfica del sitio Ramsar es un factor determinante del riesgo.

Tabla IV.2. Índice de colisión con la red colectora (ICL_{MT}) y con la línea de transmisión (ICL_{AT}) por especie.

Especie	Vuelos 2018–19	Banda MT (%)	Banda AT (%)	Morfol.	Gregar.	Estatus	ICL_{MT}	ICL_{AT}
Parabuteo unicinctus	1	0.0	100.0	1	1	2	4 (Media)	7 (Alta)
Accipiter cooperii	4	1.1	1.6	1	0	2	3 (Media)	6 (Alta)
Zenaida asiatica	2	64.8	7.0	2	1	0	6 (Alta)	4 (Media)
Columbina passerina	7	100.0	0.0	2	1	0	6 (Alta)	3 (Media)
Circus hudsonius	2	0.0	50.0	1	0	1	2 (Baja)	5 (Alta)
Zenaida macroura	69	25.9	27.6	2	1	0	5 (Alta)	5 (Alta)
Coragyps atratus	60	0.0	64.6	1	1	0	2 (Baja)	5 (Alta)
Sialia currucoides	32	0.0	100.0	1	1	0	2 (Baja)	5 (Alta)
Turdus migratorius	29	17.8	61.6	1	1	0	3 (Media)	5 (Alta)
Buteo jamaicensis	48	0.2	24.2	1	0	1	2 (Baja)	4 (Media)
Corvus cryptoleucus	4	0.0	100.0	0	1	0	1 (Baja)	4 (Media)
Falco sparverius	37	19.1	46.5	1	0	1	3 (Media)	4 (Media)
Caracara plancus	6	1.4	33.3	1	0	1	2 (Baja)	4 (Media)
Cathartes aura	33	0.0	25.1	1	0	0	1 (Baja)	3 (Media)
Phalaenoptilus nuttallii	2	0.0	50.0	0	0	0	0 (Baja)	3 (Media)
Haemorhous mexicanus	71	30.5	29.4	0	1	0	3 (Media)	3 (Media)
Campylorhynchus brunneicapillus	3	33.3	0.0	0	0	0	2 (Baja)	0 (Baja)
Pyrocephalus rubinus	4	25.0	0.0	0	0	0	2 (Baja)	0 (Baja)
Troglodytes aedon	5	21.5	0.0	0	0	0	2 (Baja)	0 (Baja)
Sayornis saya	6	36.7	7.7	0	0	0	2 (Baja)	1 (Baja)
Sturnella magna	12	35.7	18.9	0	0	0	2 (Baja)	1 (Baja)
Amphispiza bilineata	44	9.7	2.0	0	0	0	1 (Baja)	0 (Baja)
Mimus polyglottos	35	18.1	12.5	0	0	0	1 (Baja)	1 (Baja)
Leiothlypis celata	6	19.3	0.0	0	0	0	1 (Baja)	0 (Baja)
Sturnella neglecta	33	5.9	0.0	0	0	0	1 (Baja)	0 (Baja)
Thryomanes bewickii	27	13.9	0.0	0	0	0	1 (Baja)	0 (Baja)
Cardinalis cardinalis	9	14.5	7.7	0	0	0	1 (Baja)	1 (Baja)
Anas crecca, A. platyrhynchos, Grus canadensis, Anser albifrons	—	s/d	s/d	2	1	0	Alta*	Alta*

Fuente: Elaboración propia. Banda MT: 8–15 m; banda AT: 15–50 m (supuestos). *Clasificación con base en la literatura, por ausencia de registros de altura de vuelo; s/d = sin datos. Las especies con menos de 5 vuelos se interpretan con cautela.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.5. Electrocución

Nueve de las 16 especies evaluadas presentan envergaduras iguales o superiores a 100 cm, es decir, mayores que la separación vertical mínima recomendada entre fase y tierra, y dos de ellas, el zopilote aura (172 cm) y el zopilote negro (147 cm), se aproximan o superan la separación horizontal de 150 cm (Figura IV.3). El IE clasificó con susceptibilidad alta a ocho especies —Cathartes aura, Coragyps atratus, Buteo jamaicensis, Parabuteo unicinctus, Geranoaetus albicaudatus, Caracara plancus, Corvus cryptoleucus y Bubo virginianus—, que combinan gran envergadura con la percha habitual en postes y torres, y en el caso de los zopilotes, del aguililla rojinegra y del cuervo llanero, con la formación de grupos o dormideros comunales que incrementan la probabilidad de contactos simultáneos. Con susceptibilidad media se ubicaron 5 especies: el gavilán rastrero, el gavilán de Cooper, el cernícalo americano, el verdugo y la paloma huilota, cuyo riesgo se concentra en estructuras con equipo, como transformadores y cuchillas, donde las distancias entre elementos energizados son menores (Tabla IV.3).

Los monitoreos confirman el uso de infraestructura como percha por la avifauna del sitio: en enero de 2019, 12 de las 291 observaciones de sustrato (4.1 %) correspondieron a infraestructura, incluidos cinco registros en postes de cerco, seis en piletas de agua y uno en un tirante de la torre meteorológica, y en otoño de 2018 se registró una percha en poste de cerco. En ausencia de estructuras elevadas en el matorral, cuyos elementos arborescentes rara vez superan 5 m, los postes de la red colectora constituirán los puntos de percha más altos del paisaje y atraerán de manera preferente a rapaces, zopilotes y cuervos, como se ha documentado en zonas áridas del norte de México, donde los postes de concreto con crucetas metálicas presentan una elevada incidencia de electrocución de rapaces y cuervos (Cartron et al., 2005). En la línea de transmisión, las separaciones entre fases de varios metros hacen poco probable la electrocución por contacto, aunque las deyecciones de aves posadas en las crucetas pueden provocar descargas y fallas en la línea (APLIC, 2006).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

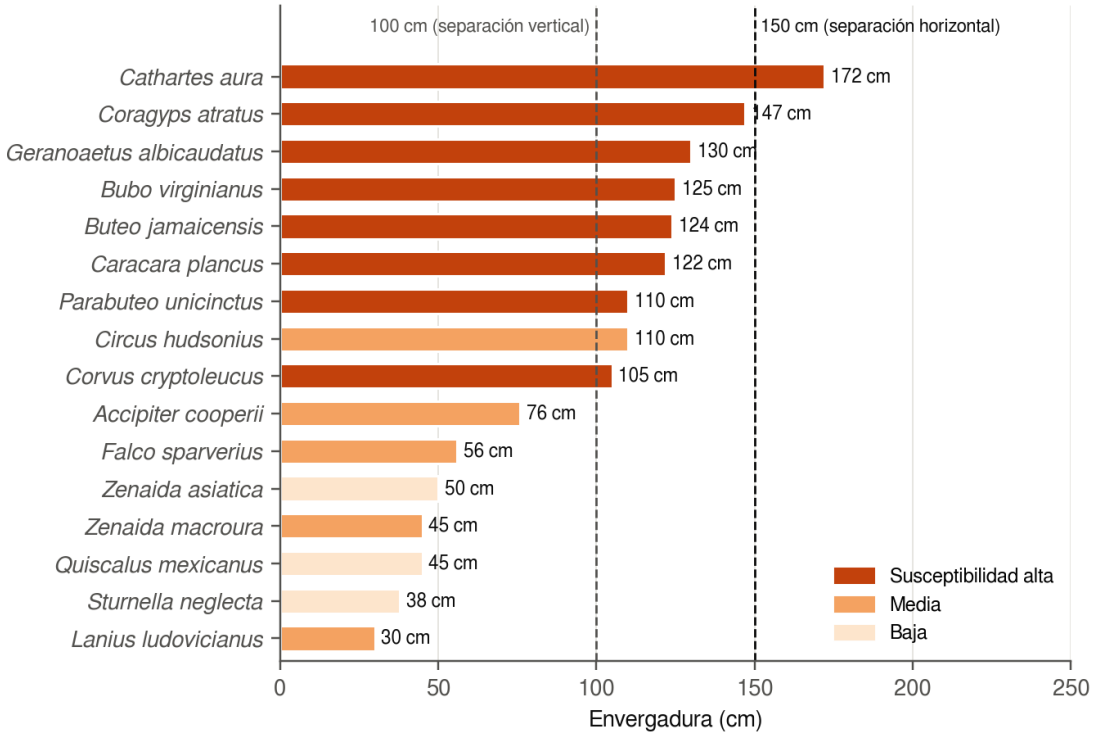
Tabla IV.3. Índice de electrocución (IE) de las especies de aves registradas en el sitio.

Especie	Nombre común	Enverg. (cm)	Tam.	Percha	Temp.	Pers.	Est.	IE	Clase
Cathartes aura	Zopilote aura	172	3	3	O,I,P,V	2	0	8	Alta
Coragyps atratus	Zopilote negro	147	3	3	I,P,V	1	0	7	Alta
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	124	2	2	O,I,P,V	2	1	7	Alta
Geranoaetus albicaudatus	Aguililla cola blanca	130	2	2	V	0	2	6	Alta
Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	110	2	3	I	0	2	7	Alta
Caracara plancus	Caracara quebrantahuesos	122	2	2	I,V	1	1	6	Alta
Corvus cryptoleucus	Cuervo llanero	105	2	3	O,P,V	1	0	6	Alta
Bubo virginianus	Búho cornudo	125	2	2	O,P	1	1	6	Alta
Circus hudsonius	Gavilán rastrero	110	2	1	O,I,P	1	1	5	Media
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	76	1	1	O,I,P	1	2	5	Media
Falco sparverius	Cernícalo americano	56	0	2	O,I,P,V	2	1	5	Media
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	30	0	2	O,I,V	1	1	4	Media
Zenaida macroura	Paloma huilota	45	0	2	O,I,P,V	2	0	4	Media
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	50	0	2	O,V	1	0	3	Baja
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	45	0	2	V	0	0	2	Baja
Sturnella neglecta	Pradero occidental	38	0	1	O,I,P,V	2	0	3	Baja

Fuente: Elaboración propia. Envergaduras aproximadas con base en literatura ornitológica. Temporadas: O = otoño 2018; I = invierno 2019; P = primavera 2019; V = verano 2026.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.3. Envergadura de las especies evaluadas respecto a las separaciones mínimas recomendadas por APLIC (2006) y clase de susceptibilidad a la electrocución.



Fuente: Elaboración propia con base en APLIC (2006).

IV.6. Quirópteros y mariposa monarca

Los murciélagos detectan los conductores y estructuras estáticas mediante ecolocalización y su tamaño reduce la probabilidad de contacto simultáneo entre fases, por lo que la colisión con líneas y la electrocución no se consideran causas relevantes de mortalidad para las 14 especies registradas; su riesgo se concentra en los aerogeneradores, por colisión y barotrauma. En el caso de la mariposa monarca, el 99.8 % de las 526 observaciones de otoño de 2018 se registró por debajo de 31.1 m, el 53.2 % entre 1 y 10 m y el 38.8 % entre 11 y 20 m; si bien estas alturas coinciden con las bandas de las líneas, el tamaño y la baja velocidad de vuelo de la especie hacen improbable una afectación significativa por colisión con conductores, y no es susceptible a electrocución.

IV.7. Matriz integrada de riesgo

La matriz integrada (Figura IV.4) muestra que el riesgo se distribuye de manera diferenciada entre los componentes del proyecto. Los aerogeneradores representan el mayor riesgo para las aves planeadoras y rapaces de gran envergadura (5 especies en clase alta), la red colectora para las columbiformes y las aves acuáticas (4 en clase alta), la línea de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

transmisión para las rapaces de vuelo activo, el zopilote negro, los túrdidos gregarios y las aves acuáticas (8 en clase alta), y la electrocución para las especies de gran envergadura que perchan en postes (8 en clase alta). Cuatro especies combinan riesgo alto de colisión con aerogeneradores y de electrocución: Cathartes aura, Coragyps atratus —que además presenta riesgo alto de colisión con la línea de transmisión—, Buteo jamaicensis y Geranoaetus albicaudatus, esta última sujeta a protección especial. Las otras dos especies Pr combinan riesgos altos en dos componentes: el aguililla rojinegra, en la línea de transmisión y por electrocución, y el gavilán de Cooper, en los aerogeneradores y la línea de transmisión. Estas seis especies, junto con las aves acuáticas del sitio Ramsar, constituyen el grupo prioritario para las medidas de manejo.

Figura IV.4. Matriz integrada de riesgo de colisión y electrocución por especie y componente del proyecto.

	Colisión con aerogeneradores	Colisión con red colectora MT	Colisión con línea AT	Electrocución
Cathartes aura	Alta	Baja	Media	Alta
Coragyps atratus	Alta	Baja	Alta	Alta
Buteo jamaicensis	Alta	Baja	Media	Alta
Geranoaetus albicaudatus	Alta	Media	Media	Alta
Parabuteo unicinctus	Media	Media	Alta	Alta
Accipiter cooperii	Alta	Media	Alta	Media
Caracara plancus	Media	Baja	Media	Alta
Falco sparverius	Media	Media	Media	Media
Circus hudsonius	Baja	Baja	Alta	Media
Corvus cryptoleucus	Media	Baja	Media	Alta
Bubo virginianus	Baja	Baja	Baja	Alta
Turdus migratorius	Baja	Media	Alta	Baja
Sialia currucoides	Baja	Baja	Alta	Baja
Zenaida macroura	Baja	Alta	Alta	Media
Zenaida asiatica	Baja	Alta	Media	Baja
Columbina passerina	Baja	Alta	Media	Baja
Haemorhous mexicanus	Baja	Media	Media	Baja
Lanius ludovicianus	Baja	Baja	Baja	Media
*Aves acuáticas**	Media	Alta	Alta	Baja

Fuente: Elaboración propia. *Aves acuáticas: Anas crecca, A. platyrhynchos y especies del criterio 5 del sitio Ramsar (Grus canadensis, Anser albifrons); clasificación con base en la literatura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

V. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los tres mecanismos de mortalidad afectan a gremios distintos de la avifauna del sitio y a franjas de altura diferentes. Los aerogeneradores, con el rotor entre 31.1 y 206.1 m, interceptan el espacio aéreo de las aves planeadoras y de las rapaces, mientras que la avifauna residente de matorral, que vuela mayoritariamente por debajo de 15 m, queda expuesta principalmente a la red colectora. La línea de transmisión, con conductores y cable de guarda entre 15 y 50 m, se superpone con los vuelos de transición de casi todos los grupos y con la franja que utilizan las bandadas de túrdidos, palomas y, potencialmente, aves acuáticas, por lo que su trazo y su marcaje son determinantes del riesgo.

La electrocución es el riesgo de mayor relevancia para las rapaces sujetas a protección especial y para los catártidos, y, a diferencia de la colisión con aerogeneradores, es prevenible casi en su totalidad desde el diseño. La literatura coincide en que la mayor parte de los eventos se concentra en un número reducido de estructuras —postes con transformadores, cuchillas y apartarrayos, estructuras de remate y derivación, y puentes o jumpers sin aislar— y en configuraciones con crucetas metálicas o postes aterrizados (Harness y Wilson, 2001; APLIC, 2006; Lehman et al., 2007). En el norte de México, los postes de concreto con crucetas metálicas se han asociado a tasas elevadas de electrocución de rapaces y cuervos (Cartron et al., 2005), por lo que la red colectora aérea del proyecto debe diseñarse con criterios antielectrocución desde la ingeniería básica.

Para la colisión con líneas, el marcaje del cable de guarda con desviadores de vuelo es la medida de mayor aplicación; su eficacia varía entre especies, dispositivos y configuraciones, desde reducciones significativas de la mortalidad en el análisis conjunto de estudios (Barrientos et al., 2011) hasta reducciones moderadas en diseños experimentales controlados (Barrientos et al., 2012), por lo que debe complementarse con la selección del trazo y con el seguimiento de la mortalidad. En el caso de los aerogeneradores, las estimaciones del modelo de Band constituyen valores de referencia conservadores, cuya verificación depende del programa de seguimiento post-construcción.

Las principales limitaciones del estudio son la falta de definición de la ingeniería de la red colectora, la subestación y la línea de transmisión, por lo que las bandas de altura y las separaciones se adoptaron como supuestos; la estimación visual de las alturas de vuelo y su reconstrucción mediante distribuciones triangulares; la ausencia de registros de altura para las aves acuáticas y de observaciones crepusculares en bordos; y la falta de registros de migración nocturna. Una vez definidos el trazo y las características de las líneas, el análisis deberá actualizarse con la longitud de los tramos, su orientación respecto a los desplazamientos de las aves y su proximidad a bordos y escurrimientos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y SEGUIMIENTO

VI.1. Especificaciones de diseño y medidas por componente

Las medidas de la Tabla VI.1 se orientan a eliminar el riesgo de electrocución desde el diseño, a reducir la probabilidad de colisión con las líneas y los aerogeneradores, y a verificar su eficacia durante la operación.

Tabla VI.1. Especificaciones de diseño y medidas de prevención y mitigación por componente del proyecto.

Componente	Medida	Especificación o criterio	Especies objetivo
Red colectora MT	Diseño antielectrocución	Separación mínima de 150 cm horizontal y 100 cm vertical entre fases y entre fase y tierra en todas las zonas de percha (APLIC, 2006); crucetas de fibra de vidrio o aislantes; evitar tirantes, crucetas y herrajes aterrizados a menos de 150 cm de los conductores.	Catártidos, rapaces, cuervo llanero, búho cornudo
Red colectora MT	Aislamiento de equipos y puentes	Cubiertas aislantes en boquillas de transformadores, cuchillas, apartarrayos y puentes (jumpers); conductores de puente aislados en estructuras de remate, derivación y ángulo.	Todas las especies con IE alto y medio
Red colectora MT	Perchas y nidos	Perchas alternativas elevadas y seguras sobre las crucetas en tramos de alta actividad; manejo de nidos en estructuras en coordinación con la autoridad.	Rapaces, cuervo llanero
Red colectora MT	Colisión en tramos sensibles	Soterrar o marcar con desviadores de vuelo los tramos que crucen bordos, escurrimientos principales y bordes de lomerío.	Columbiformes, aves acuáticas, túrdidos
Subestación	Diseño de barras y equipos	Separaciones de seguridad para aves, cubiertas aislantes en boquillas y barras, y dispositivos antipercha en elementos energizados.	Rapaces, cuervo llanero
Línea de transmisión	Selección de trazo	Evitar el cruce de bordos y del sistema hidrográfico del sitio Ramsar; cruzar valles y escurrimientos en forma perpendicular; aprovechar corredores de infraestructura existentes.	Aves acuáticas, grullas, rapaces
Línea de transmisión	Configuración y marcaje	Preferir configuraciones de conductores en un solo plano horizontal; instalar desviadores de vuelo en el cable de guarda conforme a APLIC (2012), con mayor densidad en cruces de escurrimientos y cerca de bordos.	Zopilote negro, túrdidos, palomas, aves acuáticas
Torres meteorológicas	Tirantes	Marcar los tirantes con desviadores o esferas de alta visibilidad; retirar las torres temporales al concluir la campaña de medición.	Rapaces, paseriformes gregarios
Aerogeneradores	Medidas operativas	Mantener la punta de pala inferior ≥ 31.1 m; manejo de carroña en 300 m alrededor de cada aerogenerador; incremento de la velocidad de arranque a 5.0 m/s de julio a noviembre para murciélagos.	Catártidos, rapaces, murciélagos
Todos	Iluminación	Solo luces de obstrucción aeronáutica de destello rojo sincronizado; evitar iluminación continua en plataformas y subestación.	Aves migratorias nocturnas, murciélagos

Fuente: Elaboración propia con base en APLIC (2006; 2012), Harness y Wilson (2001), Arnett et al. (2011) y el Estudio de colisión de fauna voladora y alturas de vuelo del proyecto.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VI.2. Programa de seguimiento de mortalidad

Se propone un programa de seguimiento de mortalidad por colisión y electrocución con una duración mínima de dos años a partir del inicio de la operación, con los componentes y criterios de la Tabla VI.2. Las tasas de mortalidad deberán corregirse por la eficiencia de los buscadores y la persistencia de los cadáveres mediante estimadores reconocidos (Huso, 2011), y los resultados se compararán con las estimaciones del presente estudio para activar, en su caso, las medidas de manejo adaptativo.

Tabla VI.2. Componentes del programa de seguimiento de mortalidad por colisión y electrocución.

Componente	Unidad de muestreo	Frecuencia	Indicador
Aerogeneradores	Muestra mínima de 22 aerogeneradores (50 %); radio de búsqueda igual a la altura total	Semanal en migración y verano; quincenal el resto del año	Mortalidad corregida por especie, aerogenerador y temporada
Red colectora MT	Radio de 10 m alrededor del 100 % de los postes con equipo y de al menos 30 % de los postes de paso	Mensual; quincenal en migración	Electrocuciones y colisiones por poste y por kilómetro
Línea de transmisión	Franja de 25 m a cada lado del eje en tramos que cubran al menos 20 % de la longitud, con prioridad en cruces de escurrimientos y cercanía a bordos	Mensual; quincenal de noviembre a marzo	Colisiones por kilómetro y temporada; eficacia de los desviadores
Subestación y torres meteorológicas	Perímetro de la subestación y radio de 50 m alrededor de cada torre	Mensual	Eventos por estructura
Pruebas de corrección	Pruebas de eficiencia de búsqueda y de persistencia de cadáveres	Dos veces por temporada	Factores de corrección por tipo de vegetación
Manejo adaptativo	Revisión de resultados	Semestral	Activación de medidas adicionales ante cualquier evento con especies NOM-059 o ante mortalidad superior a la estimada

Fuente: Elaboración propia con base en APLIC (2012) y Huso (2011).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VII. CONCLUSIONES

- El proyecto presenta tres mecanismos de mortalidad directa de fauna voladora: la colisión con los aerogeneradores, la colisión con las líneas eléctricas y torres atirantadas, y la electrocución en la red colectora aérea y la subestación, que afectan a gremios y franjas de altura distintos.
- La colisión con los aerogeneradores afecta principalmente a catártidos y rapaces: el 28.9 % de los vuelos se ubicó en la ZBR y el modelo de Band estima 85.2 colisiones de aves por año para los 44 aerogeneradores en el escenario de referencia (1.93 por aerogenerador), de las cuales el 77.6 % corresponde a los zopilotes y 1.67 a especies sujetas a protección especial. Los murciélagos molósidos y del género Lasiurus presentan exposición elevada al rotor.
- El 12.8 % de los vuelos de 2018–2019 se ubicó en la banda de los conductores de la red colectora (8–15 m) y el 26.3 % en la de la línea de transmisión (15–50 m); las columbiformes y las aves acuáticas presentan la mayor susceptibilidad a la colisión con la red colectora, y las rapaces de vuelo activo, el zopilote negro, los túrdidos gregarios y las aves acuáticas, con la línea de transmisión.
- Ocho especies presentan susceptibilidad alta a la electrocución por su gran envergadura y su conducta de percha en estructuras elevadas, entre ellas el aguililla rojinegra y el aguililla cola blanca, sujetas a protección especial; el riesgo es prevenible mediante separaciones de 150 cm horizontales y 100 cm verticales y el aislamiento de equipos y puentes.
- La incidencia del proyecto en el sitio Ramsar “Río Sabinas” hace del trazo de la línea de transmisión y de la red colectora respecto a los bordos un factor determinante del riesgo para las aves acuáticas migratorias.
- La adopción de las especificaciones de diseño, las medidas de mitigación y el programa de seguimiento propuestos permitirá eliminar el riesgo de electrocución, reducir el de colisión y verificar las estimaciones del presente estudio durante la operación. Los parámetros de la red colectora, la subestación y la línea de transmisión deberán actualizarse con la ingeniería definitiva.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

VIII. LITERATURA CITADA

APLIC – Avian Power Line Interaction Committee (2006). Suggested practices for avian protection on power lines: the state of the art in 2006. Edison Electric Institute, APLIC y California Energy Commission. Washington, D.C. y Sacramento, California.

APLIC – Avian Power Line Interaction Committee (2012). Reducing avian collisions with power lines: the state of the art in 2012. Edison Electric Institute y APLIC. Washington, D.C.

Arnett, E. B., Brown, W. K., Erickson, W. P., Fiedler, J. K., Hamilton, B. L., Henry, T. H., Jain, A., Johnson, G. D., Kerns, J., Koford, R. R., Nicholson, C. P., O'Connell, T. J., Piorkowski, M. D. y Tankersley, R. D. (2008). Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. Journal of Wildlife Management, 72(1), 61–78.

Arnett, E. B., Huso, M. M. P., Schirmacher, M. R. y Hayes, J. P. (2011). Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. Frontiers in Ecology and the Environment, 9(4), 209–214.

Band, W. (2012). Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. SOSS, The Crown Estate / British Trust for Ornithology, Reino Unido.

Band, W. (2024). Using a collision risk model to assess bird collision risks for onshore wind farms. NatureScot Research Report 909. NatureScot, Inverness.

Barrientos, R., Alonso, J. C., Ponce, C. y Palacín, C. (2011). Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. Conservation Biology, 25(5), 893–903.

Barrientos, R., Ponce, C., Palacín, C., Martín, C. A., Martín, B. y Alonso, J. C. (2012). Wire marking results in a small but significant reduction in avian mortality at power lines: a BACI designed study. PLoS ONE, 7(3), e32569.

Bernardino, J., Bevanger, K., Barrientos, R., Dwyer, J. F., Marques, A. T., Martins, R. C., Shaw, J. M., Silva, J. P. y Moreira, F. (2018). Bird collisions with power lines: state of the art and priority areas for research. Biological Conservation, 222, 1–13.

Bevanger, K. (1998). Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. Biological Conservation, 86, 67–76.

Cartron, J.-L. E., Harness, R. E., Rogers, R. C. y Manzano-Fischer, P. (2005). Impact of concrete power poles on raptors and ravens in northwestern Chihuahua, Mexico. En: Cartron, J.-L. E., Ceballos, G. y Felger, R. S. (eds.), Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico (pp. 357–369). Oxford University Press, Nueva York.

Drewitt, A. L. y Langston, R. H. W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis, 148, 29–42.

Harness, R. E. y Wilson, K. R. (2001). Electric-utility structures associated with raptor electrocutions in rural areas. Wildlife Society Bulletin, 29(2), 612–623.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Huso, M. M. P. (2011). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22, 318–329.

Janss, G. F. E. (2000). Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. Biological Conservation, 95, 353–359.

Lehman, R. N., Kennedy, P. L. y Savidge, J. A. (2007). The state of the art in raptor electrocution research: a global review. Biological Conservation, 136, 159–174.

Loss, S. R., Will, T. y Marra, P. P. (2014). Refining estimates of bird collision and electrocution mortality at power lines in the United States. PLoS ONE, 9(7), e101565.

NatureScot (2025). Wind farm impacts on birds – Use of avoidance rates in the NatureScot wind farm collision risk model. Guidance, versión 4, septiembre de 2025. NatureScot, Inverness.

Nordex Energy SE & Co. KG – Acciona Windpower (2024). WT N175 6.X TS119-02. Plano DG201400-00, hojas 1/2 y 2/2, escala 1:750.

Parque Eólico La Noria (2026). Monitoreo de aves Parque Eólico La Noria. Informe de verano. Agosto de 2026. Informe técnico.

Parque Eólico La Noria (s. f.). Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica. Caracterización ambiental.

SEMARNAT (1998). Norma Oficial Mexicana NOM-114-SEMARNAT-1998, que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas. Diario Oficial de la Federación, 23 de noviembre de 1998.

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; modificación del Anexo Normativo III publicada el 14 de noviembre de 2019.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas (2018). Monitoreo de aves, murciélagos y mariposa monarca. Temporada otoño 2018. Proyecto Parque Eólico La Noria. Informe técnico.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas (2019a). Monitoreo de aves, murciélagos y mariposa monarca. Temporada invierno 2019. Proyecto Parque Eólico La Noria. Informe técnico.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas (2019b). Monitoreo de aves, murciélagos y mariposa monarca. Temporada primavera 2019. Proyecto Parque Eólico La Noria. Informe técnico.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO

“PARQUE EÓLICA LA NORIA”

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

MEDIO ABIÓTICO, SOCIOECONÓMICO Y PAISAJE

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Índice

I. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica 5
I.1. Medio abiótico 5
I.1.1. Clima 5
I.1.2. Fenómenos meteorológicos 9
I.1.3. Geomorfología 15
I.1.4. Suelo ..... 29~~27~~
I.1.5. Geología ..... 37~~35~~
I.1.6. Agua ..... 38~~36~~
I.1.7. Aire ..... 51~~49~~
I.2. Medio biótico ..... 53~~51~~
I.2.1. Uso de suelo y vegetación ..... 53~~51~~
I.2.2. Corredores biológicos ..... 68~~66~~
I.3. Medio socioeconómico ..... 69~~67~~
I.3.1. Contexto regional ..... 70~~68~~
I.3.2. Contexto municipal ..... 70~~68~~
I.4. Paisaje ..... 77~~75~~
I.5. Sitio Ramsar ..... 83~~81~~

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de tipos de climas en la RE, AI y AP. 6
Figura 2. Nivel de riesgo por heladas en la RE, AI y AP. 10
Figura 3. Nivel de riesgo por ciclones en la RE, AI y AP. 11
Figura 4. Nivel de peligro por granizo en la RE. 12
Figura 5. Nivel de peligro por sequía en la RE, AI y AP. 13
Figura 6. Vulnerabilidad a inundaciones. 14
Figura 7. Vulnerabilidad a deslaves. 15
Figura 8. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas. 16
Figura 9. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subprovincias fisiográficas. 17
Figura 10. Topoformas presentes en la RE, AI y AP. 18
Figura 11. Gradiente altitudinal de la RE, AI y AP. ..... 20~~19~~
Figura 12. Rango de pendientes en la RE, AI y AP. ..... 22~~21~~
Figura 13. Ubicación de fallas y fracturas en la RE, AI y AP. ..... 23~~22~~
Figura 14. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la Regionalización Sísmica de México. ..... 24~~23~~

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 15. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en la RE, AI y AP. 2625
Figura 16. Nivel de peligro por hundimiento con respecto a la RE, AI y AP. 2726
Figura 17. Nivel de peligro por inundaciones en la RE, AI y AP. 2827
Figura 18. Tipos de suelo presentes en la RE, AI y AP. 3029
Figura 19. Clases de erosión presentes en la RE, AI y AP. 3534
Figura 20. Degradación de suelos en la RE, AI y AP. 3736
Figura 21. Unidades litoestratigráficas presentes en la RE, AI y AP. 3837
Figura 22. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las regiones hidrográficas. 3938
Figura 23. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las cuencas. 4039
Figura 24. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subcuencas hidrológicas. 4140
Figura 25. Ubicación de la RE con respecto a las microcuencas. 4241
Figura 26. Hidrología superficial de la RE, AI y AP. 4342
Figura 27. Hidrología superficial del AP. 4443
Figura 28. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los humedales. 4948
Figura 29. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los acuíferos. 5049
Figura 30. Uso de suelo y vegetación presente en la RE, AI y AP, de acuerdo con el INEGI. 5554
Figura 31. Uso de suelo y vegetación de campo en la RE, AI y AP. 5857
Figura 32. Uso de suelo y vegetación de campo en el AI. 5958
Figura 33. Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del AP. 6059
Figura 34. Superficie panorámica de matorral desértico micrófilo en el AP y AI. 6261
Figura 35. Superficie panorámica de matorral desértico micrófilo en el AP y AI. 6362
Figura 36. Condiciones de la vegetación de matorral desértico rosetófilo en el AP. 6463
Figura 37. Condiciones de la vegetación de matorral desértico rosetófilo vista desde el AP hacia el AI y RE. 6463
Figura 38. Superficie panorámica de Matorral Espinoso Tamaulipeco en la RE. 6665
Figura 39. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores bioclimáticos. 6968
Figura 40. Jefatura de hogar en las viviendas particulares habitadas de Sabinas y Villa Unión. 7271
Figura 41. Población económicamente activa (PEA) y no económicamente activa (PNEA) del municipio de Juárez. 7372
Figura 42. Principales niveles de escolaridad en Sabinas y Villa Unión. 7473
Figura 43. Cobertura de servicios de salud en Sabinas y Villa Unión. 7473
Figura 44. Población con lugar de residencia distinto en marzo de 2015 y causa de la migración, Sabinas, Juárez y Villa Unión. 7574

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 45. Indicadores de pobreza y carencias sociales en Sabinas, Juárez y Villa Unión. 7675
Figura 46. Coeficiente de Gini en Sabinas, Juárez y Villa Unión. 7776
Figura 47. Ubicación del AP con respecto al sitio Ramsar "Río Sabinas"..... 8382
Figura 48. Ubicación del AP con respecto a la red hidrográfica. 8483
Figura 49. Desemboque de la red hidrográfica sobre la cual incide el Proyecto en la parte alta, a su paso por la cabecera municipal de Sabinas, Coahuila. 8584

Índice de tablas

Tabla 1. Estación climatológica próxima a la RE. 6
Tabla 2. Temperatura media mensual. 7
Tabla 3. Comportamiento de la temperatura. 8
Tabla 4. Precipitación anual. 8
Tabla 5. Comportamiento de la precipitación. 9
Tabla 6. Superficie por tipo de suelo y textura en la RE, AI y AP. 3028
Tabla 7. Superficie por clase, tipo, forma y grado de erosión. 3634
Tabla 8. Incidencia en componentes hídricos. 4442
Tabla 9. Situación de los acuíferos en los cuales inciden la RE, AI y AP. 5048
Tabla 10. Toneladas de contaminantes criterio emitidos por municipio presente en la RE, AI y AP. 5250
Tabla 11. Toneladas de contaminantes criterio por tipo de fuente y municipio. 5250
Tabla 12. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI. 5351
Tabla 13. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo. 5654
Tabla 14. Superficies con vegetación forestal en la RE, AI y AP determinado en campo. 5755
Tabla 15. Incidencia de los componentes del AP en el USV determinado en campo. 5755
Tabla 16. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para la RE, AI y AP. 7876
Tabla 17. Escala de referencia utilizada para determinar la calidad visual. 8078
Tabla 18. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV. 8179
Tabla 19. Escala de referencia CAV. 8280

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica

La caracterización del medio físico se hizo a través de un análisis documental y cartográfico elaborado con base en información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (**INEGI**[1]), así como de diversas dependencias gubernamentales. Los aspectos del medio biótico se describieron con base en los trabajos de campo realizados en la **RE**, **AI** y **AP,** complementándose con información del **INEGI** y la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**), como fuentes principales. Los aspectos del medio socioeconómico se caracterizaron a nivel municipal con la información del último censo del **INEGI** (2020) así como los estudios de marginación elaborados por el Consejo Nacional de Población (**CONAPO**)[2].

I.1. Medio abiótico

I.1.1. Clima

El clima es la interacción de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un área de la superficie terrestre o, también, es un conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una determinada región. Entre los componentes del clima destacan la temperatura, la presión atmosférica, la humedad, el viento y la precipitación. Los factores que modifican estos componentes son la latitud, el relieve e, incluso, las corrientes oceánicas.

Las variables ambientales hacen muy complejo establecer una clasificación de los climas del mundo. Con base en la clasificación de Köppen, los climas se dividen en seis grandes grupos basados en los niveles de temperatura y aridez. Para su clasificación se utilizan cuatro grupos o unidades: clima cálido, clima frío, clima seco y clima templado. Estos a su vez, dependiendo de la humedad, son clasificados de forma general como húmedo, subhúmedo, semiseco y seco.

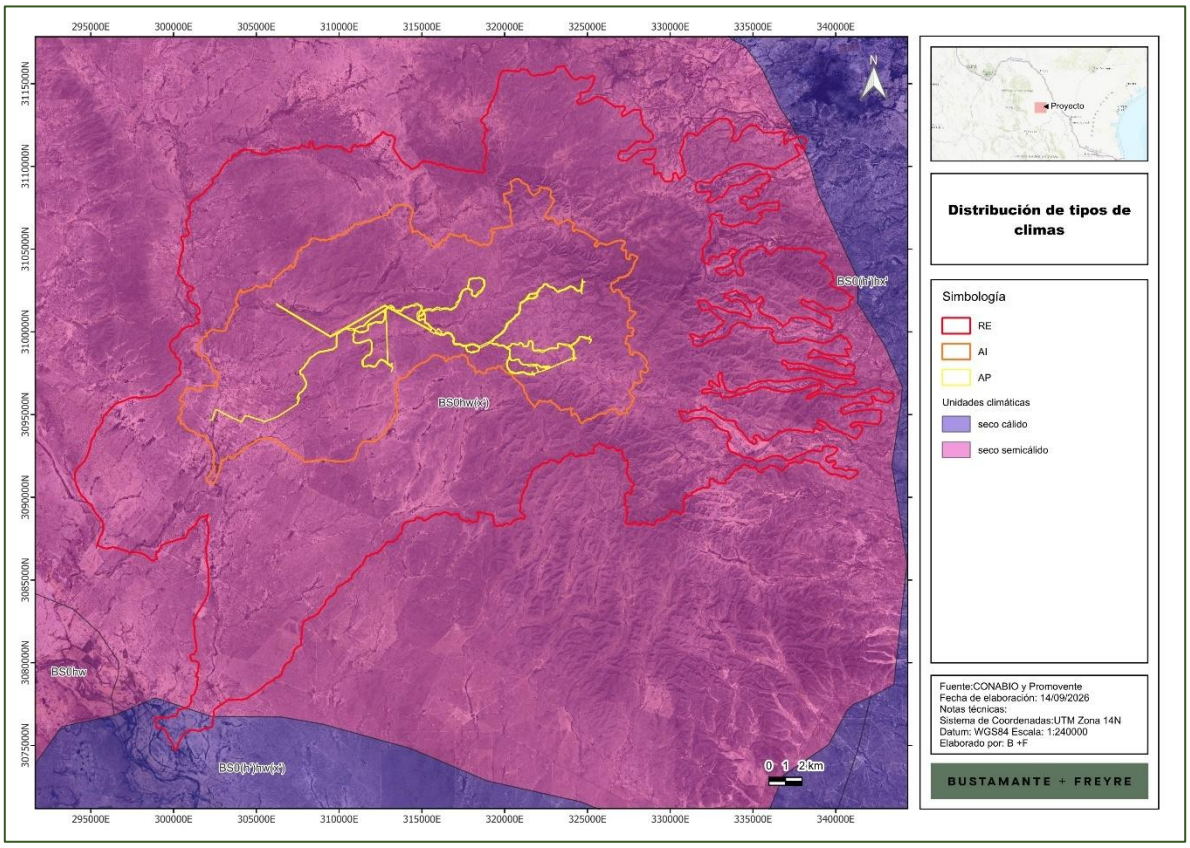
México utiliza un sistema de climas basado en la clasificación de Köppen, con las modificaciones que realizó E. García en 1964 para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional[3] y, posteriormente, para el **INEGI** en 1980.

Como se muestra en la siguiente tabla y figura, de acuerdo con esta clasificación, en la mayor parte de la **RE,** así como en la totalidad del **AI** y **AP** se presenta clima **seco semicálido** (BS0hw(x')), en mínima proporción al noreste y suroeste la **RE** tiene incidencia en clima de tipo **seco cálido**, como se muestra en la siguiente figura.

[1] http://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/
[2] http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones
[3] http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 1. Distribución de tipos de climas en la RE, AI y AP.



Para realizar un análisis detallado de las condiciones meteorológicas del área de estudio, se llevó a cabo el análisis de la información la Red de Estaciones Climatológicas de la **CONAGUA** (2024), de la revisión realizada se identificó que, la estación próxima a la RE y que se encuentra operando y con datos para el periodo de 1991 a 2020 es la estación Sabinas (DGE), la cual se encuentra a aproximadamente 6.7 km al suroeste de la RE, esta se ubica en el mismo tipo de clima dominante: seco semicálido. Los datos de identificación de dicha estación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Estación climatológica próxima a la RE.

Nombre	Número	Estado	Municipio	Lat	Lon	Alt (msnm)	Periodo
Sabinas (DGE)	2033	Coahuila de Zaragoza	Sabinas	27.84666667	-101.1227778	339	1991-2020

Con el registro de información de las estaciones, se realizó una síntesis de las variables climatológicas de temperatura y precipitación, obteniendo la siguiente información.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Temperatura**

Como se puede observar en la siguiente tabla y figura, la temperatura promedio indicada por la estación consultada es de 23.1°C, con una temperatura mínima de 15.6°C y una máxima de 30.6°C.

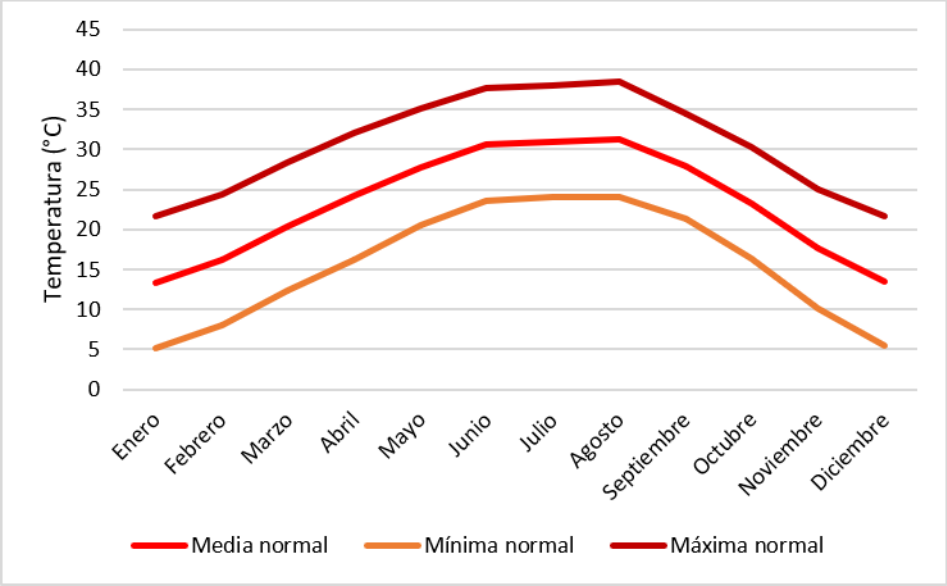
Tabla 2. Temperatura media mensual.

Mes	Temperatura (°C)		
	Media normal	Mínima normal	Máxima normal
Enero	13.4	5.2	21.6
Febrero	16.2	8	24.3
Marzo	20.3	12.4	28.3
Abril	24.2	16.2	32.1
Mayo	27.8	20.6	35.1
Junio	30.6	23.5	37.6
Julio	31	24	38
Agosto	31.2	24	38.4
Septiembre	27.9	21.3	34.5
Octubre	23.3	16.3	30.3
Noviembre	17.6	10.2	25
Diciembre	13.5	5.4	21.6
Promedio	**23.1**	**15.6**	**30.6**

Como se observa en la siguiente figura las temperaturas más altas se dan en los meses de junio a agosto en las cuales se tiene una normal de hasta 31.2°C con una máxima de 38°C; mientras que, los meses más fríos son diciembre y enero con una temperatura de 13.4°C.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 3. Comportamiento de la temperatura.



- **Precipitación**

Conforme a los datos de la estación consultada y como se muestra en la siguiente tabla y figura, la precipitación total anual es de 469.2 mm, como se muestra en la siguiente tabla.

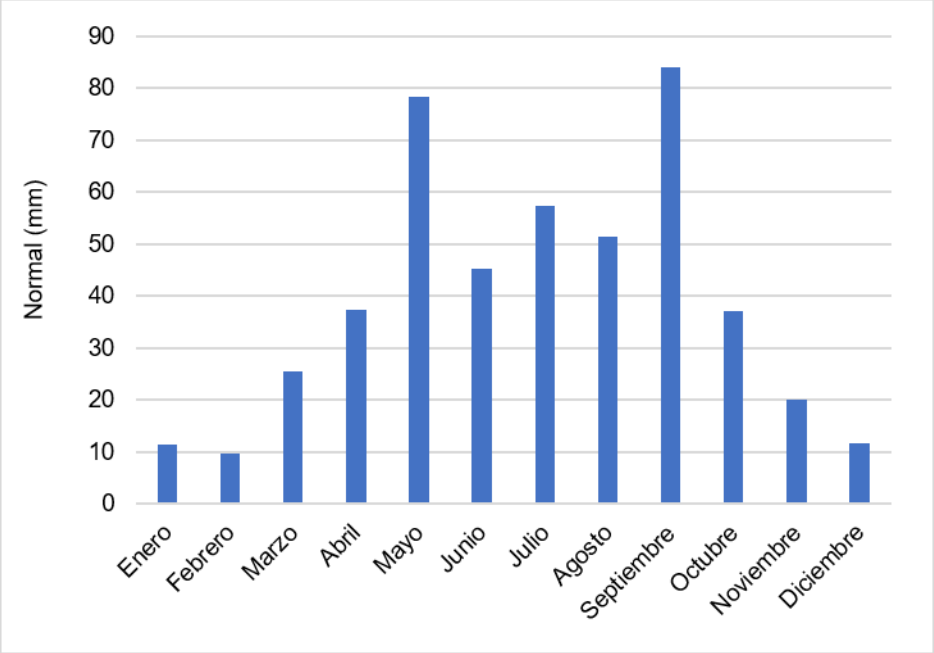
Tabla 4. Precipitación anual.

Mes	Precipitación (mm)		
	Normal	Máxima mensual	Máxima diaria
Enero	11.5	57.5	29
Febrero	9.8	37	29
Marzo	25.6	149.5	79
Abril	37.3	224	125
Mayo	78.3	253.5	170
Junio	45.2	163.5	90
Julio	57.4	189	101.5
Agosto	51.4	239	103
Septiembre	84	304	145
Octubre	37.1	134.6	101.5
Noviembre	20	83.5	49
Diciembre	11.6	65.5	29
Total	469.2	-	-

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De acuerdo con el comportamiento de la precipitación normal se observa que los meses más lluviosos son de mayo a septiembre, con precipitaciones de hasta 84 mm en septiembre, mientras que los meses de menor precipitación son de diciembre a febrero.

Tabla 5. Comportamiento de la precipitación.



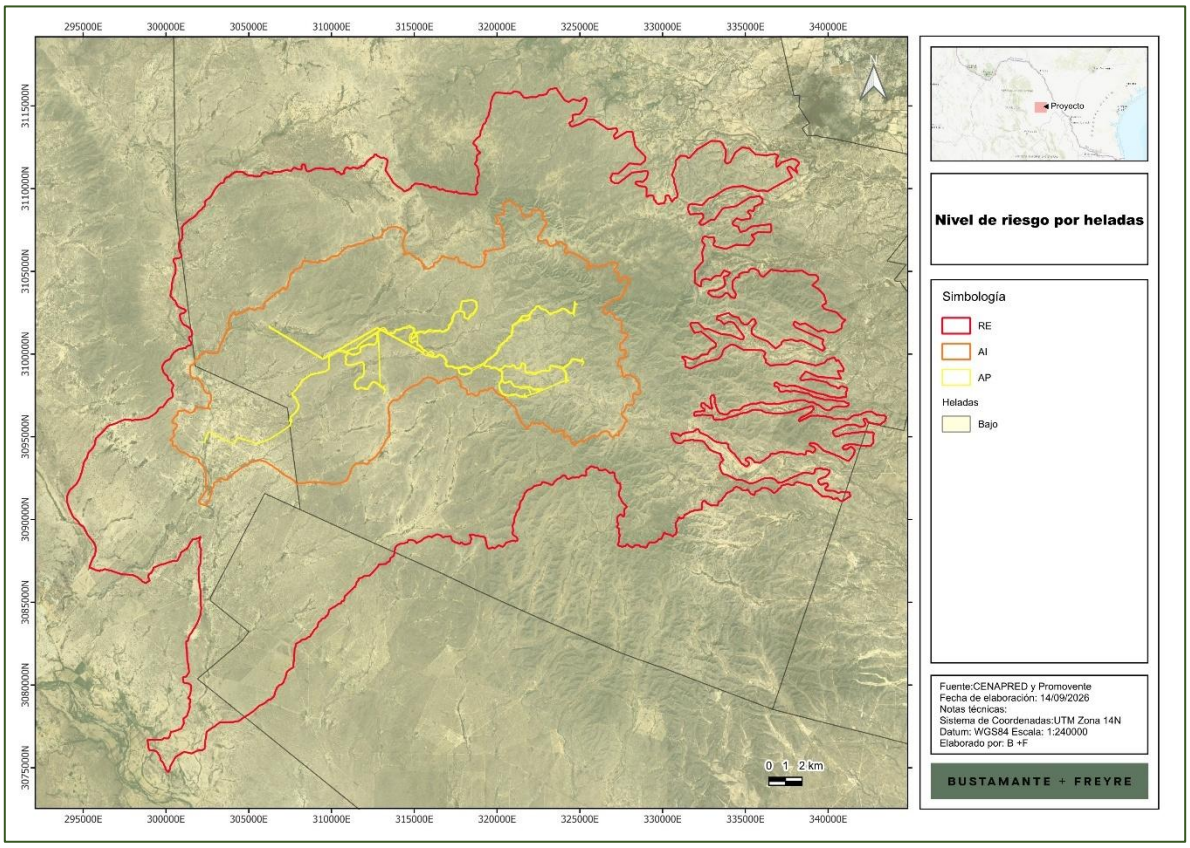
I.1.2. Fenómenos meteorológicos

I.1.2.1. Heladas

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno es < 0 °C durante un tiempo mayor a cuatro horas. Conforme al Atlas Nacional de Riesgos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), como se observa en la siguiente figura, el nivel de riesgo por heladas en la **RE, AI** y **AP** es bajo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 2. Nivel de riesgo por heladas en la RE, AI y AP.



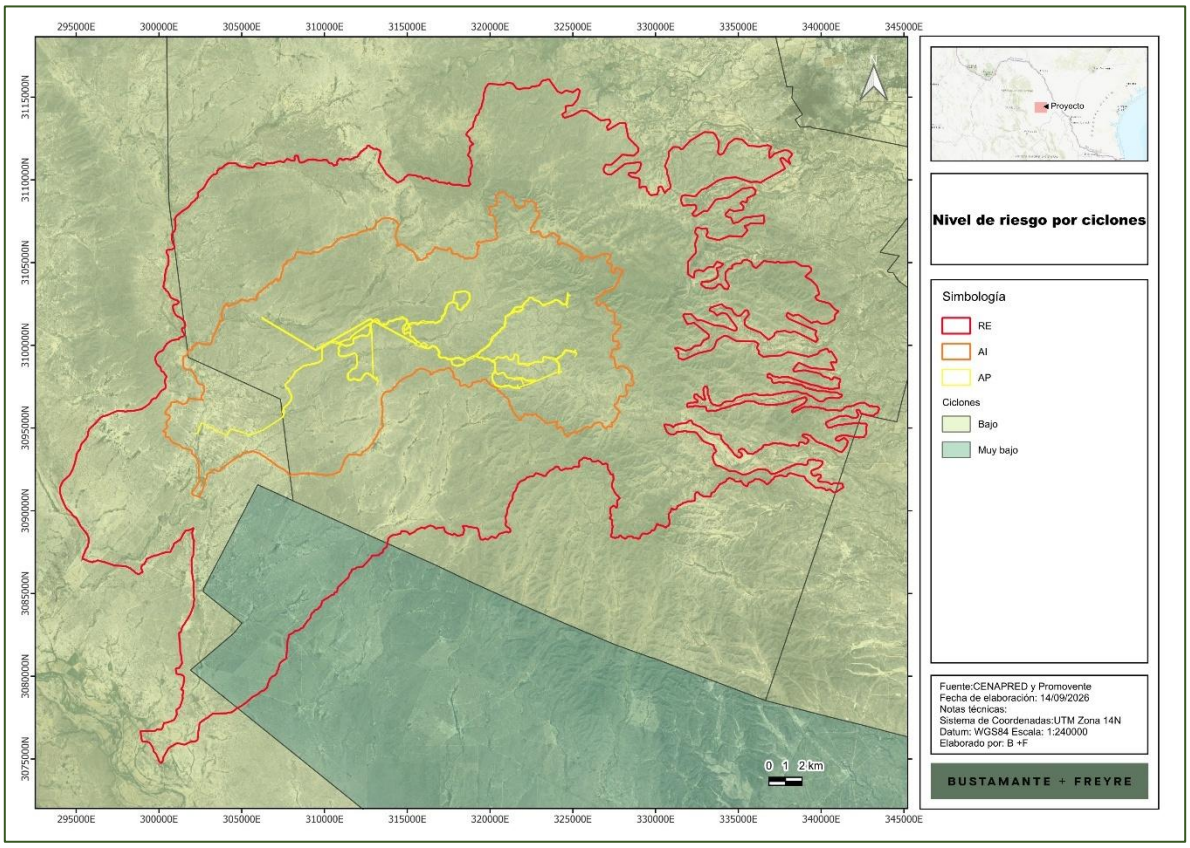
I.1.2.2. Ciclones

Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañado de lluvias intensas.

De acuerdo con la información de peligro por ciclones tropicales de CENAPRED, el AP y el AI se localizan en su totalidad dentro de la categoría de riesgo **Bajo**, condición que predomina en la porción centro y norte de la RE. Únicamente el extremo sur del polígono RE se traslapa parcialmente con la categoría de riesgo **Muy bajo**, la cual ocupa el cuadrante suroeste-sureste del área de estudio.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 3. Nivel de riesgo por ciclones en la RE, AI y AP.

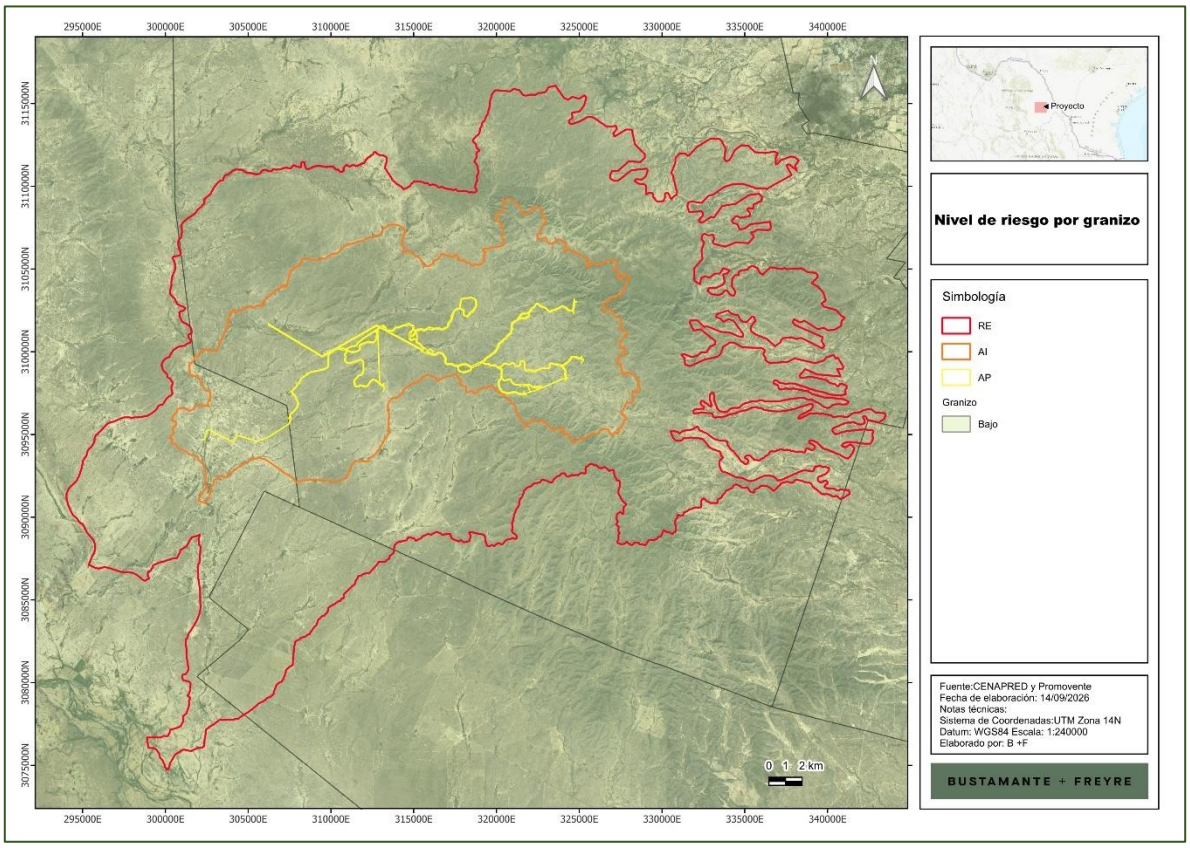


I.1.2.3. Granizo

El granizo es un tipo de precipitación que se forma cuando las gotas de agua al interior de las nubes de tormenta (cumulonimbos) son impulsadas hacia zonas frías, en donde se congelan. Al chocar con otras gotas congeladas se aglutinan y crecen formando piedras de hielo que se precipitan debido a su peso. De acuerdo con los datos del **CENAPRED**, la **RE**, **AI** y **AP** se encuentran en una zona donde el nivel de peligro por granizo es bajo, como se muestra en las siguientes figuras.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 4. Nivel de peligro por granizo en la RE.



I.1.2.4. Sequía

La sequía es una condición normal y recurrente del clima, ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

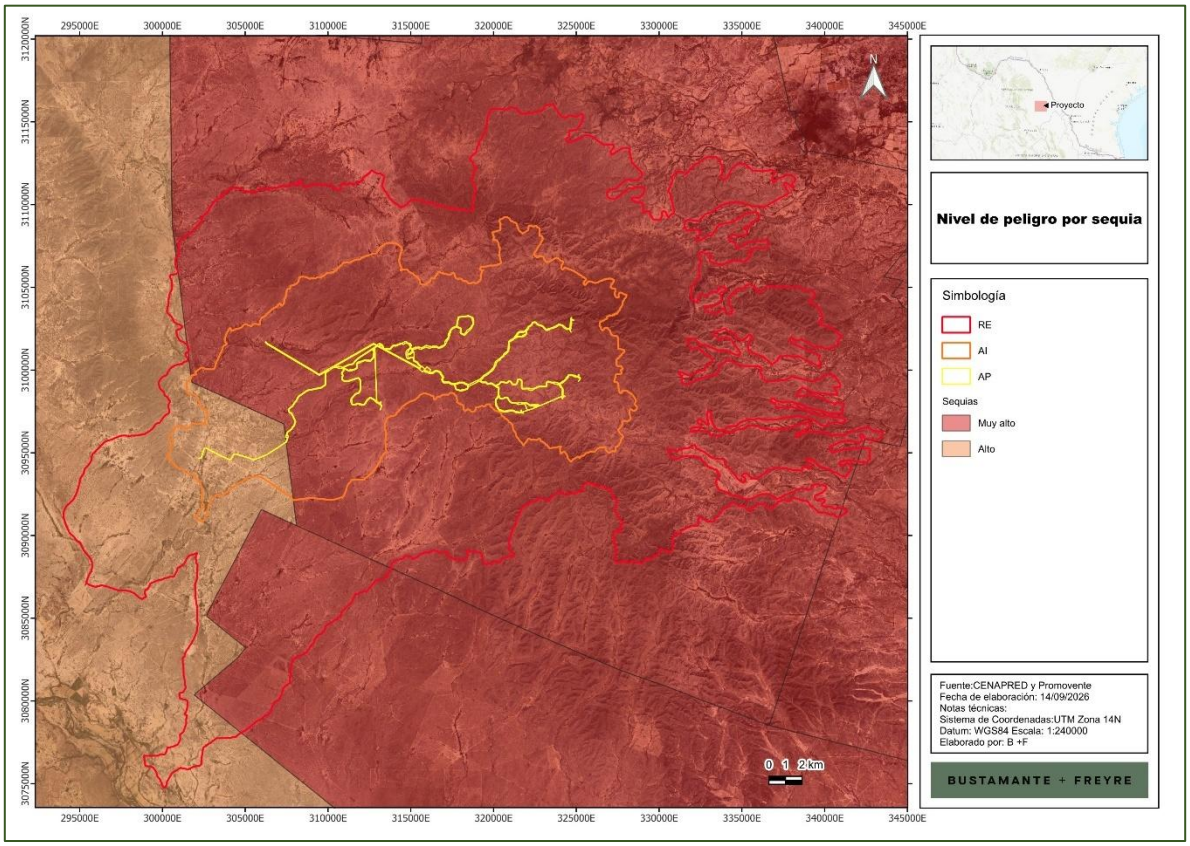
Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como los cambios en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto por sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

De acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos del **CENAPRED**, la **RE, AI** y **AP** se ubican en zonas de peligro que va de alto a muy alto, como se observa en la siguiente figura.

Figura 5. Nivel de peligro por sequía en la RE, AI y AP.



I.1.2.5. Cambio climático

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2022) y la Ley General de Cambio Climático la vulnerabilidad la vulnerabilidad se define como el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos”. La vulnerabilidad no sólo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa.

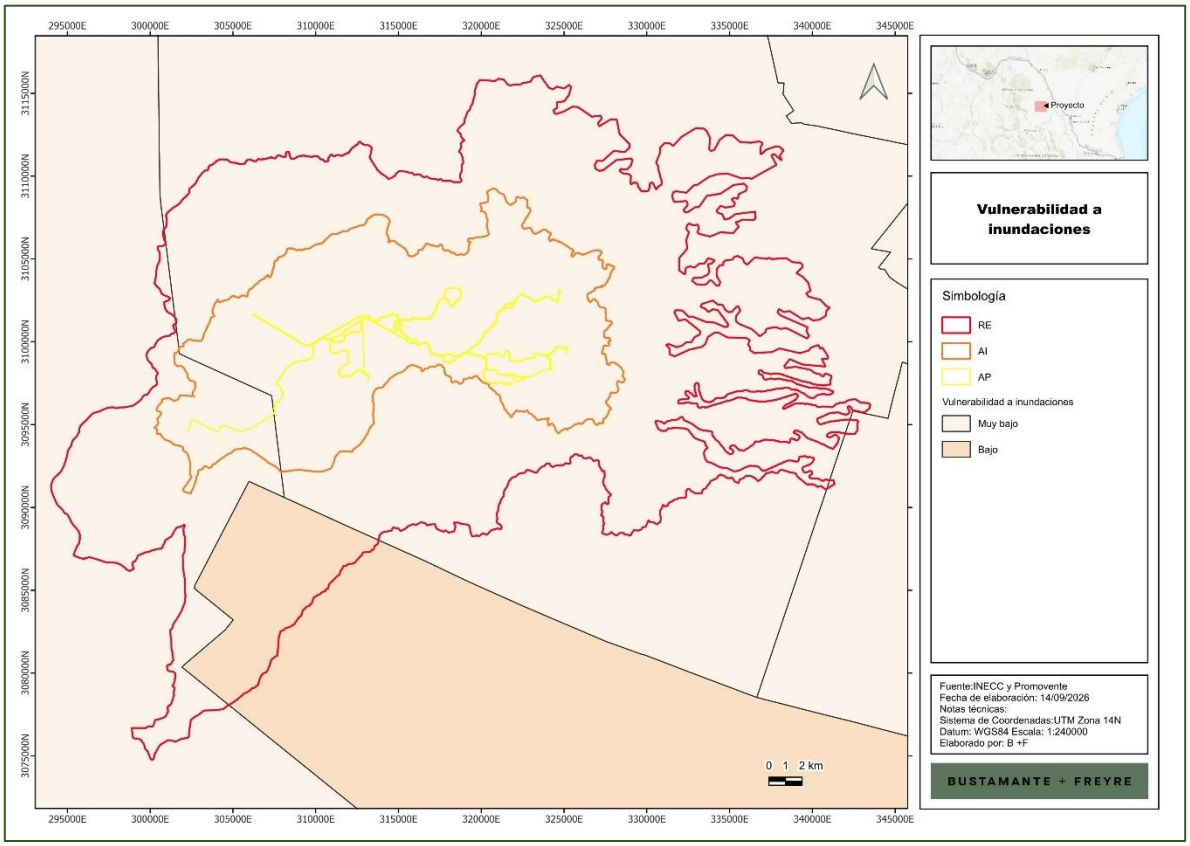
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El Atlas referido contiene los siguientes 6 tipos de vulnerabilidad, de las cuales en este estudio se describen las 2 primeras, dado que es la que podría presentar alguna relación con el **Proyecto**, no así las otras que son más útiles en el sector agropecuario.

- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones.
- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves.
- Vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue.
- Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones.
- Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico.
- Vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.

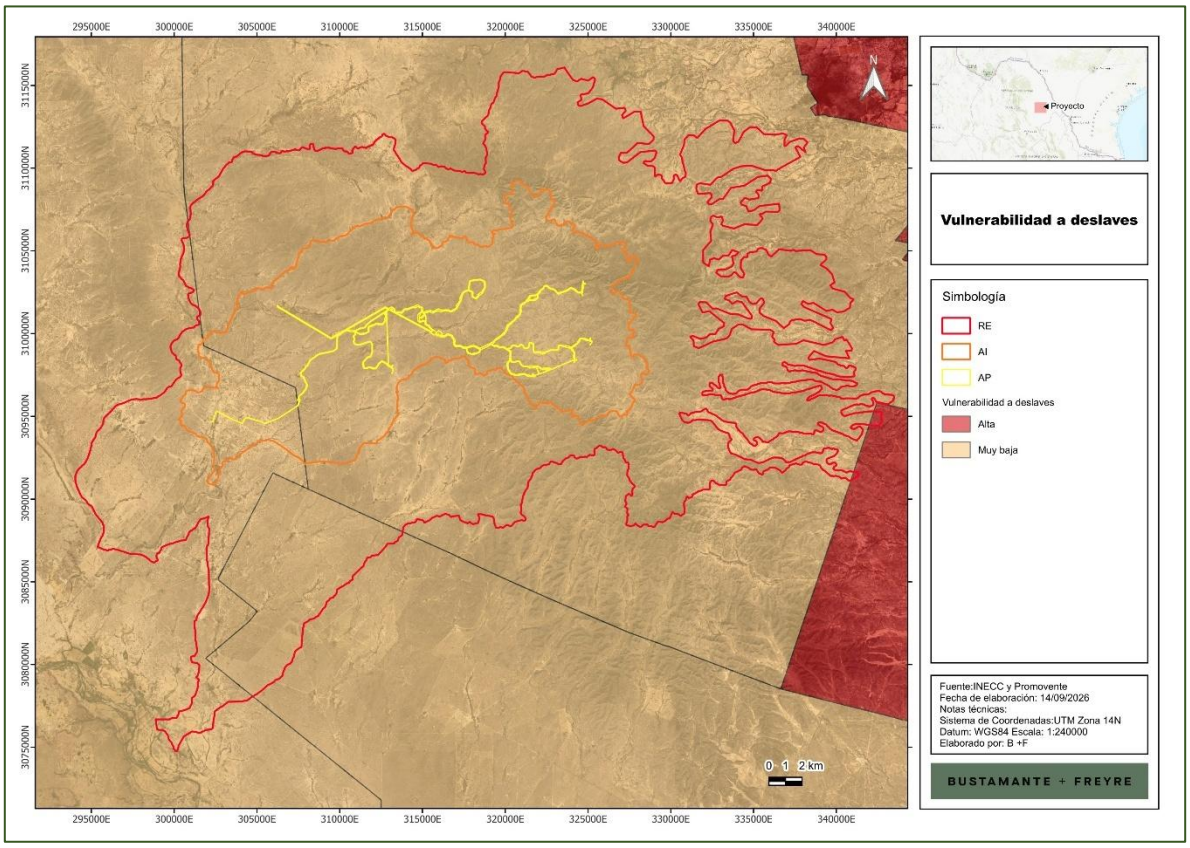
De acuerdo con la información del Atlas, la **RE**, **AI** y **AP** se ubican en una zona con vulnerabilidad muy baja a baja por deslaves e inundaciones, como se observa en las siguientes figuras.

Figura 6. Vulnerabilidad a inundaciones.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 7. Vulnerabilidad a deslaves.



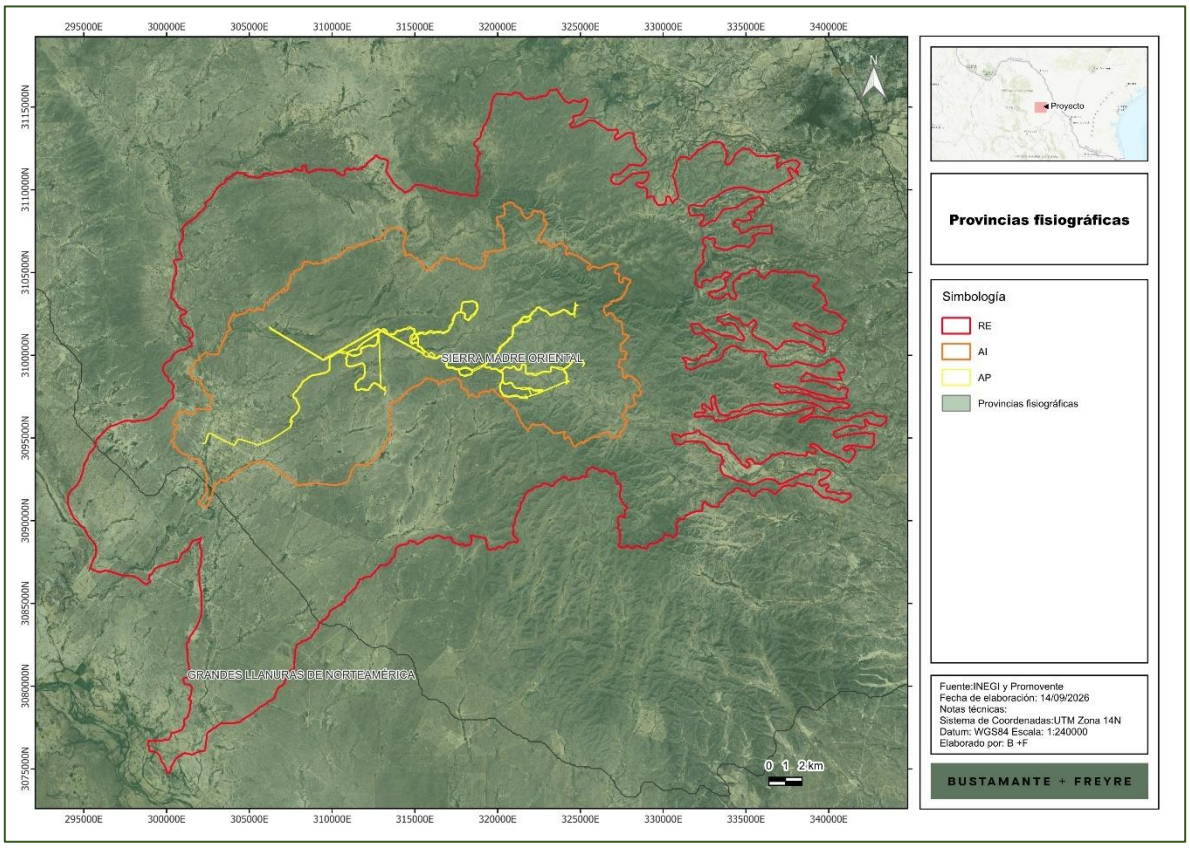
I.1.3. Geomorfología

I.1.3.1. Provincias fisiográficas

La provincia fisiográfica es un conjunto estructural de origen geológico unitario, con morfología propia y distintiva. Por otro lado, las subprovincias fisiográficas son subregiones de una provincia fisiográfica con características distintivas. Como se muestra en las siguientes figuras, la **RE** y **AI** se ubican en su mayor superficie en la provincia Sierra Madre Oriental y subprovincia Serranía del Burro; en menor proporción inciden en la provincia Grandes Llanuras de Norteamérica, subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León; mientras que, la totalidad del AP se encuentra únicamente en la provincia Sierra Madre Oriental, subprovincia Serranía del Burro.

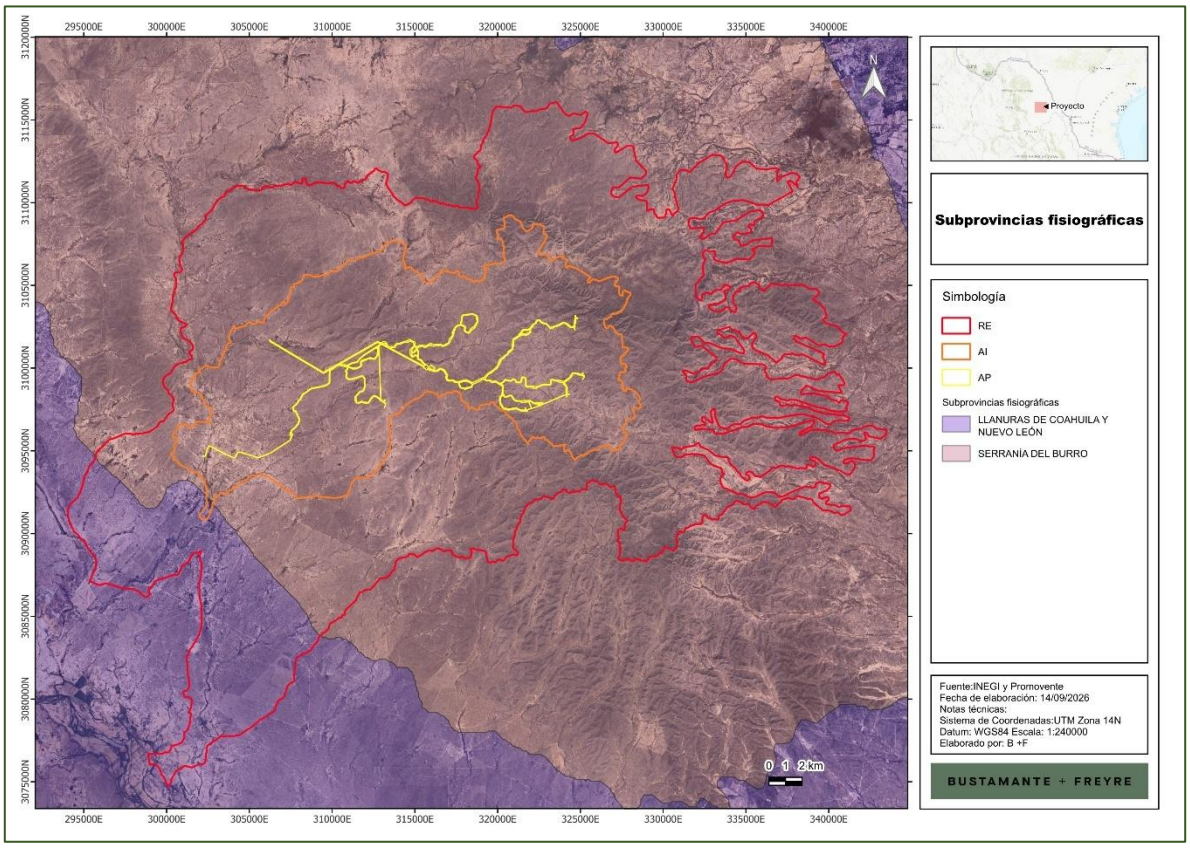
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 8. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 9. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subprovincias fisiográficas.



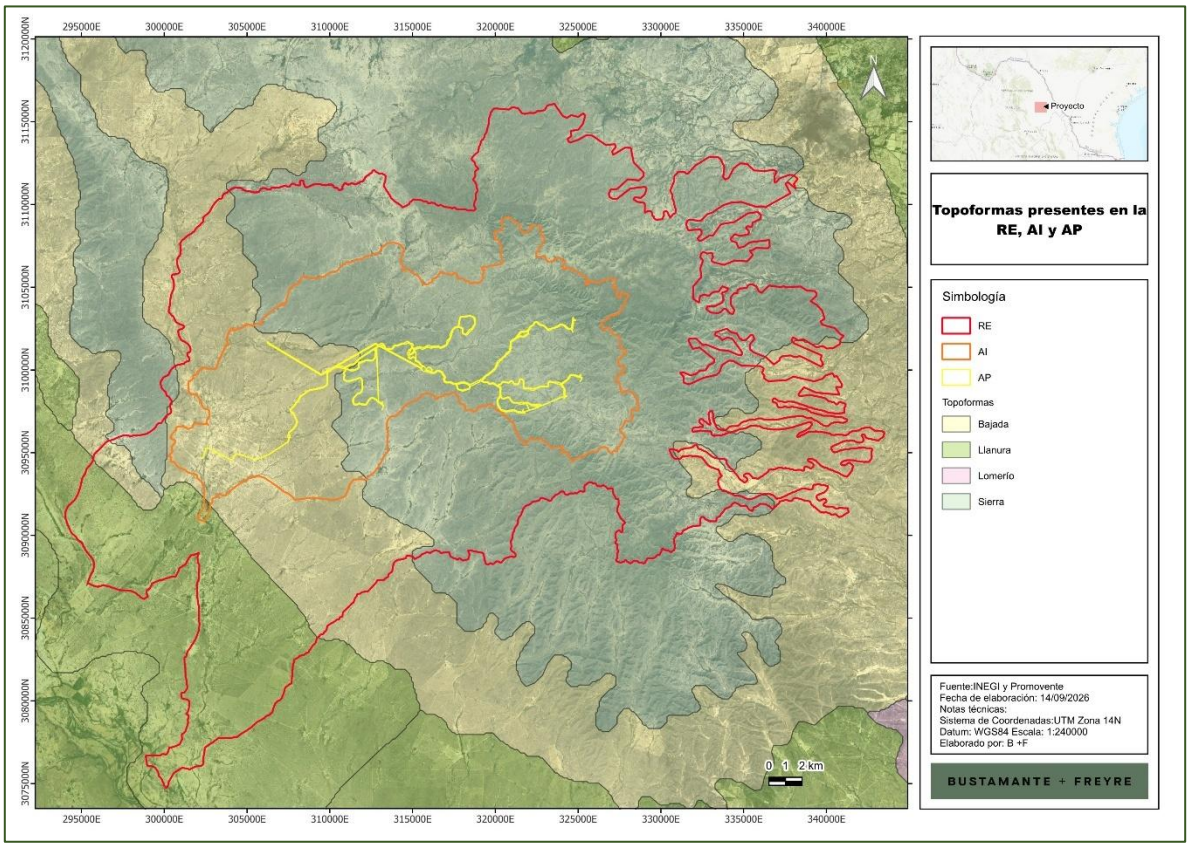
I.1.3.2. Relieve

I.1.3.2.1. Sistema de topoformas

Las topoformas son un conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos. En este caso, como se observa en la siguiente figura, la **RE** y **AI** se ubican en sistemas de topoformas de sierra compleja con lomerío, bajada con lomerío y llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado, mientras que, el **AP** se encuentra únicamente en los 2 primeras.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 10. Topoformas presentes en la RE, AI y AP.



En la siguiente tabla se muestran las superficies por topoformas en donde se evidencia la dominancia de sierra compleja con lomerío en las 3 áreas de estudio.

Tabla 6. Superficies por topoformas.

Nombre	Descripción	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
Sierra	Sierra compleja con lomerío	58,792.1484	62.28%	18,727.0649	68.67%	322.8929	81.20%
Bajada	Bajada con lomerío	24,163.2223	25.60%	8,494.9954	31.15%	74.7529	18.80%
Llanura	Llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado	11,444.1170	12.12%	49.6044	0.18%	0	0.00%
Total		94,399.4877	100.00%	27,271.6647	100.00%	397.6458	100.00%

I.1.3.2.2. Gradiente altitudinal

Para el AP, el gradiente altitudinal se mantiene relativamente homogéneo y se ubica en la porción media alta del intervalo registrado para toda la zona de estudio, con valores que oscilan aproximadamente entre 450 y 650 msnm, situándose sobre una porción elevada del relieve, próxima a la zona de mayor altitud identificada en el gradiente (726 msnm). El tramo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

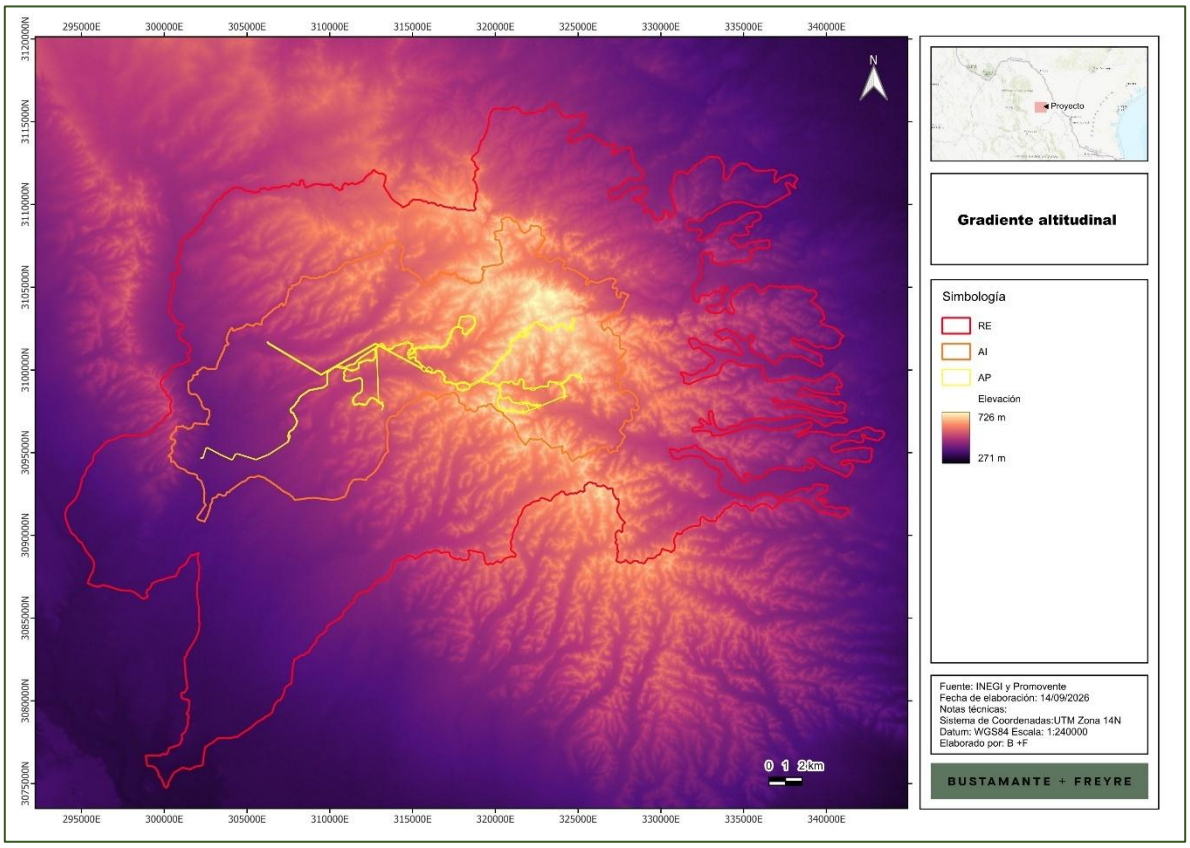
correspondiente al camino de acceso, ubicado al poniente del polígono principal, presenta una ligera disminución en la elevación sin salir del intervalo medio del gradiente.

El AI abarca un intervalo altitudinal más amplio que el AP, ya que incluye tanto la porción de mayor elevación situada en su sector central y oriental, en la vecindad inmediata del AP, con valores cercanos a los 650 msnm, como sectores de menor elevación localizados hacia el noroeste y el suroeste del polígono, donde las tonalidades oscuras del gradiente indican valores próximos a los 300 msnm. Esta condición refleja la transición entre las partes altas del macizo montañoso y las porciones de piedemonte adyacentes.

La RE comprende la totalidad del gradiente altitudinal representado, es decir, desde 271 hasta 726 msnm. Las elevaciones mínimas se registran principalmente en el margen occidental del polígono y en los fondos de los valles y cauces que disectan el relieve montañoso, mientras que las elevaciones máximas se concentran en la porción central de la RE, coincidiendo con la zona donde se emplaza el AP, así como en las crestas del sistema montañoso disectado ubicado en el sector oriental del polígono. En conjunto, la RE presenta un relieve montañoso de topografía accidentada, con un patrón de drenaje dendrítico claramente definido por las tonalidades oscuras que señalan los cauces y valles, en contraste con las tonalidades claras que corresponden a las partes altas y crestas del relieve.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 11. Gradiente altitudinal de la RE, AI y AP.



I.1.3.2.3. Pendiente

Para el AP, el rango de pendientes es predominantemente bajo, correspondiente a tonalidades verdes y verde amarillentas en la escala, lo que indica valores generalmente inferiores a 15 grados. Esta condición es congruente con su ubicación sobre la porción de mesa o lomerío suave descrita en el gradiente altitudinal, con pendientes ligeramente mayores únicamente en los bordes del polígono y en el tramo del camino de acceso, sin llegar a presentar pendientes fuertes o escarpadas.

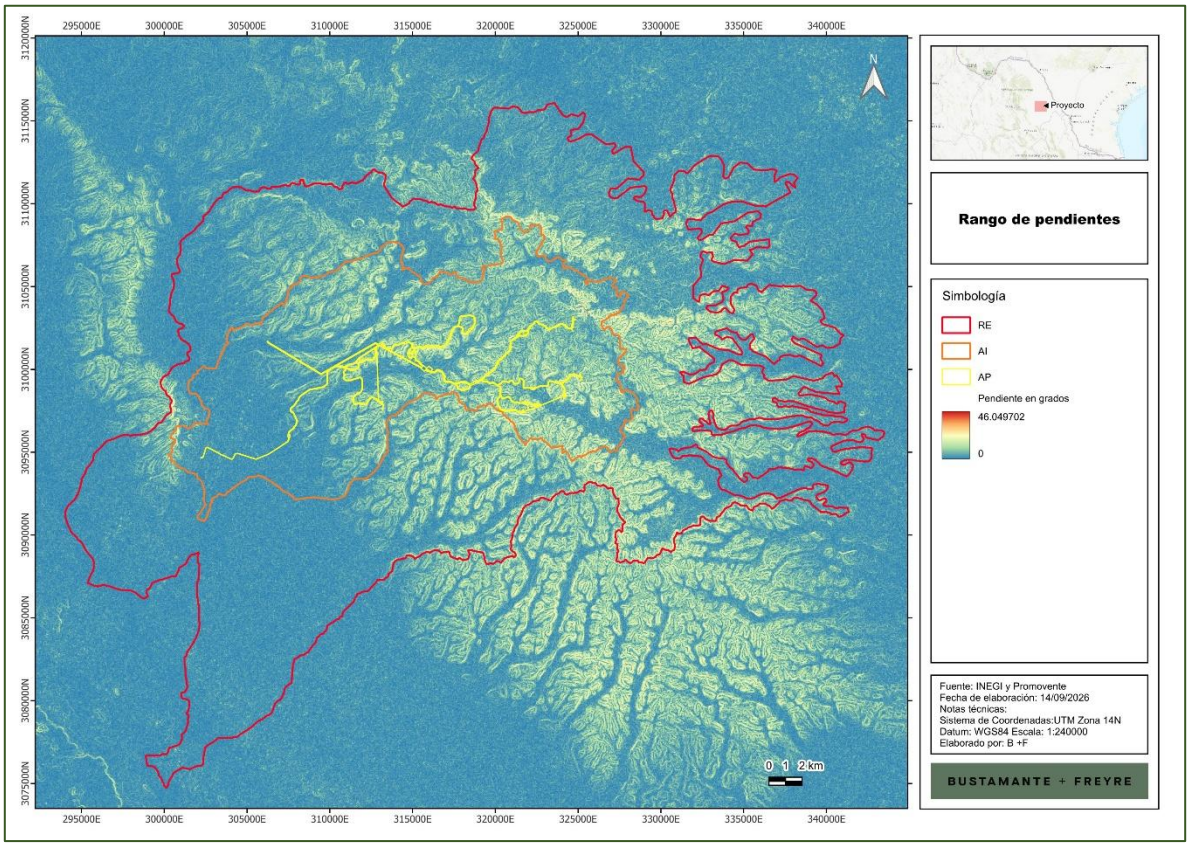
El AI presenta un rango de pendientes más heterogéneo que el AP, ya que incorpora, además de las zonas de pendiente baja del entorno inmediato al Proyecto, sectores de pendiente moderada a alta, en tonalidades amarillas y anaranjadas, localizados principalmente en los flancos del lomerío que la delimita al norte, al sur y al poniente, donde el relieve comienza a hacerse más abrupto conforme se aproxima a las laderas del macizo montañoso circundante.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La RE abarca la totalidad del intervalo de pendientes representado, es decir, de 0 hasta 46.05 grados. Las pendientes suaves, en tonalidades azules y verdes, se distribuyen en las porciones planas del poniente y en el piedemonte, mientras que las pendientes fuertes y escarpadas, en tonalidades anaranjadas y rojas, se concentran en las laderas del sistema montañoso disectado que domina la porción central y, de manera particularmente marcada, en los cañones y barrancas de fuerte incisión del sector oriental y del extremo sur del polígono, donde el patrón de drenaje dendrítico genera un relieve de alta energía con valores cercanos al máximo del gradiente. En conjunto, la RE presenta una condición topográfica contrastante, con zonas de pendiente suave aptas para el desarrollo de infraestructura y zonas de pendiente pronunciada asociadas a procesos erosivos activos y mayor susceptibilidad a movimientos de ladera.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 12. Rango de pendientes en la RE, AI y AP.



I.1.3.3. Fallas y fracturas

Según el diccionario de datos geológicos del **INEGI**[4], una falla geológica es la ruptura de la roca a lo largo de la cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa y una fractura geológica. Se refiere a las superficies discretas que segmentan o dividen en bloques a rocas y minerales en la naturaleza; estas definen superficies de baja cohesión. Son el resultado del comportamiento quebradizo de los materiales.

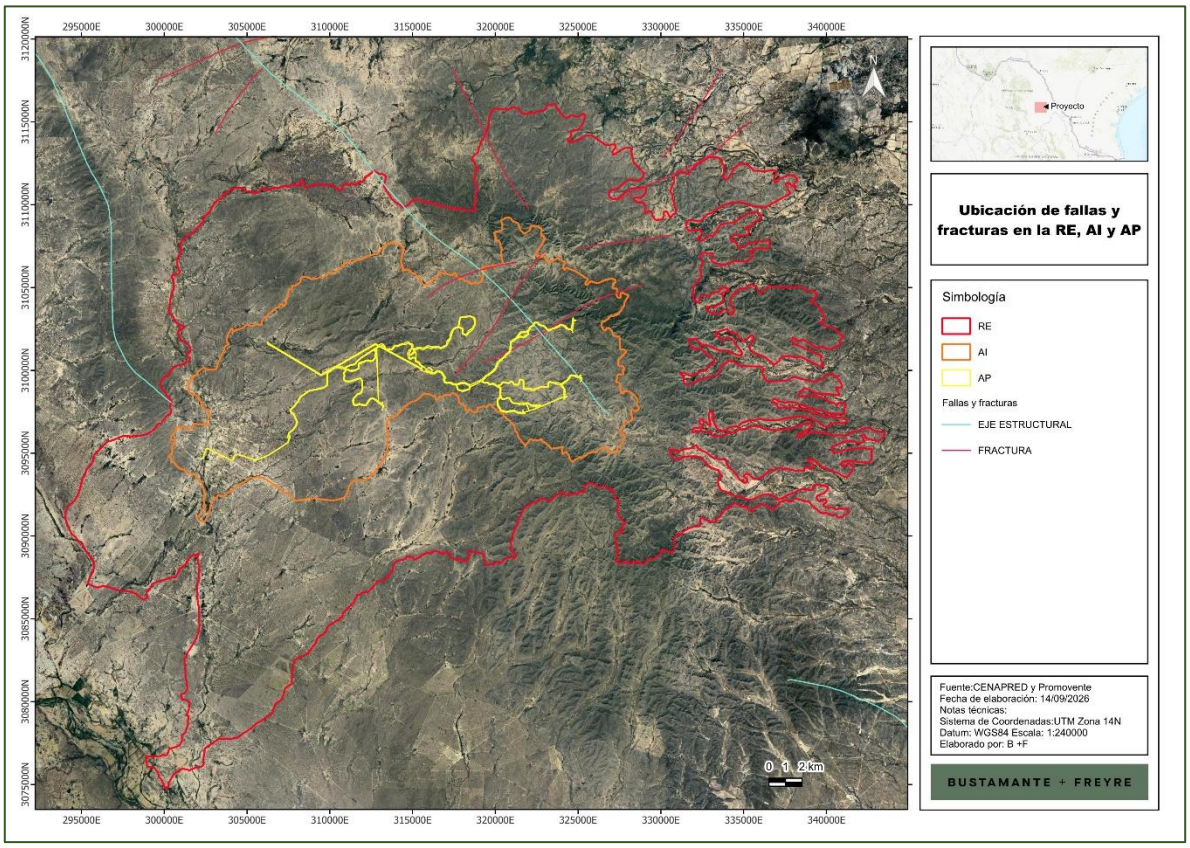
Las fracturas pueden ser generadas por la concentración de esfuerzos en zonas de contraste composicionales (contactos de capas, cambios de facies, entre otros), por pérdida de volumen (compactación), por enfriamiento o durante una deformación contraccional o extensional.

[4] https://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/geologia/doc/dd_geologicos_alf_250k.pdf

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De acuerdo con el **INEGI,** la **RE** incide en 7 fracturas geológicas, el AI tiene incidencia en 3 fracturas y el AP en una fractura, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 13. Ubicación de fallas y fracturas en la RE, AI y AP.



I.1.3.4. Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes e inundaciones, movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

I.1.3.4.1. Regionalización sísmica

La regionalización sísmica de México es la caracterización de las cuatro zonas sísmicas del país, la cual se realizó con base en los registros históricos de grandes sismos, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud.

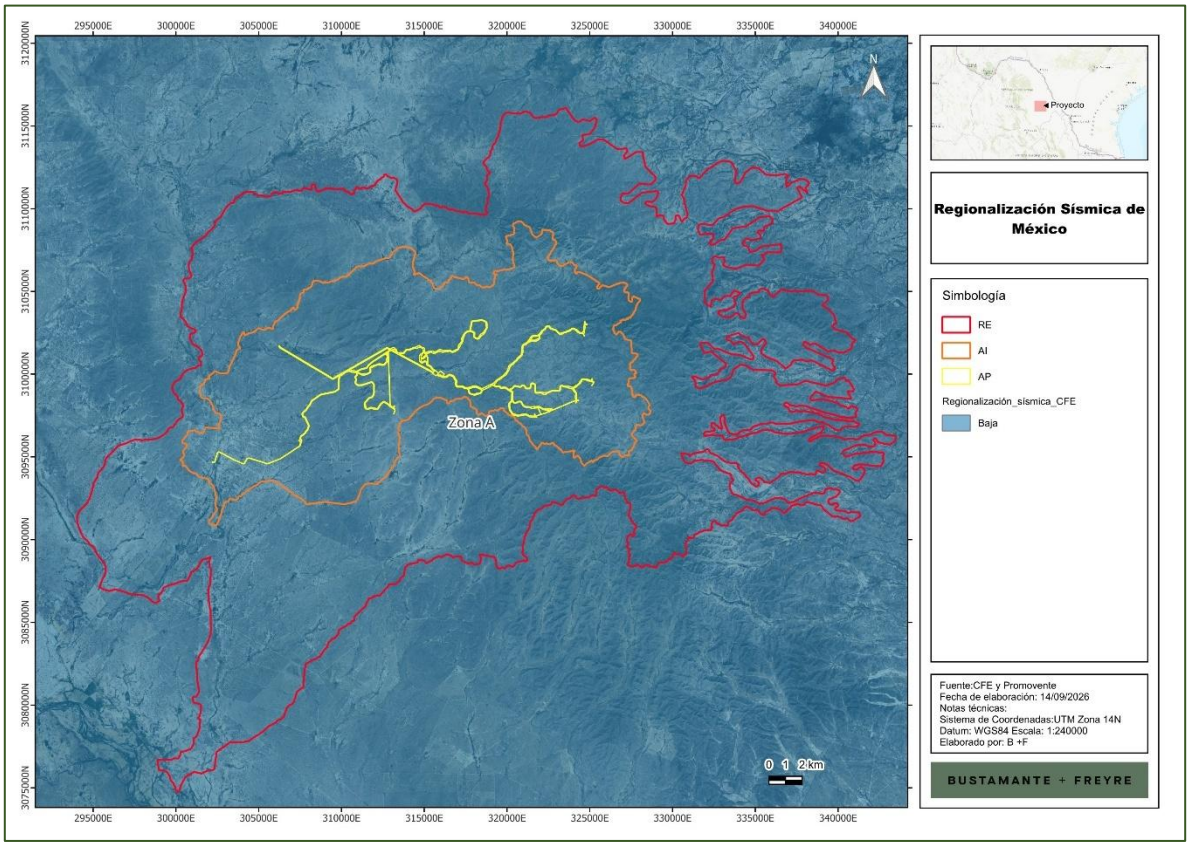
- Zona A, de baja sismicidad. No presenta registros históricos por lo que no se han reportado sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años. Aceleración menor al 10%.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Zona B, de media intensidad. Es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de gravedad.
- Zona D. Ha registrado con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de gravedad.

De acuerdo con el mapa de regionalización sísmica de México y como se muestra en la siguiente figura, la **RE**, **AI** y **AP** se ubican en la zona A, la cual es una zona de baja sismicidad, no presenta registros históricos por lo que no se han reportado sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años. Aceleración menor al 10%.

Figura 14. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a la Regionalización Sísmica de México.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.1.3.4.2. Deslizamientos / derrumbes

Muchos de los taludes naturales se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos y los colapsos se pueden iniciar con facilidad. Los temblores intensos junto con los procesos de erosión son causas comunes que pueden actuar en diversas formas. Probablemente el factor más importante de todos los que pueden provocar un problema de inestabilidad de laderas naturales, sea el cambio en las condiciones de contenido de agua del subsuelo.

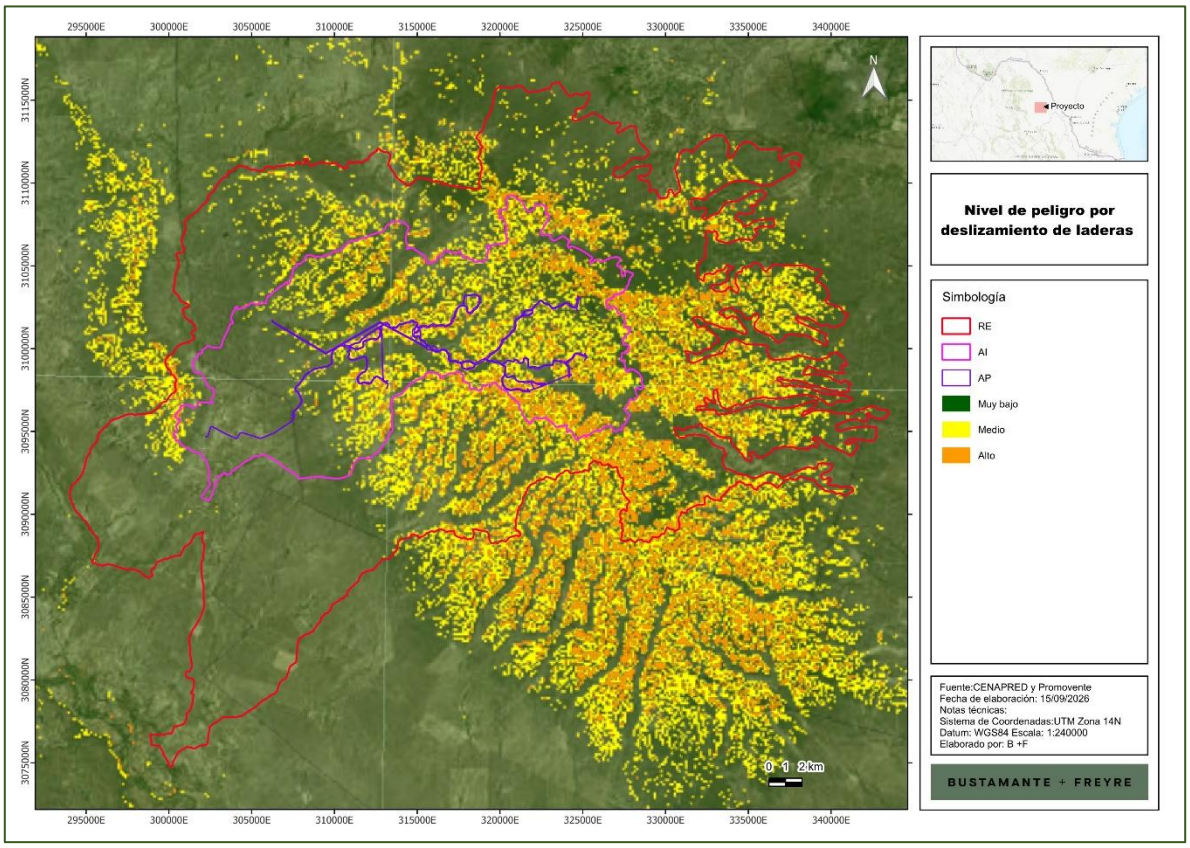
Esto puede ser generado por interferencia con las condiciones naturales de drenaje, evaporación excesiva de suelos que normalmente están húmedos o un incremento en el agua del subsuelo producido por lluvias excesivas.

Este último quizá sea el modo más común de afectar las condiciones del agua subterránea y es especialmente grave, porque las lluvias excesivas también incrementarán los escurrimientos superficiales que pueden provocar una erosión del material al pie de un talud e intensificar de este modo las tendencias al deslizamiento. El suelo que se presenta en la zona es difícil de separase, lo cual no provocará deslizamiento.

Según la información del **CENAPRED** (2012), el nivel de peligro por deslizamiento de laderas en la **RE**, **AI** y **AP** es en la mayor parte de bajo a medio, como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 15. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en la RE, AI y AP.

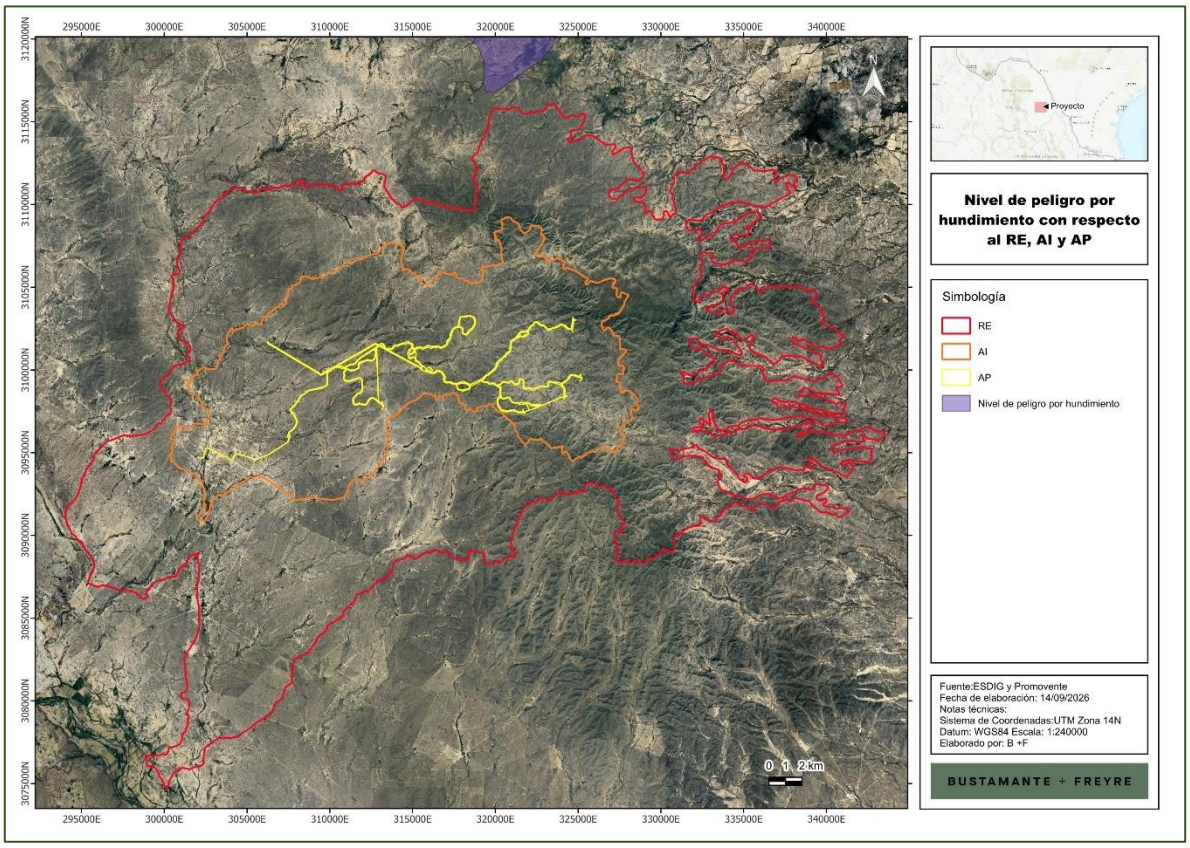


I.1.3.4.3. Hundimientos

De acuerdo con la cartografía de **CENAPRED**, la única zona identificada como susceptible a peligro por hundimiento se localiza completamente fuera de los límites de la RE. En virtud de lo anterior, ninguna de las 3 áreas de estudio se traslapa con dicha zona de peligro, quedando el límite norte de la RE (el polígono más próximo) separado de ella por una distancia aproximada de 2 km.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 16. Nivel de peligro por hundimiento con respecto a la RE, AI y AP.



I.1.3.4.4. Inundaciones

Las inundaciones son fenómenos hidrometeorológicos que, de acuerdo con el **CENAPRED**, consisten en el incremento del nivel de superficie libre de un cuerpo de agua (río, lago, mar, etc.) que ocasiona la invasión del agua en sitios usualmente secos. Las inundaciones se generan debido a la ocurrencia de eventos extraordinarios como tormentas, oleaje por huracanes o incluso por fallas en estructuras hidráulicas como presas.

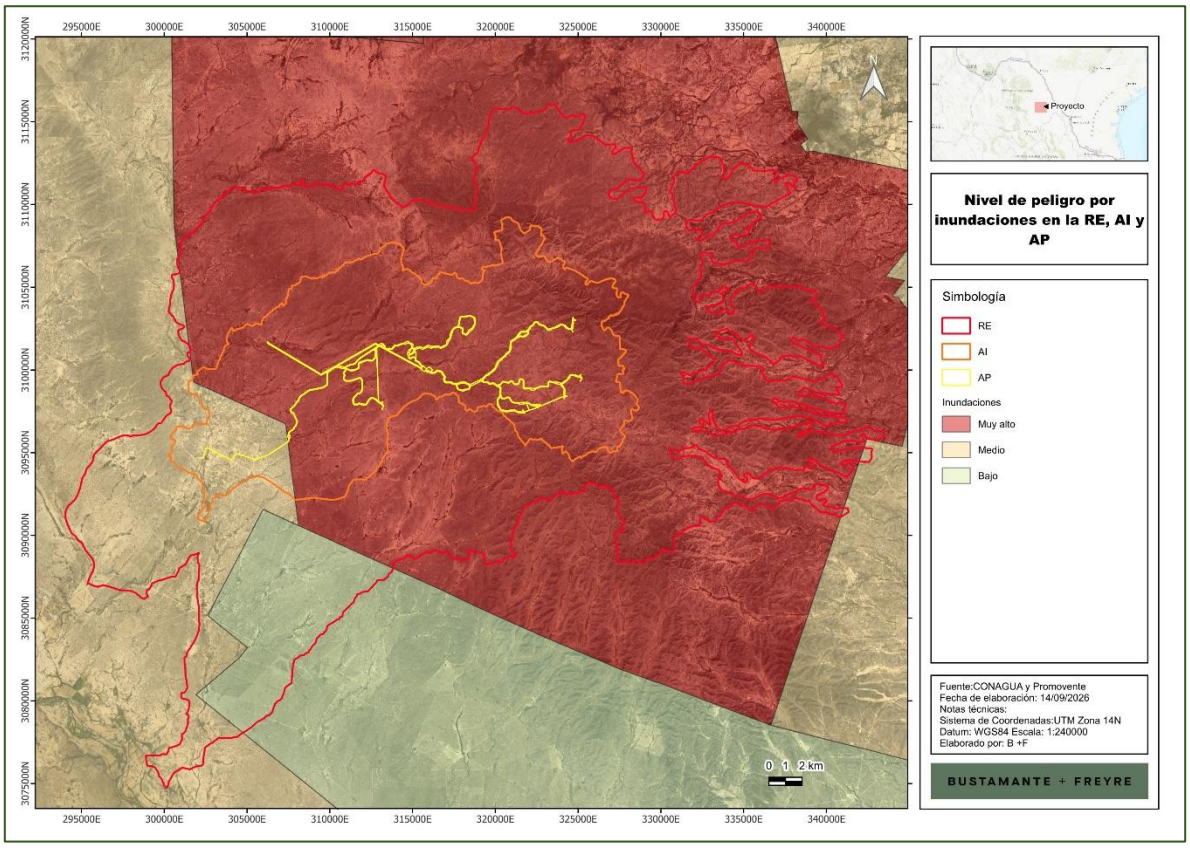
El AP se ubica en su mayor parte dentro de la categoría de peligro Muy alto, la cual cubre prácticamente la totalidad del polígono, salvo un sector reducido en su extremo poniente, donde el AP se traslapa con la categoría de peligro Medio. No se identifican porciones del AP dentro de la categoría de peligro Bajo.

El AI presenta una condición similar a la del AP, encontrándose igualmente dominada por la categoría Muy alto en la mayor parte de su extensión, con el mismo sector de peligro Medio incidiendo sobre su franja occidental. Al igual que en el AP, no se registra presencia de la categoría de peligro Bajo dentro del AI.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La RE es la única de las tres áreas que abarca las tres categorías de peligro por inundaciones representadas como baja, media y muy alta. La categoría Muy alto predomina en la porción centro y norte del polígono, ocupando la mayor proporción de su superficie; la categoría Medio se concentra en una franja de transición ubicada en el sector suroeste, coincidente con la porción occidental del AI y del AP; y la categoría Bajo se presenta en la porción meridional de la RE. En términos generales, tanto el AP como el AI se ubican en zonas de alta susceptibilidad a inundaciones, mientras que la RE, al abarcar una extensión mayor, incluye adicionalmente sectores de menor susceptibilidad hacia su porción sur.

Figura 17. Nivel de peligro por inundaciones en la RE, AI y AP.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.1.4. Suelo

I.1.4.1. Tipos de suelo

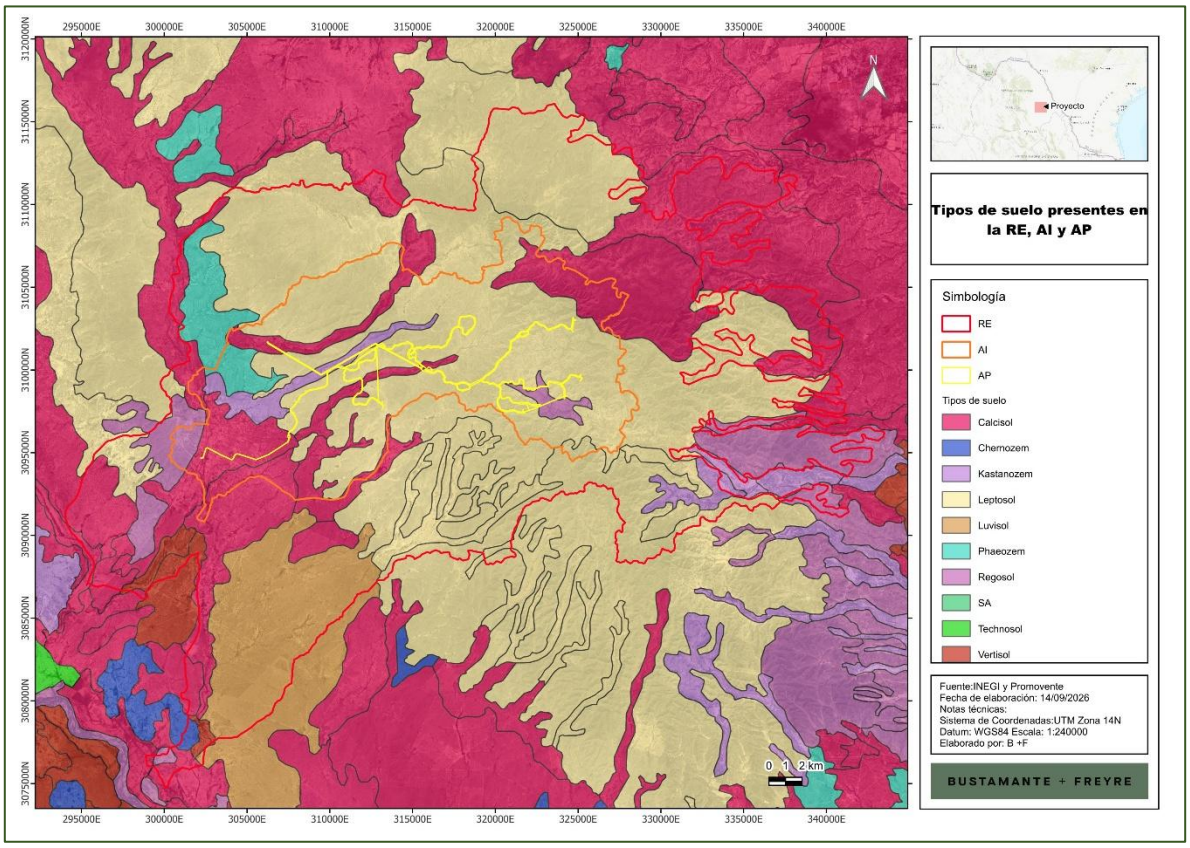
Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, en esta MIA-R se utilizó la cartografía de **INEGI**, escala 1: 250,000 serie III. El AP se asienta predominantemente sobre Leptosol, unidad que ocupa la mayor proporción de su superficie, con inclusiones de Kastanozem distribuidas principalmente en la porción central del polígono. En sus márgenes, en particular hacia el poniente, se identifican contactos puntuales con Calcisol.

El AI conserva el mismo patrón dominante que el AP, es decir, Leptosol y Kastanozem como unidades principales, incorporando una mayor proporción de Calcisol hacia sus porciones sur y poniente, donde el polígono se aproxima a las planicies circundantes. Dentro del AI no se identifican unidades de Chernozem, Luvisol, Phaeozem, Regosol, Technosol ni Vertisol.

El Calcisol es la unidad de mayor extensión dentro de la RE, distribuyéndose de forma dominante en las porciones norte, poniente y oriente del polígono. El Leptosol ocupa la porción centro y centro sur, asociado al relieve montañoso disectado, coincidiendo con la ubicación del AP y del AI. De manera más localizada se presentan Kastanozem, en el sector centro poniente, en las inmediaciones del AP y del AI, Vertisol y Luvisol, en el sector sur, Chernozem en cuerpos dispersos dentro de esa misma franja sur, Phaeozem en manchones aislados hacia el norte y el poniente del área de estudio, y Regosol en polígonos dispersos hacia el oriente. Finalmente, el Technosol se presenta de forma muy puntual en el extremo suroeste de la RE.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 18. Tipos de suelo presentes en la RE, AI y AP.



Como se observa en la siguiente tabla, en la **RE, AI** y **AP** el tipo de suelo predominante es el leptosol.

Tabla 7. Superficie por tipo de suelo y textura en la RE, AI y AP.

Tipo	Textura	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
Calcisol	Fina	5,341.0289	5.66%	1,993.9441	7.31%	9.8184	2.47%
Calcisol	Media	19,216.1275	20.36%	4,612.0006	16.91%	17.0219	4.28%
Chernozem	Fina	150.8801	0.16%				
Kastanozem	Media	1,967.0057	2.08%	1,221.6173	4.48%	24.1238	6.07%
Leptosol	Gruesa	3,124.7725	3.31%				
Leptosol	Media	48,482.3213	51.36%	17,911.1884	65.68%	342.2442	86.07%
Luvisol	Media	7,615.6278	8.07%				
Phaeozem	Media	2,560.5004	2.71%	701.8735	2.57%		
Regosol	Fina	1,278.0856	1.35%	366.5022	1.34%		
Regosol	Media	3,680.3319	3.90%	464.5386	1.70%	4.4375	1.12%
Vertisol	Fina	982.8060	1.04%				
Total general		94,399.4877	**100.00%**	27,271.6647	**100.00%**	397.6458	**100.00%**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

A continuación, se presenta una breve descripción de las principales características de estos tipos de suelo. Estos datos corresponden a estudios realizados por el **INEGI** y por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO, por sus siglas en inglés) (IUSS, 2007).

- **Luvisol**

Los Luvisols, tienen un mayor contenido de arcilla en el suelo subsuperficial que en la capa superior del suelo, como resultado de procesos edafogenéticos (especialmente migración de arcilla) que conduce a la formación de un horizonte árgico en el suelo subsuperficial. Los Luvisols tienen arcillas de alta actividad en todo el espesor del horizonte árgico y una alta saturación de bases en una profundidad de 50-100 cm.

Material parental: una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciar y depósitos eólicos, aluviales y coluviales.

Medio ambiente: Más frecuente en terrenos llanos o ligeremente inclinados en regiones templadas frías y en regiones cálidas (por ejemplo, mediterráneas) con marcadas estaciones secas y húmedas.

- **Chernozem**

Los Chernozems incluyen suelos con una capa mineral superficial gruesa, negruzca rica en materia orgánica.

Material parental: principalmente sedimentos eólicos y sedimentos eólicos removilizados.

Medio ambiente: regiones con clima continental con inviernos fríos y veranos calurosos, que están secos al menos a finales del verano; en llanuras onduladas o planas con vegetación de pastos altos.

- **Calcisol**

Los calcisols integran suelos con una sustancial acumulación de carbonatos secundarios. Los Calcisols están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos.

Connotación: Suelos con una acumulación sustancial de carbonatos secundarios; del latín calx, cal.

Material parental: Principalmente depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases.

Medio ambiente: De tierras llanas a montañosas en regiones áridas y semiáridas. La vegetación natural es escasa y dominada por árboles y arbustos xerófilos y/o pastos y hierbas efímeros.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Desarrollo del perfil: Los Calcisols típicos tienen un horizonte superficial de color pardo claro; una sustancial acumulación de carbonatos secundarios se produce dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.

- **Leptosol**

Los Leptosols comprenden suelos muy delgados sobre roca contínua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Son particularmente comunes en regiones montañosas.

Material parental: varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina.

Medio ambiente: principalmente terrenos en elevada o mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica. Los Leptosols se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en zonas secas cálidas o frías), particularmente en áreas intensamente erosionadas.

- **Regosol**

Los Regosols son suelos poco desarrollados en materiales no consolidados que carecen de un horizonte móllico o úmbrico, no son muy delgados o muy ricos en fragmentos gruesos (Leptosols), tampoco arenosos (Arenosols), ni con materiales flúvicos (Fluvisols). Los Regosols son muy extensos en tierras erosionadas y zonas de acumulación, en particular en zonas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

Connotación: Suelos poco desarrollados en material no consolidado, del griego rhegos, manto.

Material parental: Material no consolidado, generalmente de grano fino.

Medio ambiente: En todas las zonas climáticas sin permafrost y a todas altitudes. Estos suelos son particularmente comunes en zonas áridas (incluyendo los trópicos secos) y en regiones montañosas.

Desarrollo del perfil: No hay horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como una consecuencia de su corta edad y/o una formación del suelo muy lenta, por ejemplo, debido a la aridez.

- **Kastañozem**

Los Kastanozems tienen un perfil similar a los Chernozems pero el horizonte superficial rico en humus es más delgado y no tan oscuro como el de los Chernozems, y muestran más prominente acumulación de carbonatos secundarios.

Connotación: Suelos pardos oscuros ricos en materia orgánica; del latín castanea y ruso kashtan, castaño, y ruso zemlya, tierra.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Material parental: Una amplia gama de materiales no consolidados; una gran parte de Kastanozems se ha desarrollado en loess.

Medio ambiente: Seco y continental, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos; praderas planas y onduladas dominadas por pastos cortos efímeros.

Desarrollo del perfil: Un horizonte móllico, marrón de espesor medio, en muchos casos sobre un horizonte cámbico marrón o canela o un horizonte árgico; con carbonatos secundarios (propiedades protocálcicas u horizonte cálcico) en el suelo subsuperficial, en algunos casos también con yeso secundario.

- **Phaeozem**

Este grupo integra suelos de praderas relativamente húmedos y regiones de bosque en climas moderadamente continentales. Los Phaeozems son muy parecidos a los Chernozems y Kastanozems pero están lixiviados de manera más intensa. En consecuencia, tienen un horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con los Chernozems y Kastanozems, es menos rico en bases. Los Phaeozems están libres de carbonatos secundarios o los tienen sólo a mayores profundidades. Todos ellos tienen una alta saturación de bases en el metro superior del suelo.

Material parental: Eólico (loess), till glaciar y otros no consolidados, predominantemente materiales básicos.

Medio ambiente: Cálido a frio (por ejemplo, las tierras altas tropicales) en regiones moderadamente continentales, con humedad suficiente para que exista, en la mayoría de los años, algo de percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seque; terreno plano u ondulado; la vegetación natural es de praderas, como la estepa de pastos altos, y/o bosque.

Desarrollo del perfil: Un horizonte móllico o, menos común, un horizonte chérnico (más delgado y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre un horizonte subsuperficial cámbico o árgico.

- **Vertisol**

Los Vertisols son suelos de arcillas pesadas con una alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman profundas y anchas grietas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo cual sucede en la mayoría de los años.

Material parental: Sedimentos que contienen una alta proporción de arcillas expandibles o arcillas expandibles producidas por neoformación a causa de la meteorización de rocas.

Medio ambiente: Depresiones y áreas planas a onduladas, principalmente en climas tropicales y subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con alternancia de marcadas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

estaciones secas y húmedas. La vegetación clímax es de sabana, praderas naturales y/o bosques.

Desarrollo del perfil: La expansión y retracción alternada de arcillas expandibles dan lugar a grietas profundas en la temporada seca y la formación de slickensides y elementos estructurales en forma de cuña en el suelo subsuperficial. El comportamiento expansión-retracción puede ocasionar que se forme un microrelieve gilgai, especialmente en climas secos.

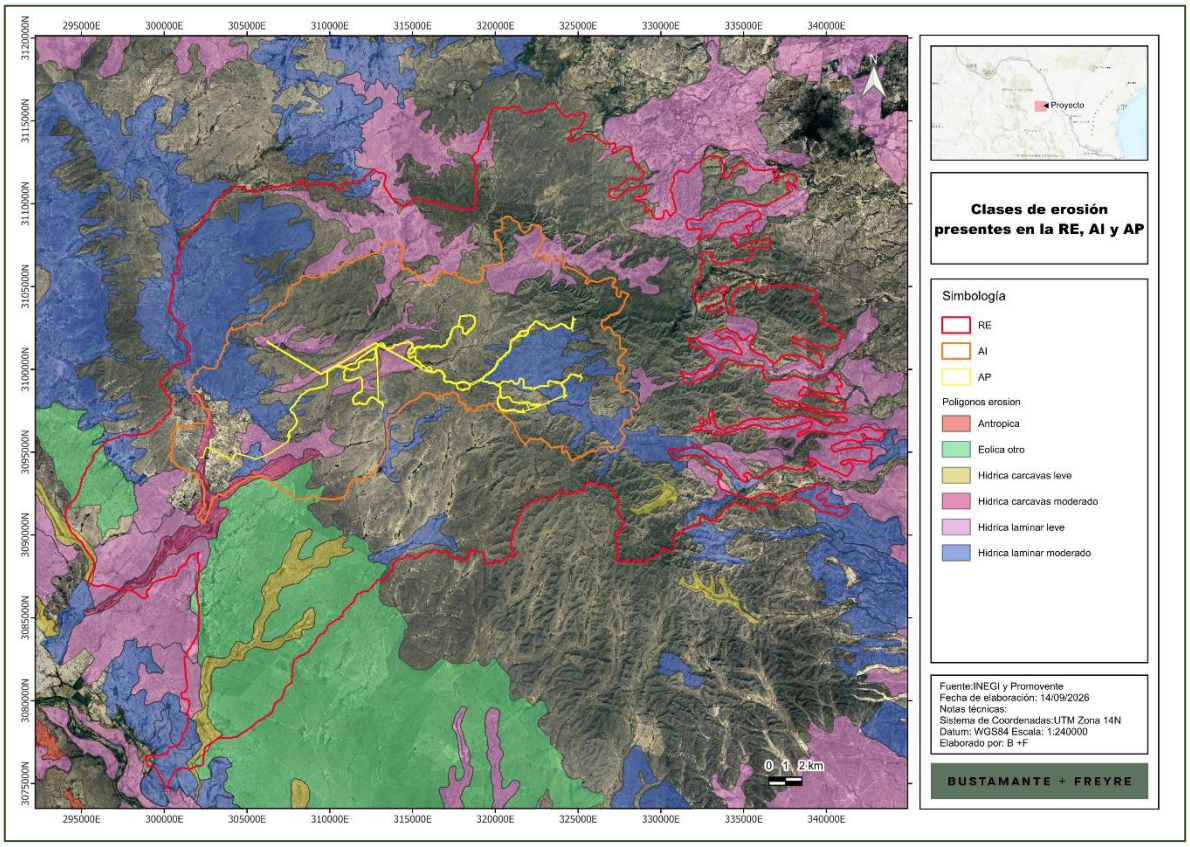
I.1.4.2. Erosión

De acuerdo con el Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I (**INEGI**, 2013), la mayor parte de la **RE, AI** y **AP** se encuentran en áreas sin erosión, así como en áreas con erosión hídrica laminar en diferentes grados.

Específicamente la **RE** y **AI** se encuentra en áreas con erosión hídrica laminar en grado leve, moderado y fuerte, así mismo se encuentran algunas áreas con erosión eólico, erosión en cárcavas y erosión en surcos; mientras que, el **AP** se encuentra sobre áreas con erosión hídrica laminar leve y moderada principalmente, como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 19. Clases de erosión presentes en la RE, AI y AP.



En la siguiente tabla se muestra la distribución de la superficie según el tipo, la forma y el grado de erosión en las áreas RE, AI y AP. En términos generales, predomina la categoría sin erosión, la cual representa 50,878.88 ha, equivalentes al 53.90 % de la RE; 16,684.13 ha, correspondientes al 61.18 % del AI; y 276.39 ha, que constituyen el 69.51 % del AP. Estos resultados indican que la mayor parte de las tres áreas conserva condiciones relativamente estables, con una mayor proporción de terrenos sin procesos erosivos dentro del AP.

En la RE, los terrenos con algún tipo de erosión representan en conjunto el 46.10 % de la superficie. La erosión hídrica laminar constituye el proceso más importante, principalmente en grado leve, con 14,444.99 ha, equivalentes al 15.30 %, seguida del grado moderado, con 12,772.62 ha y 13.53 %. La erosión eólica clasificada bajo la forma "otro" también presenta una participación relevante, al ocupar 10,289.65 ha, correspondientes al 10.90 %. En contraste, la erosión hídrica en cárcavas presenta una distribución menor: 2.32 % en grado leve y 1.72 % en grado moderado. La erosión laminar fuerte solamente representa el 2.33 %.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Dentro del AI, el 38.82 % de la superficie presenta alguna manifestación de erosión. Al igual que en la RE, predomina la erosión hídrica laminar, particularmente en grado moderado, con 4,670.69 ha y 17.13 %, seguida del grado leve, con 3,566.17 ha y 13.08 %. La erosión laminar fuerte comprende 1,257.09 ha, equivalentes al 4.61 %, mientras que las cárcavas moderadas ocupan 717.68 ha y representan el 2.63 %. La erosión eólica tiene una presencia limitada, con 375.91 ha, correspondientes al 1.38 %. No se registró superficie con erosión hídrica en cárcavas de grado leve.

En el AP, la superficie con erosión representa el 30.49 %, por lo que esta área presenta la menor proporción relativa de terrenos afectados. La principal condición erosiva corresponde a la erosión hídrica laminar moderada, con 66.37 ha, equivalentes al 16.69 %, seguida de la erosión laminar leve, con 49.86 ha y 12.54 %. La erosión laminar fuerte y las cárcavas moderadas tienen una presencia marginal, con 1.05 % y 0.21 %, respectivamente. No se registraron superficies con erosión eólica ni con cárcavas de grado leve.

En conjunto, los resultados evidencian que la erosión hídrica laminar es el proceso erosivo de mayor extensión en las tres áreas analizadas. Asimismo, se observa una disminución progresiva de la proporción total de terrenos erosionados desde la RE hacia el AP: 46.10 %, 38.82 % y 30.49 %, respectivamente. No obstante, dentro de las superficies afectadas del AI y del AP adquiere mayor importancia la erosión laminar moderada, por lo que estas zonas deberán considerarse prioritarias para la aplicación de medidas preventivas de conservación de suelos, especialmente aquellas orientadas a reducir el escurrimiento superficial, mantener la cobertura vegetal y evitar el incremento de la severidad de los procesos erosivos.

Tabla 8. Superficie por clase, tipo, forma y grado de erosión.

Tipo	Forma	Grado	RE		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
Eólica	otro	n/a	10,289.8543	10.90%	375.9134	1.38%		
Hídrica	carcavas	leve	2,190.6675	2.32%				
Hídrica	carcavas	moderado	1,626.3339	1.72%	717.6774	2.63%	0.8352	0.21%
Hídrica	laminar	Fuerte	2,196.1412	2.33%	1,257.0942	4.61%	4.1949	1.05%
Hídrica	laminar	leve	14,444.9913	15.30%	3,566.1674	13.08%	49.8634	12.54%
Hídrica	laminar	moderado	12,772.6197	13.53%	4,670.6867	17.13%	66.3665	16.69%
Sin erosión	-	-	50,878.8798	53.90%	16,684.1256	61.18%	276.3858	69.51%
Total			**94,399.4877**	**100.00%**	**27,271.6647**	**100.00%**	**397.6458**	**100.00%**

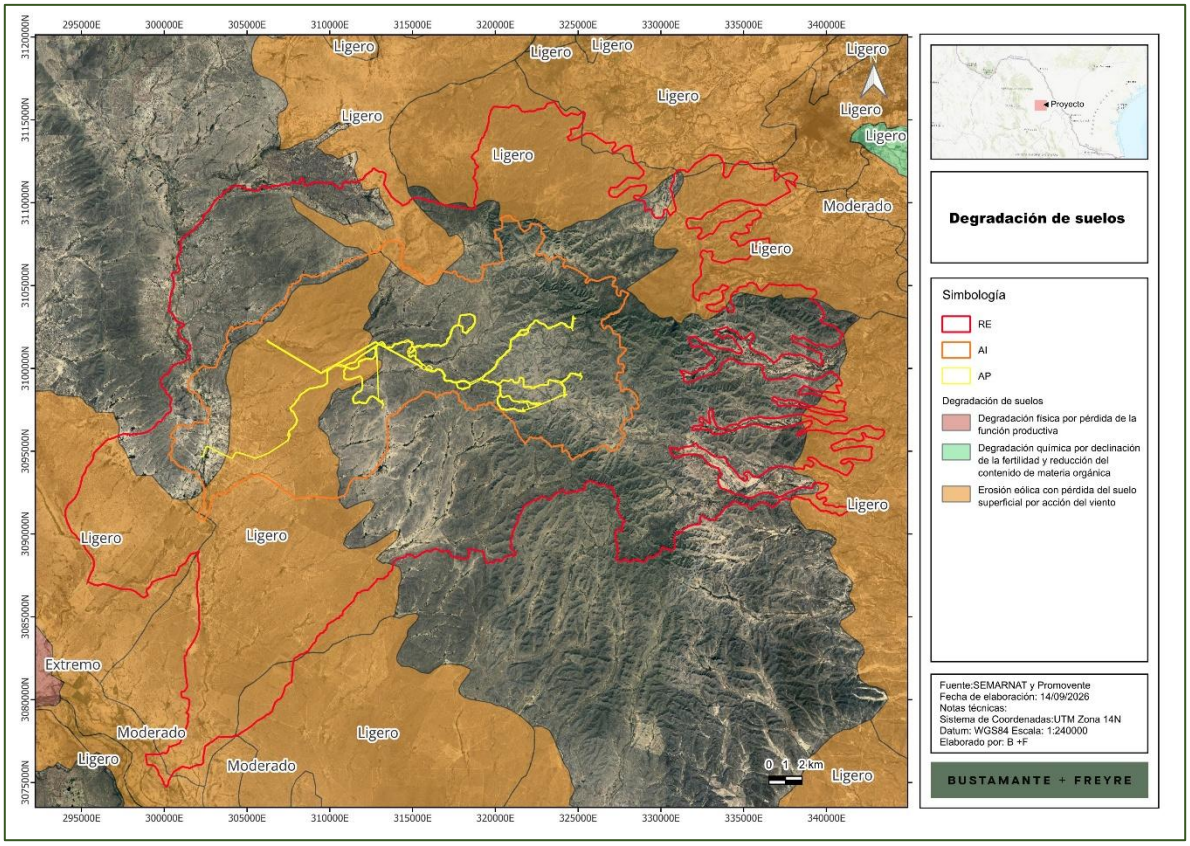
Por otro lado, de acuerdo con la cartografía Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 de la SEMARNAT (2004[5]), se observa que, en la **RE**, **AI** y **AP** se encuentran en polígonos en donde se identifica erosión eólica con pérdida de suelo

[5] SEMARNAT en CONABIO. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/dsuelo/degra250kgw

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

superficial por acción del viento, en grado ligero en su mayor parte, cuyas causas principales son el sobrepastoreo, deforestación y remoción de la vegetación, y las actividades agrícolas, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 20. Degradación de suelos en la RE, AI y AP.

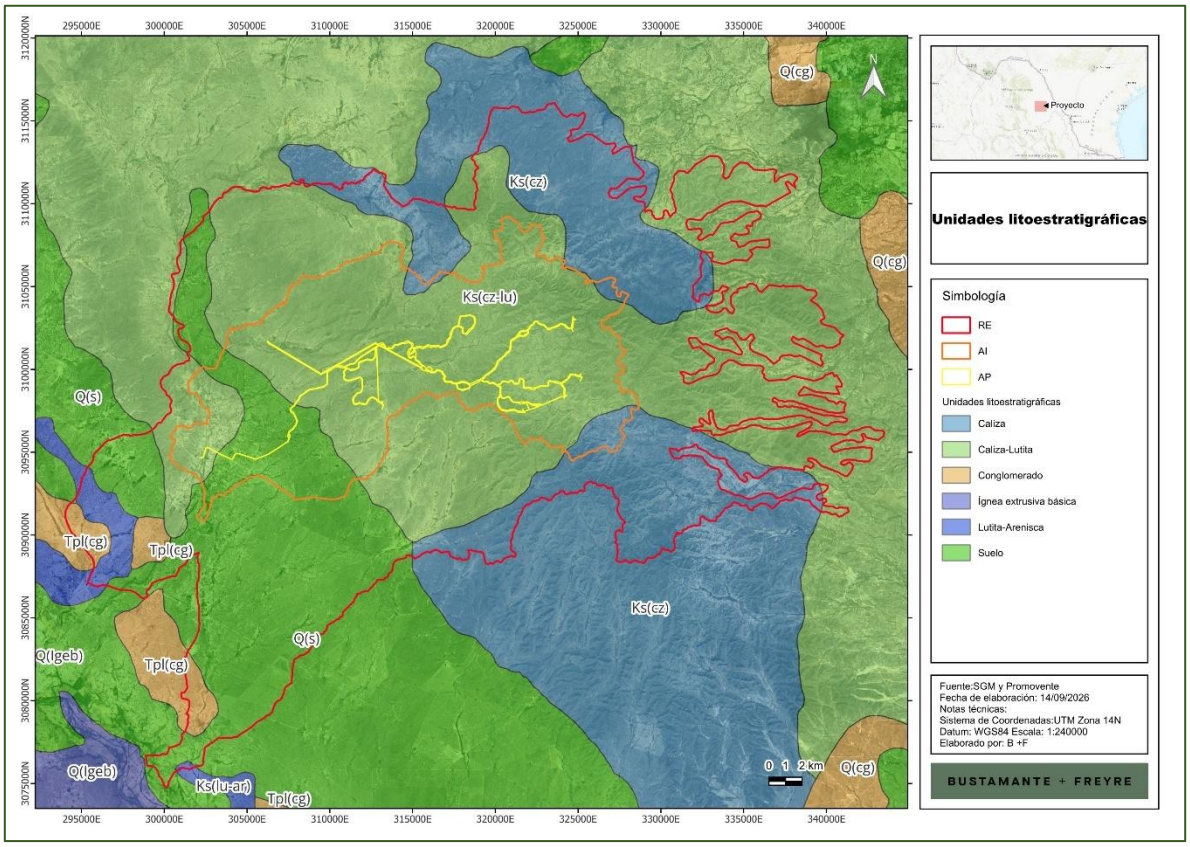


I.1.5. Geología

Como se observa en la siguiente figura, la **RE** se encuentra en zonas con rocas de clase sedimentaria de tipo caliza, caliza-lutita, lutita-arenisca y conglomerado, así como unidades de suelo; mientras que, el **AI** se encuentra sólo en rocas sedimentarias de tipo caliza y caliza-lutita, así como unidades de suelo; y el **AP** se encuentra en rocas sedimentarias de tipo caliza-lutita.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 21. Unidades litoestratigráficas presentes en la RE, AI y AP.



I.1.6. Agua

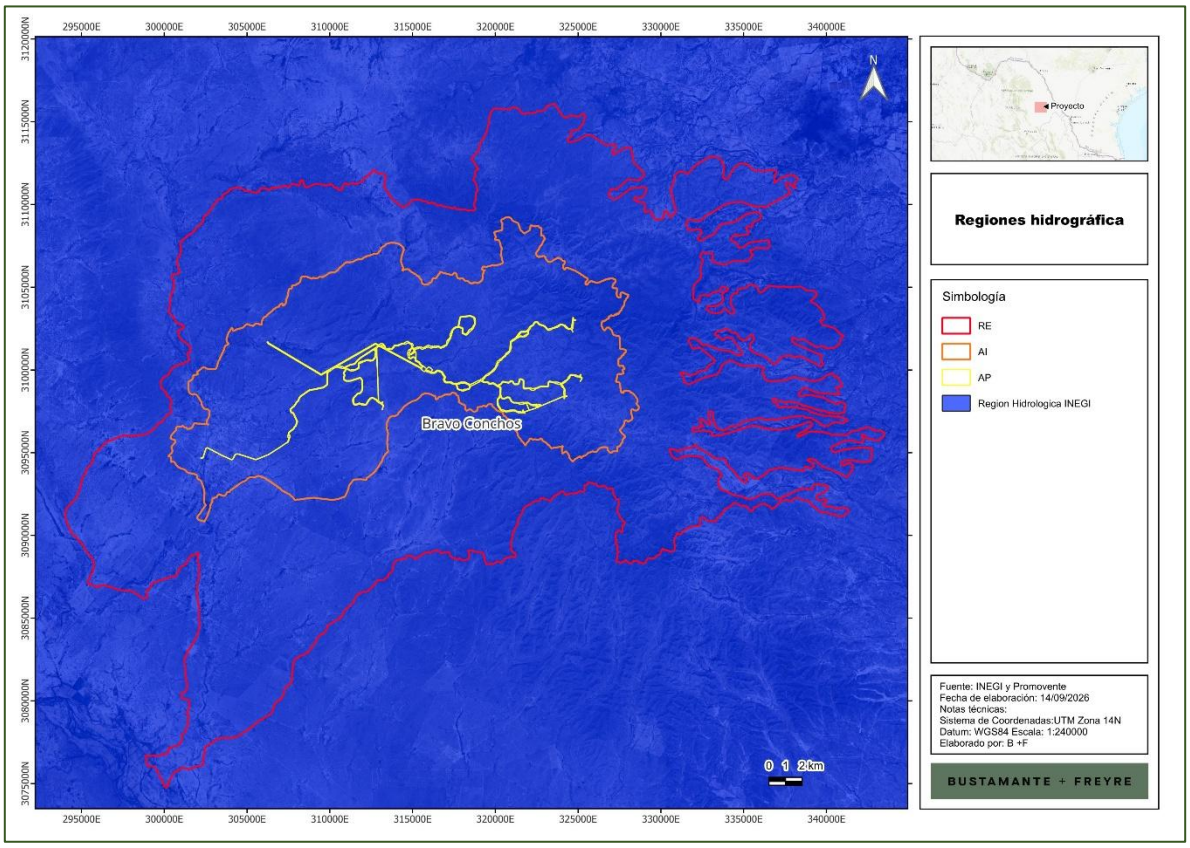
I.1.6.1. Hidrología superficial

Ubicación en la región hidrográfica, cuenca, subcuenca y microcuenca

La **RE**, **AI** y **AP** se ubican en la región hidrológica RH-24 Bravo – Conchos, así como en la cuenca Río Bravo, como se observa en las siguientes figuras.

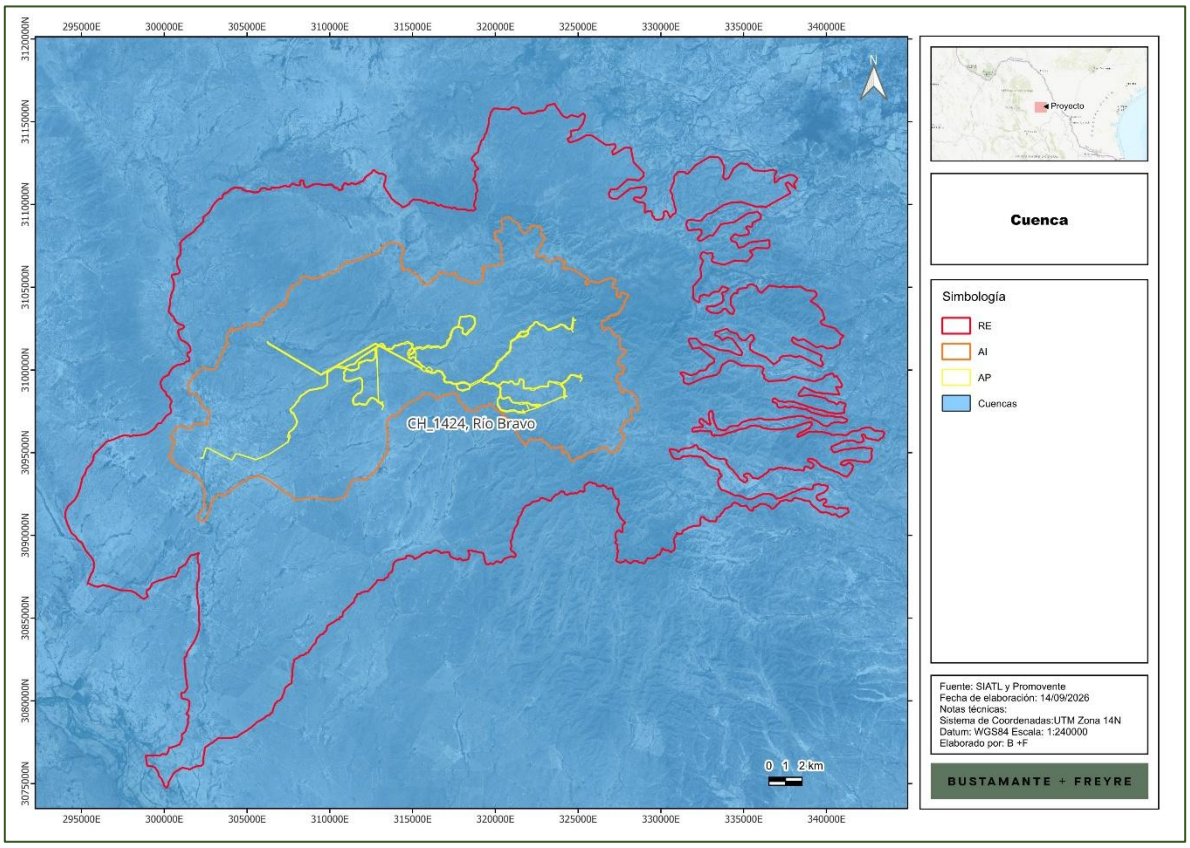
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 22. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las regiones hidrográficas.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

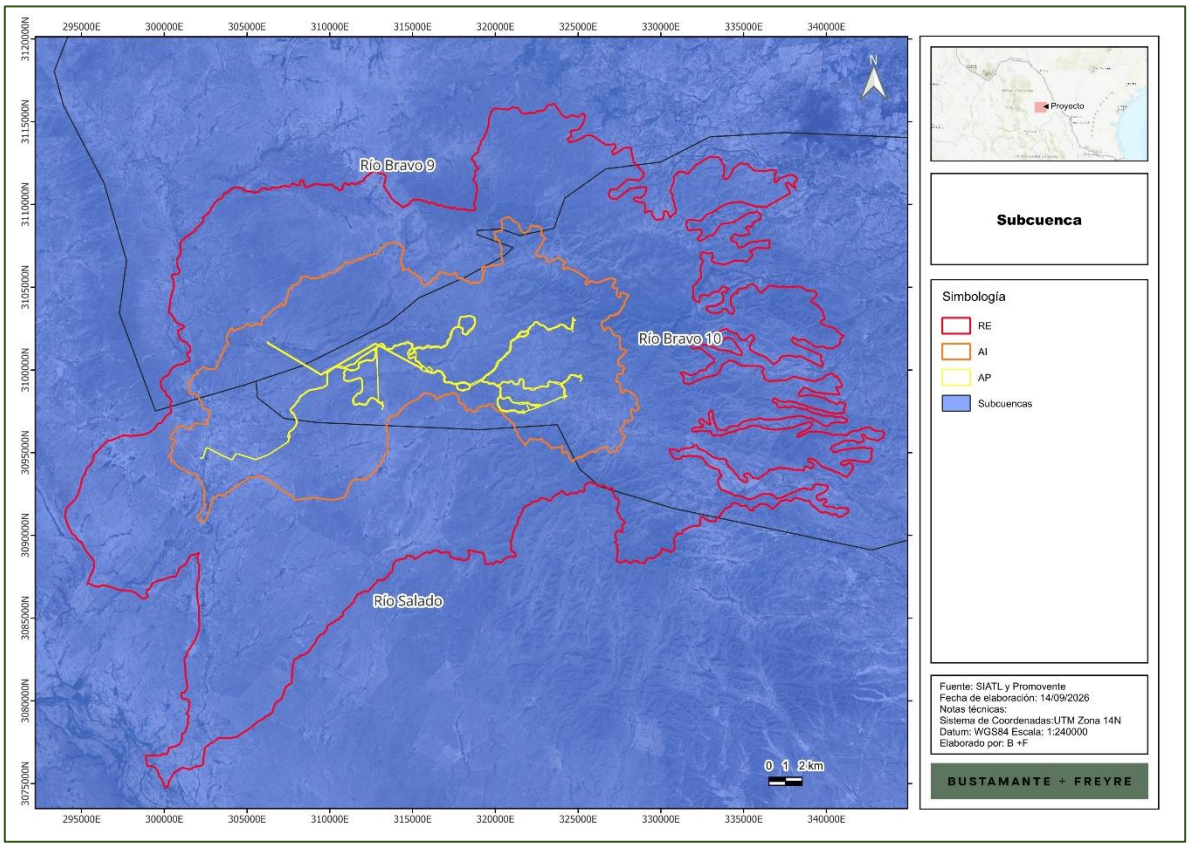
Figura 23. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las cuencas.



Con respecto a las subcuencas, la RE, AI y AP inciden en Río Salado, Río Bravo 9 y Río Bravo 10, como se observa en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

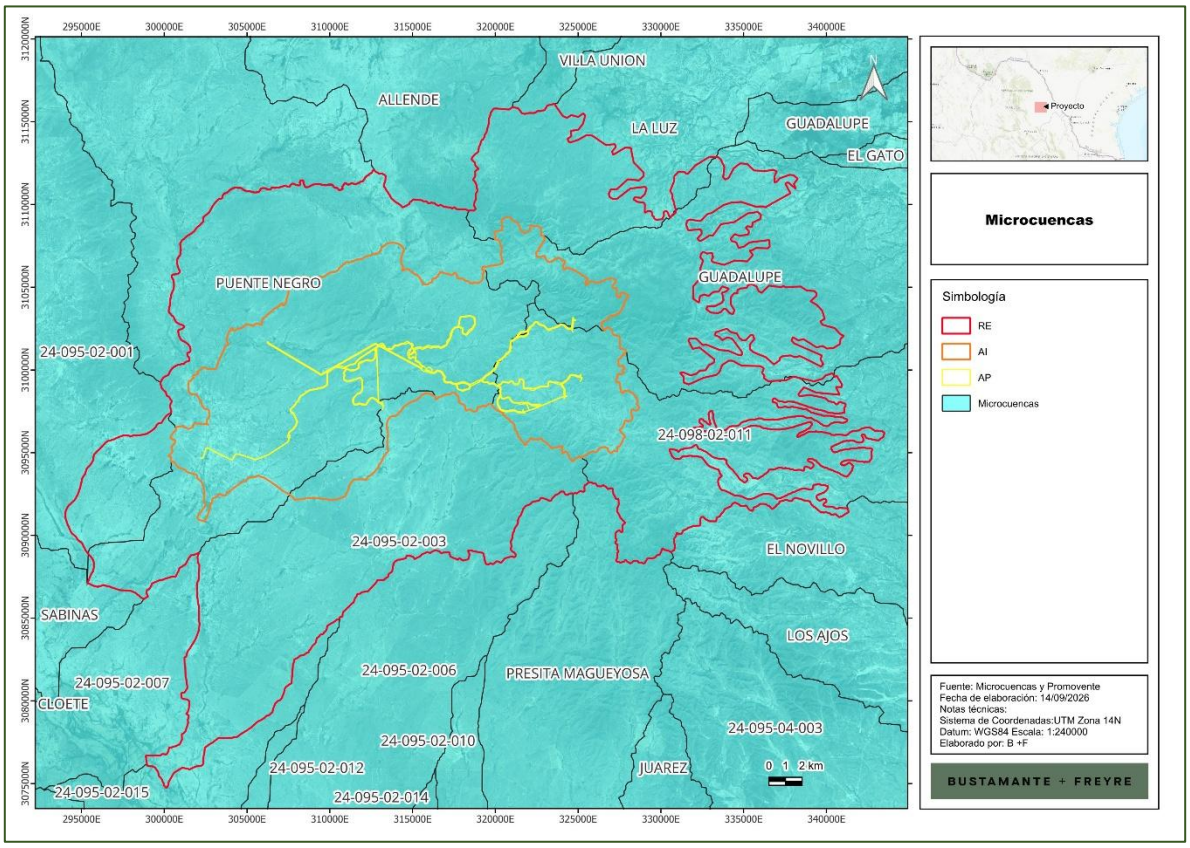
Figura 24. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a las subcuencas hidrológicas.



Por otro lado, de acuerdo con la cartografía de Microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido, la **RE** se encuentra en las microcuencas denominadas La Luz, Guadalupe, 24-098-02-011, 24-095-02-003, Puente Negro y 24-095-02-001; mientras que, el **AI** y **AP** inciden solamente en las microcuencas Guadalupe, 24-098-02-011, 24-095-02-003 y Puente Negro; como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 25. Ubicación de la RE con respecto a las microcuencas.

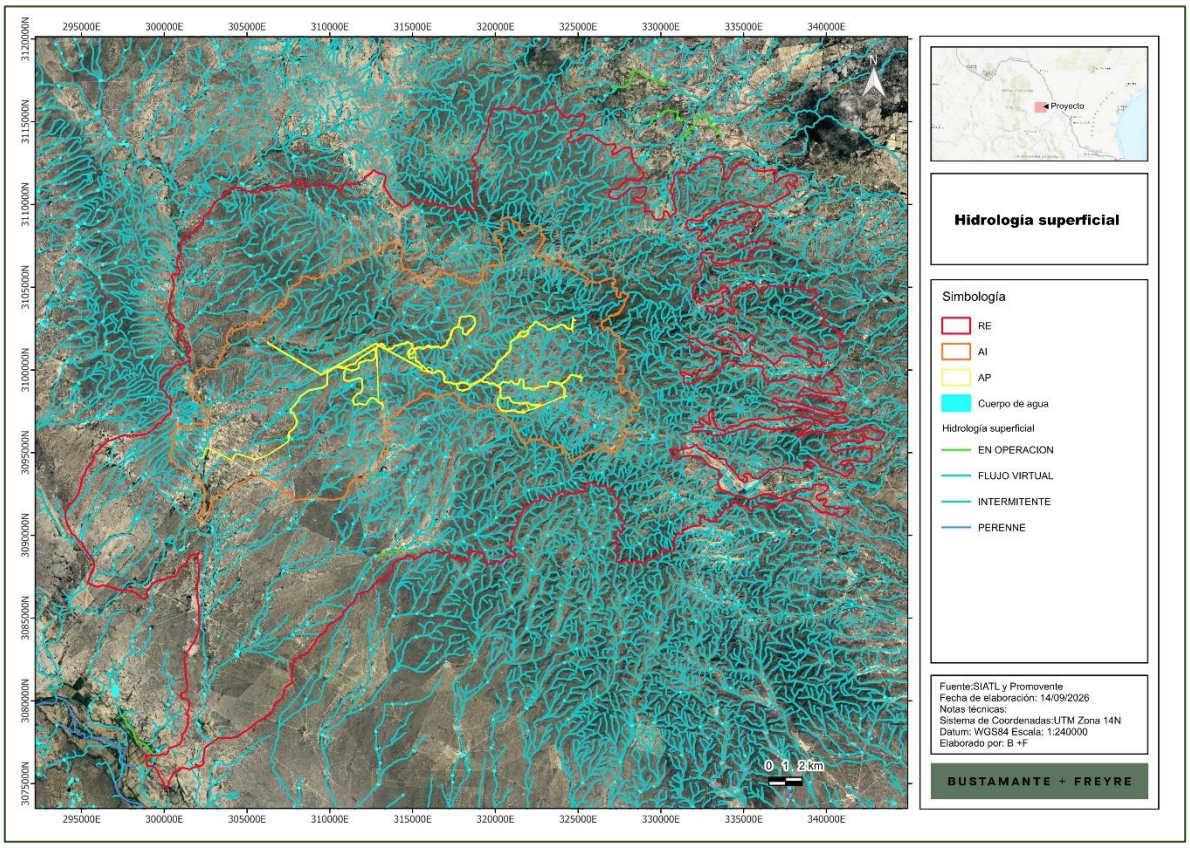


Corrientes y cuerpos de agua

Con el objetivo de saber la interacción de la **RE, AI** y **AP** con la hidrografía del área, se realizó un compendio de datos de corrientes y cuerpos de agua de los datos registrados por el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL). De acuerdo con esta revisión se observó que, dentro de la **RE, AI** y **AP** se localizan numerosos escurrimientos de tipo intermitente, así como cuerpos de agua intermitentes a manera de bordos; como se muestra en la siguiente figura.

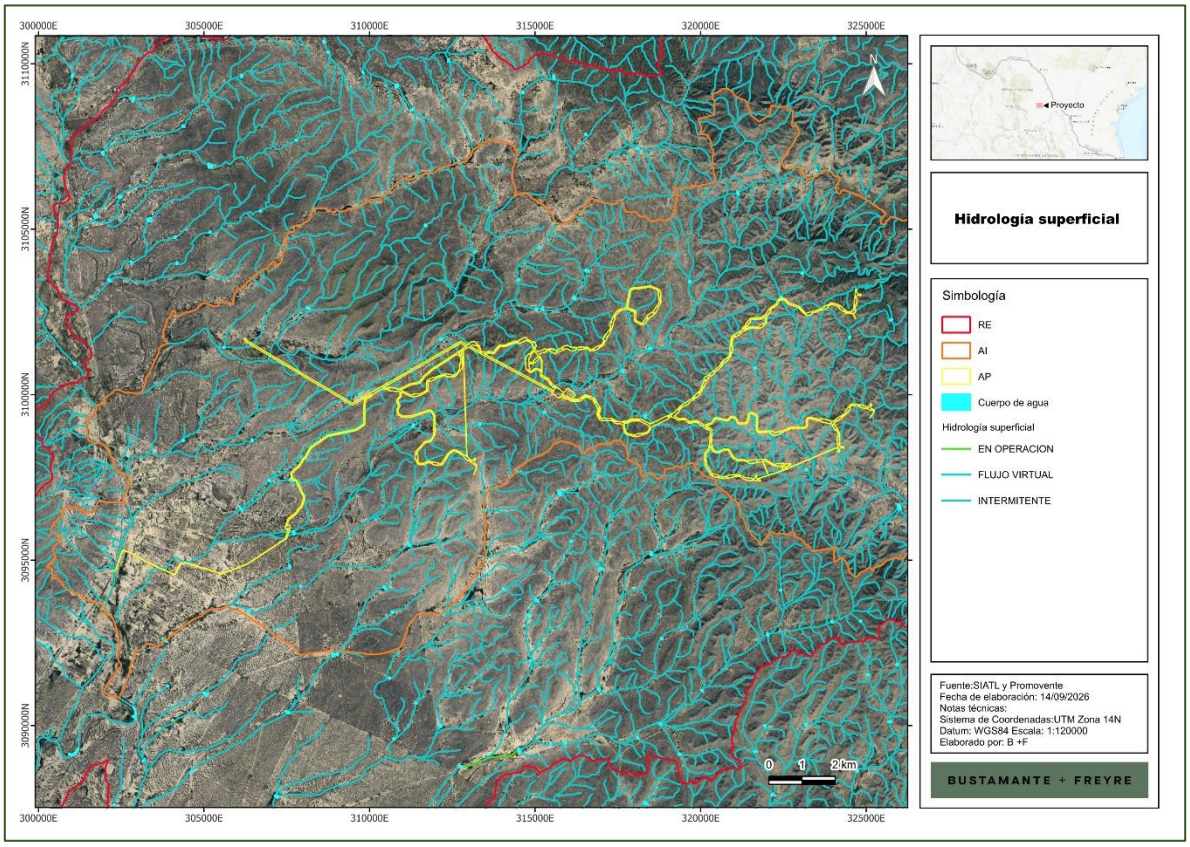
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 26. Hidrología superficial de la RE, AI y AP.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 27. Hidrología superficial del AP.



Así mismo, en la siguiente tabla se muestra la relación de escurrimientos con los cuales tiene incidencia el área del Proyecto.

Tabla 9. Incidencia en componentes hídricos.

Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
INTERMITENTE	Caminos	8.1032
INTERMITENTE	Caminos	25.9305
INTERMITENTE	Caminos	8.1576
INTERMITENTE	Caminos	24.7423
INTERMITENTE	Caminos	8.0465
INTERMITENTE	Caminos	11.0483
INTERMITENTE	Caminos	16.9762
INTERMITENTE	Caminos	11.7061
INTERMITENTE	Caminos	9.0956
INTERMITENTE	Caminos	8.4769
INTERMITENTE	Caminos	15.7586
INTERMITENTE	Caminos	53.4437
INTERMITENTE	Caminos	8.7527
INTERMITENTE	Caminos	8.2873
INTERMITENTE	Caminos	9.1733
INTERMITENTE	Caminos	8.2266
INTERMITENTE	Caminos	21.7381

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
INTERMITENTE	Caminos	8.1444
INTERMITENTE	Caminos	8.0008
INTERMITENTE	Caminos	8.5027
INTERMITENTE	Caminos	9.6083
INTERMITENTE	Caminos	8.5714
INTERMITENTE	Caminos	8.086
INTERMITENTE	Caminos	9.283
INTERMITENTE	Caminos	10.3428
INTERMITENTE	Caminos	17.5149
INTERMITENTE	Caminos	8.1933
INTERMITENTE	Caminos	13.4283
INTERMITENTE	Caminos	8.3063
INTERMITENTE	Caminos	8.5274
INTERMITENTE	Caminos	10.1422
INTERMITENTE	Caminos	8.5646
INTERMITENTE	Caminos	12.0974
INTERMITENTE	Caminos	30.9584
INTERMITENTE	Caminos	4.1987
INTERMITENTE	Caminos	8.5984
INTERMITENTE	Caminos	11.2621
INTERMITENTE	Caminos	11.1831
INTERMITENTE	Caminos	8.2336
INTERMITENTE	Caminos	0.262
INTERMITENTE	Caminos	8.96
INTERMITENTE	Caminos	16.7651
INTERMITENTE	Caminos	39.8799
INTERMITENTE	Caminos	12.5326
INTERMITENTE	Caminos	8.6951
INTERMITENTE	Caminos	8.8658
INTERMITENTE	Caminos	9.845
INTERMITENTE	Caminos	18.5384
INTERMITENTE	Caminos	8.004
INTERMITENTE	Caminos	23.164
INTERMITENTE	Caminos	8.0751
INTERMITENTE	Caminos	17.9789
INTERMITENTE	Caminos	8.349
INTERMITENTE	Caminos	18.8168
INTERMITENTE	Caminos	8.0745
INTERMITENTE	Caminos	16.638
INTERMITENTE	Caminos	12.1173
INTERMITENTE	Caminos	9.7753
INTERMITENTE	Caminos	9.2272
INTERMITENTE	Caminos	6.8242
INTERMITENTE	Caminos	19.4041
INTERMITENTE	Caminos	4.9517
INTERMITENTE	Caminos	9.3056
INTERMITENTE	Caminos	3.8259
INTERMITENTE	Caminos	9.6015
INTERMITENTE	Caminos	8.1412
INTERMITENTE	Caminos	8.0455
INTERMITENTE	Caminos	11.6868
INTERMITENTE	Caminos	10.9339
INTERMITENTE	Caminos	8.0919
INTERMITENTE	Caminos	58.3843
INTERMITENTE	Caminos	8.5466
INTERMITENTE	Caminos	8.8832
INTERMITENTE	Caminos	8.082
INTERMITENTE	Caminos	11.5608

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
INTERMITENTE	Caminos	91.7734
INTERMITENTE	Caminos	12.7166
INTERMITENTE	Caminos	8.5337
INTERMITENTE	Caminos	11.9347
INTERMITENTE	Huella caminos	2.0261
INTERMITENTE	Huella caminos	85.0165
INTERMITENTE	Huella caminos	32.6305
INTERMITENTE	Huella caminos	76.935
INTERMITENTE	Huella caminos	32.5398
INTERMITENTE	Huella caminos	41.4792
INTERMITENTE	Huella caminos	42.2984
INTERMITENTE	Huella caminos	138.1761
INTERMITENTE	Huella caminos	34.9822
INTERMITENTE	Huella caminos	33.9075
INTERMITENTE	Huella caminos	70.6694
INTERMITENTE	Huella caminos	4.1138
INTERMITENTE	Huella caminos	112.6798
INTERMITENTE	Huella caminos	35.3564
INTERMITENTE	Huella caminos	33.677
INTERMITENTE	Huella caminos	39.5573
INTERMITENTE	Huella caminos	33.7471
INTERMITENTE	Huella caminos	60.2228
INTERMITENTE	Huella caminos	32.3774
INTERMITENTE	Huella caminos	32.9873
INTERMITENTE	Huella caminos	67.1499
INTERMITENTE	Huella caminos	36.4129
INTERMITENTE	Huella caminos	87.1292
INTERMITENTE	Huella caminos	32.0981
INTERMITENTE	Huella caminos	36.5561
INTERMITENTE	Huella caminos	46.5371
INTERMITENTE	Huella caminos	26.1385
INTERMITENTE	Huella caminos	73.508
INTERMITENTE	Huella caminos	26.2948
INTERMITENTE	Huella caminos	57.5519
INTERMITENTE	Huella caminos	33.3582
INTERMITENTE	Huella caminos	35.8289
INTERMITENTE	Huella caminos	41.193
INTERMITENTE	Huella caminos	3.6178
INTERMITENTE	Huella caminos	69.5944
INTERMITENTE	Huella caminos	49.6156
INTERMITENTE	Huella caminos	139.0994
INTERMITENTE	Huella caminos	83.8182
INTERMITENTE	Huella caminos	40.1846
INTERMITENTE	Huella caminos	51.2785
INTERMITENTE	Huella caminos	7.7169
INTERMITENTE	Huella caminos	7.8312
INTERMITENTE	Huella caminos	48.6722
INTERMITENTE	Huella caminos	35.345
INTERMITENTE	Huella caminos	8.6804
INTERMITENTE	Huella caminos	24.4452
INTERMITENTE	Huella caminos	33.9773
INTERMITENTE	Huella caminos	67.727
INTERMITENTE	Huella caminos	34.5303
INTERMITENTE	Huella caminos	33.4077
INTERMITENTE	Huella caminos	36.1814
INTERMITENTE	Huella caminos	39.3794
INTERMITENTE	Huella caminos	7.3972
INTERMITENTE	Huella caminos	65.6207

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
INTERMITENTE	Huella caminos	32.7641
INTERMITENTE	Huella caminos	133.6694
INTERMITENTE	Huella caminos	239.5333
INTERMITENTE	Huella caminos	33.0589
INTERMITENTE	Huella caminos	49.3625
INTERMITENTE	Huella caminos	44.472
INTERMITENTE	Huella caminos	59.4355
INTERMITENTE	Huella caminos	8.5575
INTERMITENTE	Huella caminos	43.6942
INTERMITENTE	Huella caminos	23.7721
INTERMITENTE	Huella caminos	57.3649
INTERMITENTE	Huella caminos	43.2495
INTERMITENTE	Huella caminos	36.2044
INTERMITENTE	Huella caminos	37.1473
INTERMITENTE	Huella caminos	46.4681
INTERMITENTE	Huella caminos	36.8246
INTERMITENTE	Huella caminos	39.4807
INTERMITENTE	Huella caminos	32.4819
INTERMITENTE	Huella caminos	32.3416
INTERMITENTE	Huella caminos	45.4953
INTERMITENTE	Huella caminos	43.1388
INTERMITENTE	Huella caminos	85.5204
INTERMITENTE	Huella caminos	97.2267
INTERMITENTE	Huella caminos	34.5139
INTERMITENTE	Huella caminos	36.2008
INTERMITENTE	Huella caminos	32.1982
INTERMITENTE	Huella caminos	46.2428
INTERMITENTE	Huella caminos	17.8287
INTERMITENTE	Huella caminos	3.5186
INTERMITENTE	Huella caminos	34.1348
INTERMITENTE	Huella caminos	30.4121
INTERMITENTE	Huella caminos	43.3791
INTERMITENTE	LMT Aerea	2.771
INTERMITENTE	LMT Aerea	6.0612
INTERMITENTE	LMT Aerea	9.8314
INTERMITENTE	LMT Aerea	4.5495
INTERMITENTE	LMT Aerea	4.7613
INTERMITENTE	LMT Aerea	3.105
INTERMITENTE	LMT Aerea	2.5506
INTERMITENTE	LMT Aerea	9.3111
INTERMITENTE	LMT Aerea	6.0308
INTERMITENTE	LMT Subterranea	26.8763
INTERMITENTE	LMT Subterranea	4.3856
INTERMITENTE	LMT Subterranea	17.5766
INTERMITENTE	LMT Subterranea	17.4857
INTERMITENTE	LMT Subterranea	17.1558
INTERMITENTE	LMT Subterranea	36.9418
INTERMITENTE	LMT Subterranea	16.6003
INTERMITENTE	LMT Subterranea	8.3821
INTERMITENTE	LMT Subterranea	26.0019
INTERMITENTE	LMT Subterranea	7.8942
INTERMITENTE	LMT Subterranea	30.0571
INTERMITENTE	LMT Subterranea	18.6459
INTERMITENTE	LMT Subterranea	8.4239
INTERMITENTE	LMT Subterranea	40.4987
INTERMITENTE	LMT Subterranea	28.0649
INTERMITENTE	LMT Subterranea	72.8407
INTERMITENTE	LMT Subterranea	32.5895

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

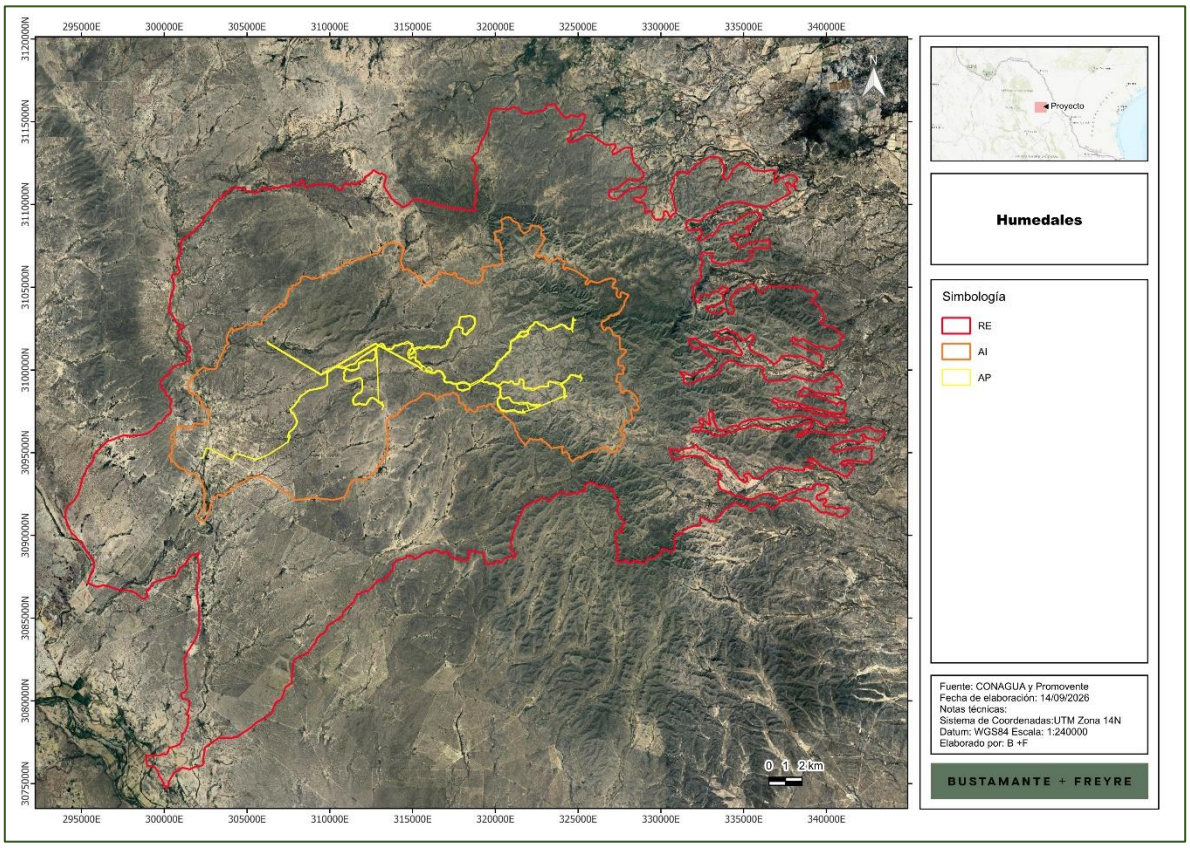
Incidencia (cuerpo de agua, corriente intermitente, corriente perenne, canal, etc.)	Elemento del Proyecto con el que incide	Longitud de incidencia (m)
INTERMITENTE	LMT Subterranea	10.0663
INTERMITENTE	LMT Subterranea	21.0966
INTERMITENTE	LMT Subterranea	15.2374
INTERMITENTE	LMT Subterranea	5.7916
INTERMITENTE	LMT Subterranea	7.4354
INTERMITENTE	LMT Subterranea	5.0826
INTERMITENTE	LMT Subterranea	34.8313
INTERMITENTE	LMT Subterranea	2.3421
INTERMITENTE	LMT Subterranea	2.106
INTERMITENTE	LMT Subterranea	14.4168
INTERMITENTE	LMT Subterranea	8.1999
INTERMITENTE	LMT Subterranea	5.0455
INTERMITENTE	LMT Subterranea	9.3522
INTERMITENTE	LMT Subterranea	6.1311
INTERMITENTE	LMT Subterranea	5.5876
INTERMITENTE	LMT Subterranea	8.0126
INTERMITENTE	LMT Subterranea	8.5921
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	50.6913
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	1.242
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	53.8556
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	50.8155
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	53.3985
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	59.7801
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	72.1029
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	56.4461
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	66.1642
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	56.3295
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	50.7176
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	52.4063
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	50.9111
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	51.8599
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	52.1369
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	589.6383
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	8.599
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	89.6254
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	208.4224
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	178.6078
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	137.9511
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	55.3883
INTERMITENTE	LT 400 y DDV	59.7007
INTERMITENTE	Plataformas	20.7218
INTERMITENTE	Plataformas	21.2754
INTERMITENTE	Plataformas	16.7069
INTERMITENTE	Plataformas	13.2148
INTERMITENTE	Plataformas	51.902
INTERMITENTE	Plataformas	58.9521
INTERMITENTE	Plataformas	52.658
INTERMITENTE	Plataformas	64.6907
INTERMITENTE	Plataformas	38.0299
INTERMITENTE	Plataformas	20.1742
INTERMITENTE	Plataformas	52.3696
INTERMITENTE	SET	24.7275

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Humedales

De acuerdo con la cartografía de Inventario de Humedales de la Comisión Nacional del Agua, se observa que no se tiene incidencia en humedales, según la distribución que se muestra en la siguiente figura.

Figura 28. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los humedales.

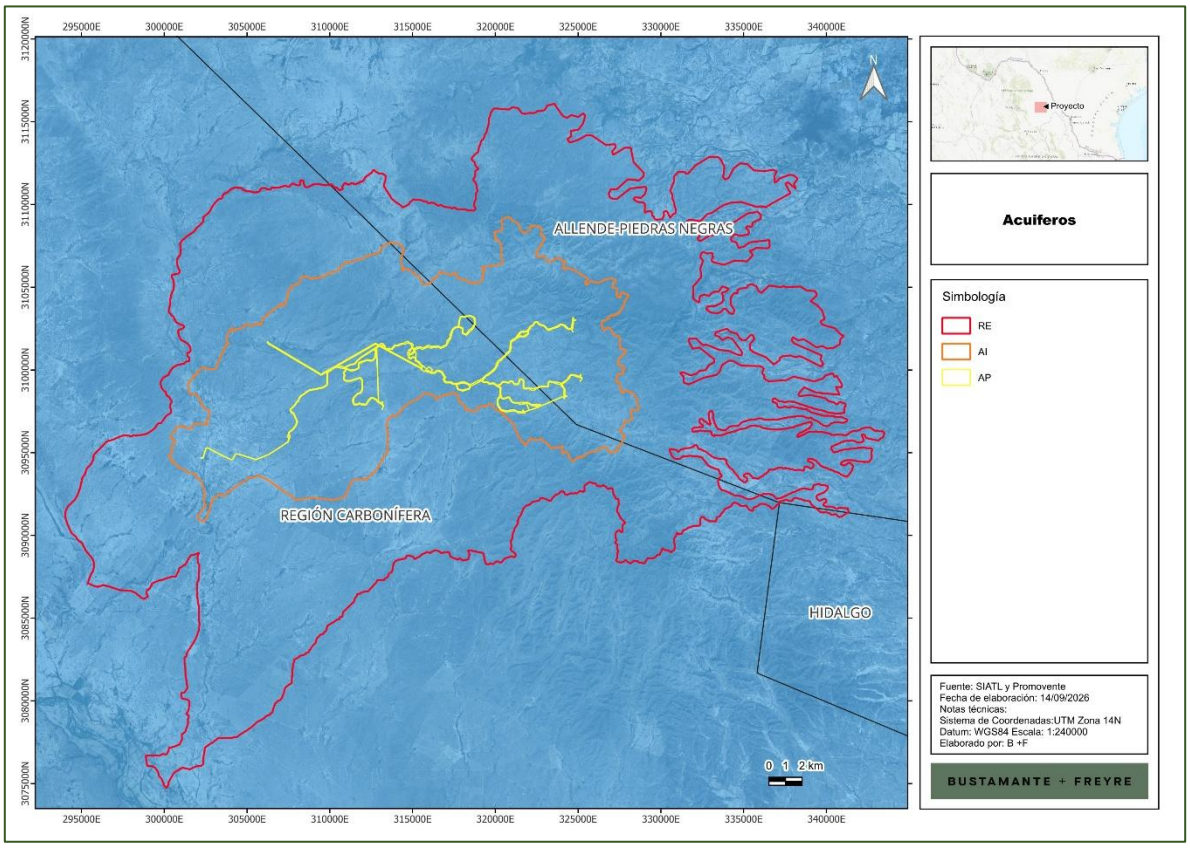


I.1.6.2. Hidrología subterránea

Según el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (**SIGMAS**) de la **CONAGUA**, la **RE**, **AI** y **AP** inciden en los acuíferos Allende – Piedras Negras y Región Carbonífera, aunque la **RE** también tiene una mínima incidencia en el acuífero Hidalgo, como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 29. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a los acuíferos.



El Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican, publicado en el **DOF** con fecha 09 de noviembre de 2023, indica la situación de los acuíferos en cuanto a su disponibilidad, déficit, volúmenes de recarga y descarga, así como volumen de extracción, estos datos para los acuíferos sobre los cuales inciden la **RE, AI** y **AP** se muestran en la siguiente tabla, en donde se observa que los 3 acuíferos presentan déficit de agua.

Tabla 10. Situación de los acuíferos en los cuales inciden la RE, **AI** y **AP**.

Clave	Acuífero	R (hm^3/año)	DNC (hm^3/año)	VEAS (hm^3/año)	DMA (hm^3/año)	Déficit (hm^3/año)	Incidencia
0501	Allende – Piedras Negras	496.5	274.4	241.544394	-	19.444394	RE, AI, AP
0512	Región Carbonífera	84.1	39.1	72.272297		27.272297	RE, AI, AP
0514	Hidalgo	3.6	0	3.821613		0.221613	RE

R: Recarga media anual, DNC: Descarga natural comprometida, VEAS: Volumen de extracción de aguas subterráneas, DMA: Disponibilidad media anual.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.1.7. Aire

Para describir la calidad del aire, se consultó el Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM), el INEM integrado por la SEMARNAT comprende información de las emisiones liberadas a la atmósfera de los contaminantes clasificados como criterio: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amonio (NH3), emitidos por las distintas fuentes. En el caso del contaminante criterio ozono (O3), el INEM comprende la estimación de sus dos principales precursores: óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles. En el INEM se clasifican cuatro tipos de fuentes emisoras:

Fuentes fijas o puntuales: son las instalaciones de ubicación fija, que tienen como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales de manufactura las cuales pueden generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

Fuentes de área: las fuentes de área representan aquellas fuentes pequeñas, numerosas y dispersas, y no pueden ser incluidas de manera eficiente en un inventario de fuentes fijas, sin embargo, colectivamente las fuentes de área representan un porcentaje significativo de las emisiones de contaminantes. En las fuentes de área se incluyen los comercios, servicios, casas habitación, entre otros.

Fuentes móviles (carreteras y no carreteras): se trata de los vehículos con motores de combustión y similares, que debido a su funcionamiento generan o pueden a generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Las fuentes móviles carreteras incluyen: tractocamiones, autobuses, camiones, automóviles, motocicletas; mientras que las fuentes móviles no carreteras comprenden: aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, embarcaciones, equipo y maquinarias.

Fuentes naturales: se trata de cualquier fuente o proceso natural en la vegetación y los suelos que generen emisiones, suelen incluirse las emisiones biogénicas, las emisiones del suelo y la erosión eólica.

La **RE** se ubica en los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez, principalmente (gráficamente también tiene incidencia en una mínima parte en el municipio de Guerrero); el AI se ubica en Villa Unión y Sabinas; mientras que, el **AP** se encuentra en el municipio de Villa Unión, Sabinas y Juárez; estos 3 municipios presentan las siguientes emisiones, en donde destacan las emisiones de CO y COV.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Tabla 11. Toneladas de contaminantes criterio emitidos por municipio presente en la RE, AI y AP.

Municipio	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
Villa Unión	146.1409	67.5602	3.2127	402.8536	314.1772	1068.0338	109.8196
Sabinas	167.9565	132.2606	25.7066	2924.3096	1074.6465	1468.5216	189.1501
Juárez	43.3381	34.2063	2.4510	344.1326	117.5951	338.4645	24.3379

Como se observa en la siguiente tabla, las emisiones de CO provienen principalmente de fuentes móviles (autos particulares y vehículos tipo pick up), mientras que los COV provienen principalmente de fuentes naturales, así como uso de solventes y fuentes móviles.

Tabla 12. Toneladas de contaminantes criterio por tipo de fuente y municipio.

Municipio	Tipo	Categoría	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
Villa Unión	Área	Agropecuarias	111.2836	57.2582	1.4563	240.3603	10.8987	17.2516	98.6666
		Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	31.7215	0.0000
		Fuentes industriales ligeras y comerciales	26.4391	3.0080	0.0000	1.0383	0.0191	0.4368	0.0000
		Fuentes misceláneas	0.8460	0.2056	0.0000	0.0205	0.0005	0.0029	10.9556
		Manejo de Residuos	0.0493	0.0452	0.0013	0.1164	0.0078	0.3315	0.0000
		Quema de combustibles en fuentes estacionarias	2.4024	2.3004	0.0706	27.5526	2.8606	5.8993	0.0195
		Uso de Solventes	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	250.7139	0.0000
	Móvil	-	5.1206	4.7428	1.6845	133.7655	107.3647	16.5072	0.1779
	Natural	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	193.0258	745.1689	0.0000
Sabinas	Área	Agropecuarias	59.1681	43.1415	1.3320	210.0865	10.0495	14.7601	97.4427
		Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	281.7164	0.0000
		Fuentes industriales ligeras y comerciales	5.3989	4.3089	0.0000	10.7486	0.1979	3.9297	0.0000
		Fuentes misceláneas	14.8609	3.6067	0.0000	0.2593	0.0062	0.0259	87.2712
		Manejo de Residuos	0.2194	0.2009	0.0058	0.5888	0.0346	5.2446	0.0000
		Quema de combustibles en fuentes estacionarias	1.8037	1.6257	0.0695	16.1850	20.0514	1.8999	0.1770
		Uso de Solventes	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	482.7509	0.0000
	Fija	Industria textil	0.0086	0.0061	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Petróleo y petroquímica	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	14.7231	0.0000
	Móvil	-	86.4969	79.3708	24.2992	2,686.4414	944.4375	285.8237	4.2592
	Natural	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	99.8694	377.6472	0.0000
Juárez	Área	Agropecuarias	26.3463	19.5723	0.8828	133.5891	5.4787	10.1229	20.0287
		Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.9167	0.0000
		Fuentes industriales ligeras y comerciales	0.1429	0.1141	0.0000	0.2845	0.0052	0.0184	0.0000
		Fuentes misceláneas	13.4364	11.2392	1.2066	130.7340	3.8821	9.1283	4.2486

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Municipio	Tipo	Categoría	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
		Manejo de Residuos	0.0168	0.0154	0.0004	0.0392	0.0027	0.0839	0.0000
		Quema de combustibles en fuentes estacionarias	2.9224	2.8136	0.0839	34.0732	1.3139	7.4806	0.0011
		Uso de Solventes	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6.6982	0.0000
	Móvil	-	0.4732	0.4517	0.2773	45.4126	11.0107	4.8062	0.0594
	Natural	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	95.9018	295.2094	0.0000

I.2. Medio biótico

I.2.1. Uso de suelo y vegetación

La vegetación es generalmente la principal porción biótica visible dentro del paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Estas comunidades se definen a través de su composición florística y su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotopo) de sus especies dominantes, sumado a los factores climáticos, edáficos y bióticos del medio. Así sus componentes proporcionan particularidad al medio, dándole un comportamiento fenológico sucesional a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII del **INEGI**, escala 1:250,000, la **RE** tienen incidencia en agricultura de temporal anual, desprovisto de vegetación, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, pastizal natural, pastizal cultivado y pastizal inducido; mientras que, el **AI** incide en agricultura de temporal anual, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, pastizal natural y pastizal cultivado; así mismo, conforme a esta cartografía el **AP** tendría incidencia en vegetación de matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo y matorral espinoso tamaulipeco. La ocupación en superficies por uso de suelo y vegetación (**USV**) se muestra en la siguiente tabla y figura.

Tabla 13. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI.

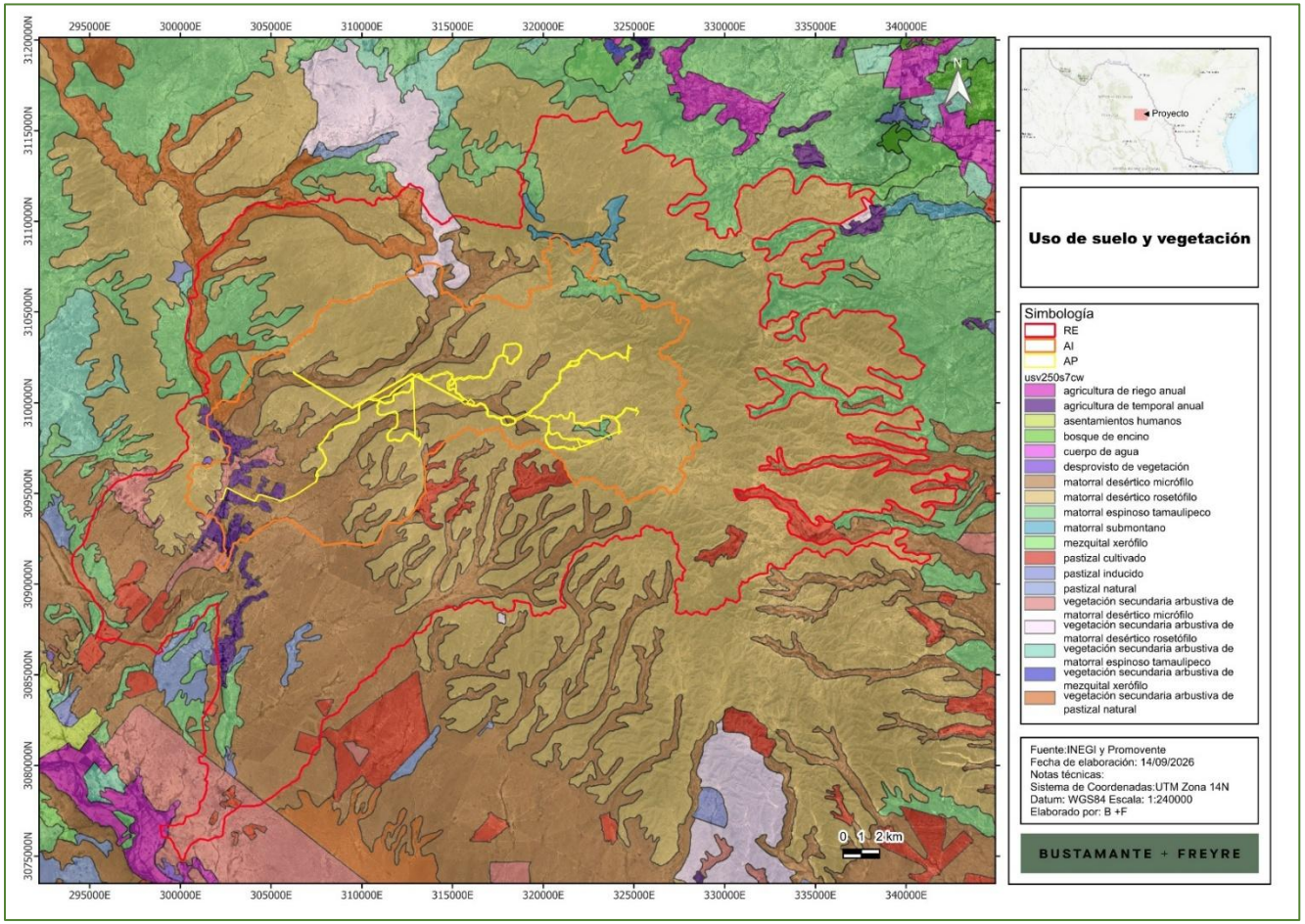
Uso de suelo y vegetación INEGI Serie VII	RE		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Agricultura de riego anual	25.1257	0.03%				
Agricultura de temporal anual	1,514.2381	1.60%	805.1722	2.95%	1.0501	0.26%
Desprovisto de vegetación	16.6919	0.02%				
Matorral desértico micrófilo	22,373.9619	23.70%	6,267.0025	22.98%	81.7664	20.56%
Matorral desértico rosetófilo	58,573.4246	62.05%	19,005.8786	69.69%	313.7159	78.89%
Matorral espinoso tamaulipeco	3,711.5585	3.93%	419.9435	1.54%	0.3020	0.08%
Matorral submontano	433.0194	0.46%	11.6533	0.04%		
Pastizal cultivado	2,217.3152	2.35%	41.4076	0.15%		
Pastizal inducido	64.0708	0.07%				
Pastizal natural	297.5657	0.32%				

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Uso de suelo y vegetación INEGI Serie VII	RE		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	2,056.2205	2.18%	321.1429	1.18%	0.8114	0.20%
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	700.0653	0.74%	194.8331	0.71%		
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	2,416.2300	2.56%	204.6310	0.75%		
Total	**94,399.4876**	100.00%	**27,271.6647**	100.00%	**397.6458**	100.00%

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 30. Uso de suelo y vegetación presente en la RE, AI y AP, de acuerdo con el INEGI.



No obstante, se señala que en ocasiones la cartografía del **INEGI** por la escala a la cual se presenta, en ciertas zonas no corresponde con el uso de suelo o tipo de vegetación existente, lo cual se pudo apreciar con el muestreo y recorridos realizados en el sitio; por lo tanto, se realizó la corrección del uso de suelo y vegetación a nivel del **AP**, conforme a las características observadas en los sitios de muestreo y recorridos realizados en campo, tomando como base el Conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del **INEGI**, a partir del cual se realizaron las correcciones en aquellas zonas en donde se detectó un uso de suelo o tipo de vegetación diferente al señalado por la cartografía. La superficie obtenida de acuerdo con esta reclasificación se muestra en las siguientes tablas y figura.

Tabla 14. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo.

Clave	Uso de suelo y vegetación campo	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
ADV	Desprovisto de Vegetación	16.6919	0.02%	-	-	-	-
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	22,106.0456	23.42%	5,204.6973	19.08%	53.5888	13.48%
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	67,793.1369	71.82%	20,939.4775	76.78%	342.1955	86.06%
MET	Matorral Espinoso Tamaulipeco	793.0161	0.84%	-	-	-	-
RA	Agricultura de Riego Anual	25.1262	0.03%	-	-	-	-
TA	Agricultura de Temporal Anual	1,514.2392	1.60%	806.3968	2.96%	1.0501	0.26%
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	2,151.2318	2.28%	321.0930	1.18%	0.8114	0.20%
	Total	**94,399.4877**	**100.00%**	**27,271.6647**	**100.00%**	**397.6458**	**100.00%**

De acuerdo con la tabla anterior, en el **AP** el principal tipo de vegetación presente es el matorral desértico rosetófilo, el cual se distribuye en el 86.06% de la superficie total; así mismo, se observa que la mayor parte de la superficie de cada área comprende vegetación forestal, en el caso del **AP** correspondiente a matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo con un total de 396.5957 ha equivalente al 99.74% de la superficie total del área del Proyecto; en el caso del AI la vegetación forestal se distribuye en el 97.04% de su superficie y en el caso de la RE corresponde al 97.51% de su superficie; como se precisa en la siguiente tabla.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 15. Superficies con vegetación forestal en la RE, AI y AP determinado en campo.

Clave	Uso de suelo y vegetación campo	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	22,106.0456	23.42%	5,204.6973	19.08%	53.5888	13.48%
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	67,793.1369	71.82%	20,939.4775	76.78%	342.1955	86.06%
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	2,151.2318	2.28%	321.0930	1.18%	0.8114	0.20%
Total		**92,050.4143**	**97.51%**	**26,465.2679**	**97.04%**	**396.5957**	**99.74%**

En la siguiente tabla se muestra el desglose del USV y la incidencia de componentes del Proyecto.

Tabla 16. Incidencia de los componentes del AP en el USV determinado en campo.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Elemento del Proyecto con el que incide	Superficie de incidencia (ha)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto	Forestal
MDM	Matorral desértico micrófilo	LMT Aérea	0.1753	0.04%	0.1753
MDR	Matorral desértico rosetófilo	LMT Aérea	2.4158	0.61%	2.4158
MDM	Matorral desértico micrófilo	LMT Subterránea	1.0611	0.27%	1.0611
MDR	Matorral desértico rosetófilo	LMT Subterránea	28.3771	7.14%	28.3771
MDM	Matorral desértico micrófilo	LT 400 y DDV	22.6836	5.70%	22.6836
MDR	Matorral desértico rosetófilo	LT 400 y DDV	30.9917	7.79%	30.9917
MDM	Matorral desértico micrófilo	Huella caminos	12.1856	3.06%	12.1856
MDR	Matorral desértico rosetófilo	Huella caminos	178.4531	44.88%	178.4531
TA	Agricultura de Temporal Anual	Huella caminos	0.2098	0.05%	-
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	Huella caminos	0.1547	0.04%	0.1547
MDR	Matorral desértico rosetófilo	Plataformas	58.2607	14.65%	58.2607
MDM	Matorral desértico micrófilo	SET	6	1.51%	6
MDM	Matorral desértico micrófilo	Instalaciones Temporales	5.0113	1.26%	5.0113
MDR	Matorral desértico rosetófilo	Instalaciones Temporales	0.5028	0.13%	0.5028
MDM	Matorral desértico micrófilo	Caminos	6.4719	1.63%	6.4719
MDR	Matorral desértico rosetófilo	Caminos	43.1943	10.86%	43.1943
TA	Agricultura de Temporal Anual	Caminos	0.8403	0.21%	-
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	Caminos	0.6567	0.17%	0.6567
		Total	**397.6458**	**100.00%**	**396.5957**

En las siguientes figuras se muestra la distribución de los usos de suelo y vegetación en la **RE**, **AI** y **AP**, conforme a la reclasificación de campo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 31. Uso de suelo y vegetación de campo en la RE, AI y AP, conforme a campo.

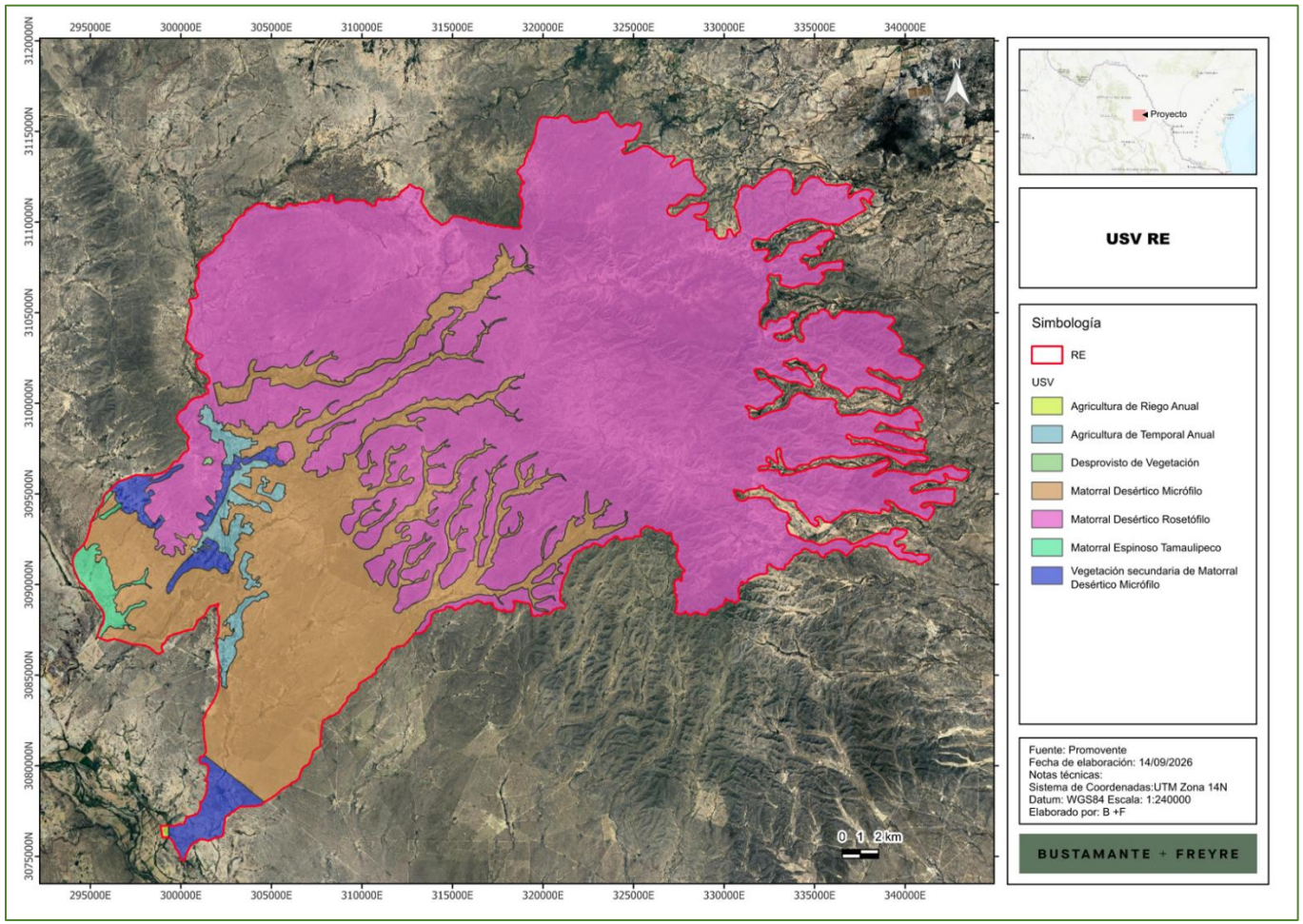


Figura 32. Uso de suelo y vegetación de campo en el AI.

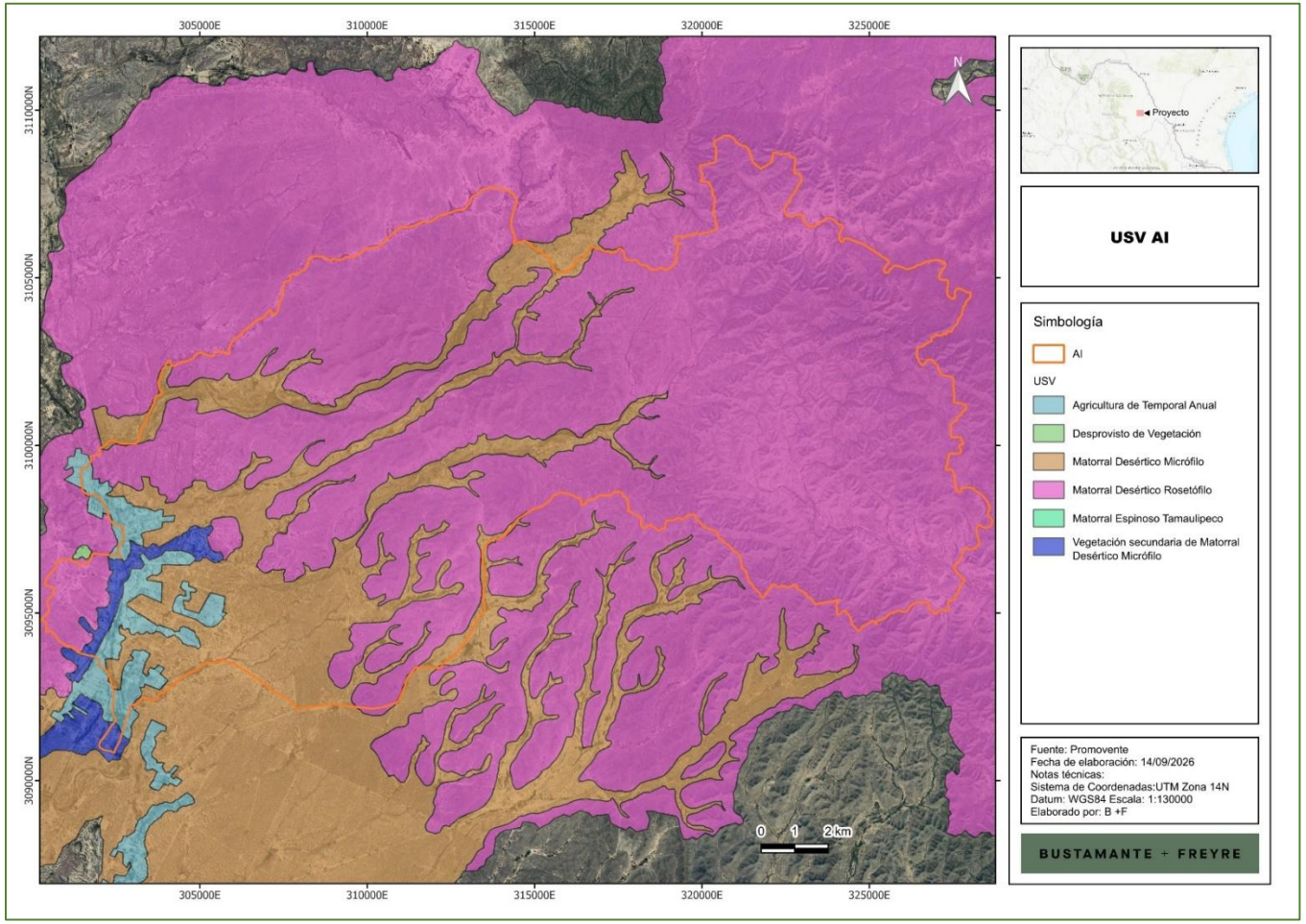
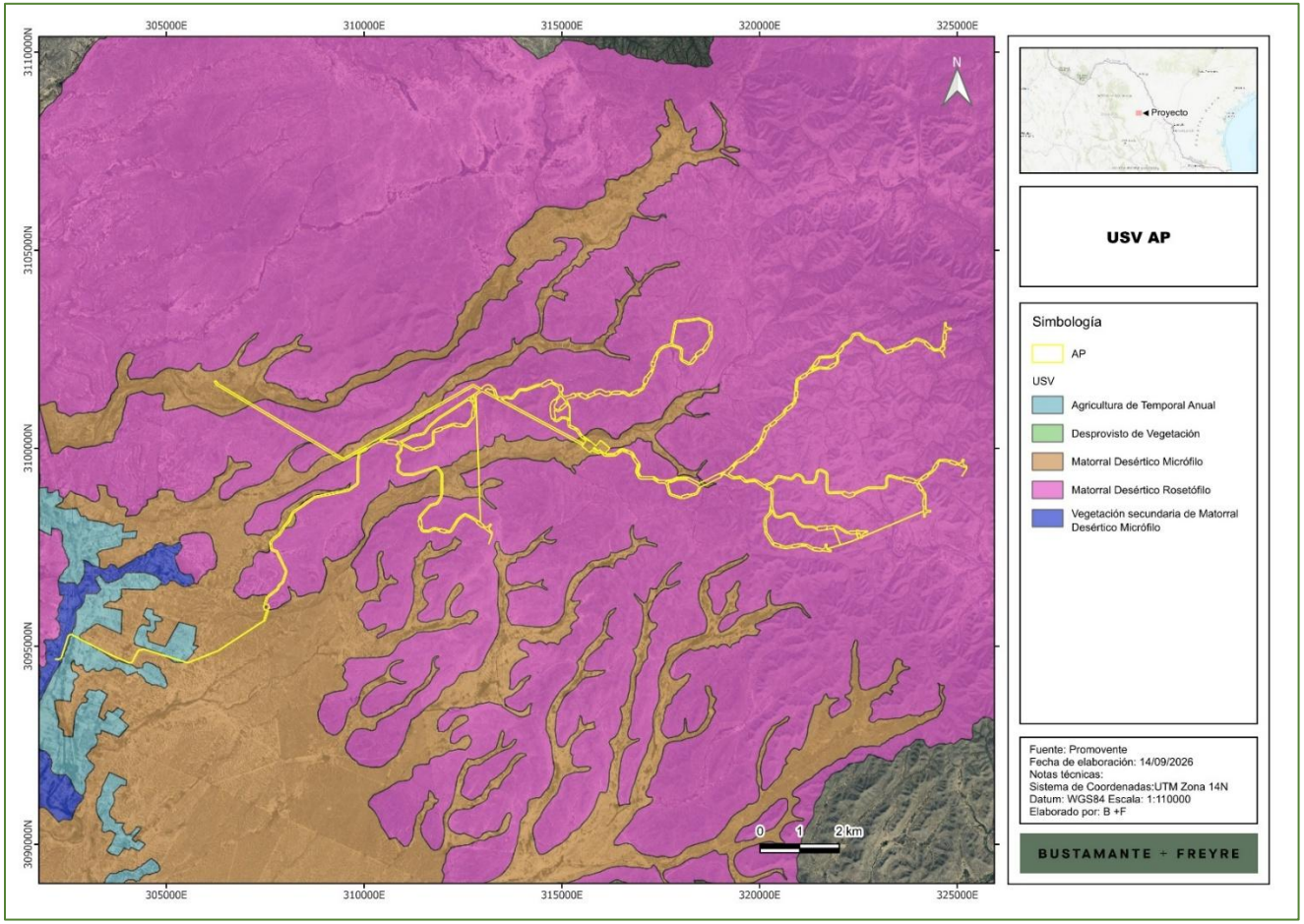


Figura 33. Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del AP.



En seguida se presentan las características de cada uso de suelo y vegetación identificado en la RE, AI y AP, con base en la revisión de la Guía para la interpretación de la Cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, así mismo, se incluyen notas de las observaciones realizadas durante los trabajos de campo en dichas áreas.

En seguida se presentan las características de cada uso de suelo y vegetación identificado en la RE, AI y AP, con base en la revisión de la Guía para la interpretación de la Cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, así mismo, se incluyen notas de las observaciones realizadas durante los trabajos de campo para aquellos USV que fue posible verificar.

1. **Agricultura de temporal anual**

Son áreas de producción de cultivos, obtenidos para su utilización por el ser humano ya sea como alimentos, forrajes, ornamental o industrial.

De acuerdo con el suministro de agua a los cultivos, estos son de tres tipos:

- Temporal: cuando el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

- Anuales: son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

Este uso de suelo fue corroborado en campo y se encuentra presente dentro de la RE, AI y AP.

2. **Desprovisto de vegetación**

Superficie donde la vegetación natural o inducida ha sido eliminada por diferentes actividades humanas.

La presencia de este uso de suelo fue corroborado en campo y se clasificó dentro de la RE únicamente, corresponde a una zona de extracción de materiales pétreos.

3. **Matorral desértico micrófilo**

La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México, y en áreas en que la precipitación es inferior a 100 mm anuales, la vegetación llega a cubrir solo el 3 % de la superficie, mientras que en sitios con climas menos desfavorables la cobertura puede alcanzar 20 %; la altura varía de 0.5 a 1.5 m.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Larrea y Ambrosia constituyen del 90 a 100 % de la vegetación en áreas de escaso relieve, pero a lo largo de las vías de drenaje o en lugares con declive pronunciado aparecen arbustos con especies de Prosopis, Cercidium, Olneya, Condalia, Lycium, Opuntia, Fouquieria, Hymenoclea, Acacia, Chilopsis, etcétera.

En ningún sitio de su área de distribución parece llover menos de 150 mm en promedio anual y en algunas zonas más calurosas el límite superior de la precipitación se aproxima a los 500 mm.

Larrea a menudo es la única dominante, otras veces, junto con Flourensia, forma 80 a 100% de la vegetación; los matorrales de Flourensia son menos frecuentes

En el área donde se pretende implementar el Proyecto, encontramos un tipo de vegetación correspondiente al matorral desértico micrófilo, este tipo de vegetación se caracteriza por estar dominado por vegetación adaptada a las condiciones de baja precipitación. Este tipo de vegetación se encuentra presente sobre las planicies y valles profundos en el área del Proyecto, así como en laderas de baja altitud, está dominado principalmente por arbustos como son la Gobernadora (Larrea tridentata), la Mariola (Parthenium incanum), Charrasquillo (Calliandra conferta), Guayacán (Guaiacum angustifolium) y árboles como el Mezquite (Neltuma glandulosa).

En seguida se muestran ejemplos de las condiciones que prevalecen para este tipo de vegetación en la **RE**, **AI** y **AP**, cuya presencia se verificó en campo.

Figura 34. Superficie panorámica de matorral desértico micrófilo en el AP y AI con vegetación dispersa, suelo desnudo y presencia de Opuntia.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 35. Superficie panorámica de matorral desértico micrófilo de porte bajo en el AP y AI con cobertura continua sobre sustrato pedregoso



4. Matorral desértico rosetófilo

Matorral dominado por especies con hojas en roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado.

Se le encuentra generalmente sobre suelos tipo xerosoles de laderas de cerros de origen sedimentario, en las partes altas de los abanicos aluviales o sobre conglomerados en casi todas las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste del país.

Aquí se desarrollan algunas de las especies de mayor importancia económica de esas regiones áridas como: Agave lechuguilla (lechuguilla), Agave spp., Hechtia spp. (guapilla), Dasylirion spp. (sotol), Euphorbia antisyphilitica (candelilla), Parthenium argentatum (guayule), Yucca carnerosana (palma samandoca), es notable la presencia de cactáceas acompañantes.

En los suelos sedimentarios de laderas y piedemontes donde se pretende implementar el Proyecto, encontramos un tipo de vegetación correspondiente al matorral desértico rosetófilo, este tipo de vegetación se caracteriza por plantas adaptadas a la escasez de lluvia y climas secos, donde predominan arbustos espinosos y plantas cuyas hojas crecen en forma de roseta, destacan arbustos presentes como son la Lechuguilla (Agave lechuguilla), Sotol (Dasylirion texanum), Amole (Yucca rostrata), Chaparro Amargo (Castela texana) y árboles como el Mezquite (Neltuma glandulosa).

En seguida se muestran ejemplos de las condiciones que prevalecen para este tipo de vegetación en la **RE**, **AI** y **AP**, cuya presencia fue verificada en campo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 36. Condiciones de la vegetación de matorral desértico rosetófilo en el AP.



Figura 37. Condiciones de la vegetación de matorral desértico rosetófilo vista desde el AP hacia el AI y RE.



5. Matorral espinoso tamaulipeco

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Comunidad arbustiva o subarbórea formada por la dominancia de especies espinosas, caducifolias una gran parte del año o áfilas (sin hojas). Su distribución se localiza en la porción norte de la Llanura Costera del Golfo Norte y el extremo sur de la Gran Llanura de Norteamérica, en donde se presentan algunas sierras de laderas tendidas y en su mayoría llanura con lomeríos, en altitudes empezando desde el noreste del estado de Tamaulipas que van de los 100 a 200 m, siguiendo esta franja hacia el noreste del estado de Nuevo León se continúa en este mismo parámetro y en el noreste del estado de Coahuila de Zaragoza se llega a desarrollar en altitudes que van de los 200 a los 600 m.

Este tipo de vegetación se establece en climas BS1 (h') hx’ y BS0 (h') hx’ que corresponden a los del tipo semisecos cálidos y muy cálidos con lluvias en verano y escasas a lo largo del año y en donde la temperatura máxima es de 40 °C y la mínima de -2 °C. La precipitación media anual fluctúa entre 500 y 700 milímetros.

En su gran mayoría este tipo de vegetación se desarrolla en suelos del tipo aluvial, una pequeña porción en el estado de Coahuila en roca sedimentaria de tipo caliza y en algunas asociaciones de caliza–lutita, en algunas porciones al noreste de los estados de Tamaulipas y Nuevo León se presenta en roca sedimentaria del tipo lutita–arenisca.

Este matorral está constituido por especies arbustivas de 1.5 a 2 m de altura, las principales especies son: Acacia spp. (Gavia, Huizache), Cercidium spp. (Palo verde), Leucophyllum spp. (Cenizo), Prosopis spp. (Mezquite), Castela tortuosa (Amargoso), Condalia spp. (Abrojos), etcétera.

En sitios con acumulación de humedad, puede formarse un matorral alto con individuos hasta de 4 o 6 m de altura, con hojas o foliolos pequeños y con la presencia de espinas laterales.

En la RE, encontramos una comunidad vegetal arbustiva caracterizada por la dominancia de elementos espinosos caducifolios una gran parte del año, o áfilos algunos de ellos. Las principales especies son: Vachellia spp. (gavia, huizache), Cercidium spp. (palo verde), Leucophyllum spp. (cenizo), Neltuma spp. (mezquite), Castela spp. (amargoso), Condalia spp. (abrojo), Celtis pallida (granjeno). Se desarrolla en zonas de transición entre el matorral desértico micrófilo, el matorral submontano y el mezquital del noreste de la República.

En seguida se muestran ejemplos de las condiciones que prevalecen para este tipo de vegetación en la **RE**, cuya presencia fue verificada en campo únicamente en esta área.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 38. Superficie panorámica de Matorral Espinoso Tamaulipeco en la RE.



6. Matorral submontano

Se presenta a altitudes de 1 500 a 1 700 m, desarrollándose principalmente en las laderas bajas de ambas vertientes de la Sierra Madre Oriental, es una comunidad arbustiva a veces muy densa, formada por especies inermes o a veces espinosas, caducifolias por un breve periodo del año, se desarrolla principalmente en climas seco estepario, desértico y templado. Su temperatura media anual varía de 12 a 26 °C alcanzando hasta 40 °C en verano, la precipitación media anual oscila entre los 300 a 900 mm anuales de precipitación.

Este tipo de vegetación se encuentra en laderas, cañadas y partes altas, sean planas o con pendiente, de las mesetas y lomeríos, el terreno es de superficie pedregoso y textura fina y es común encontrar plantas creciendo sobre rocas. Son suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo, y en Suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto semejante a la roca.

Crece sobre suelos someros que a veces presentan una capa superficial de hojarasca y comúnmente presentan afloramientos de roca madre. Siendo así en tipo de suelos Leptosoles y Regosoles.

Sus principales componentes pueden ser los siguientes: Helieta parvifolia (barreta), Neopringlea integrifolia (corva de gallina), Cordia boissieri (anacahuita), Havardia pallens (tenaza), Acacia rigidula (gavia), Gochnatia hypoleuca (ocotillo, olivo) Karwinskia spp. (limoncillo), Capparis incana (vara blanca), Rhus virens (lantrisco), Flourensia laurifolia, Mimosa leucaenoides, Mortonia greggi (afinador), Zanthoxylum fagara, etcétera.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La fisonomía de esta comunidad la proporciona el estrato arbustivo superior, cuya altura varía entre 2.5 a 5.0 m y alcanza una cobertura hasta del 70 %. Lo caracteriza Helietta parvifolia (Barreta), rutácea inerme que le da a la vegetación una estructura relativamente uniforme, pues normalmente es la única dominante, aunque en ocasiones Acacia berlandieri (Huajillo) es igual de importante.

Las plantas prevalecientes del estrato arbustivo medio (0.5 a 2 m de alto) son Leucophyllum frutescens y Acacia amentacea. Su cobertura varía de 50 a 80 %. El estrato inferior, menor a 0.5 m de altura, es diverso tanto en especies como en cobertura; es notable en los claros de la vegetación, donde Agave lechuguilla, Euphorbia antisyphilitica (Candelilla) y las gramíneas amacolladas de los géneros Bouteloua, Tridens y Aristida son los elementos más importantes.

Si bien este tipo de vegetación se identifica por el INEGI en su Serie VII en una mínima proporción al norte de la RE, no fue identificada en los trabajos de campo.

7. Pastizal cultivado

Vegetación dominada por herbáceas, principalmente gramíneas (pastos, zacates o graminoides). Se le encuentra en cualquier clima, casi todos los pastizales de nuestro país se emplean para la producción ganadera, casi siempre con una intensidad excesiva.

Si bien este tipo de vegetación se identifica por el INEGI en su Serie VII en una mínima proporción al sur de la RE, no fue identificada en los trabajos de campo.

8. Pastizal natural

Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etcétera. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques. Como la mayoría de los pastizales del mundo, esta franja ocupa una porción de transición entre los bosques por un lado y los matorrales xerófilos por el otro.

Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70cm, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más húmeda.

La cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera el 80% y frecuentemente es menor de 50%. Su estructura es

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, solo juegan un papel secundario por el disturbio, y a veces forman uno a dos estratos. Las trepadoras son escasas y las epífitas de tipo xerófilo solo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados. Son frecuentemente dominantes o codominantes en las asociaciones las especies del género Bouteloua y la más común de todas es Bouteloua gracilis, que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos. En laderas pendientes, con suelo somero y pedregoso, a menudo son más abundantes Bouteloua curtipendula y Bouteloua hirsuta. Son menos frecuentes en general, Bouteloua barbata var. rothrockii, Bouteloua radicosa, Bouteloua repens, Bouteloua eriopoda y Bouteloua chondrosioides, pero en algunas zonas pueden también funcionar como dominantes o codominantes: Bouteloua eriopoda y Bouteloua scorpioides; aparentemente resultan favorecidas por un pastoreo intenso, desplazando en ciertas áreas a Bouteloua gracilis.

Si bien este tipo de vegetación se identifica por el INEGI en su Serie VII en una mínima proporción al poniente de la RE, no fue identificada en los trabajos de campo.

En el **Anexo III.6** se presentan las evidencias fotográficas de las condiciones de uso de suelo y vegetación presente en el área del **Proyecto**, **AI** y **RE**.

I.2.2. Corredores biológicos

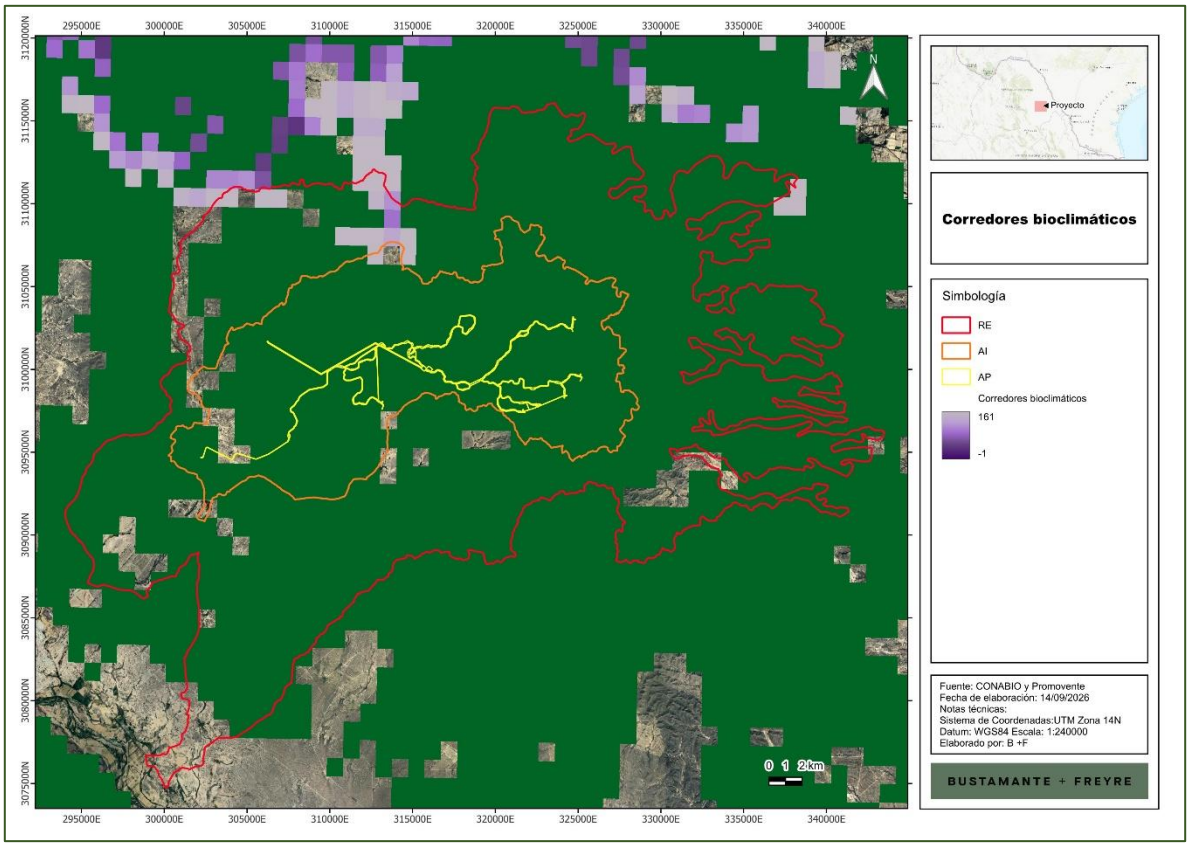
La RE, AI y AP se encuentran fuera de corredores biológicos. Por otro lado, en el marco de colaboración de la **CONABIO** con el proyecto GEF-Resiliencia, se identificaron las rutas de 'menor costo', es decir, aquellas que consideran el gradiente climático (variación en la variable climática por unidad de distancia), el impacto humano y la distancia euclidiana entre fragmentos de vegetación nativa (en estado de conservación primario, que aparentemente tienen menor grado de impacto o deterioro). El modelo de conectividad incorpora el impacto humano por medio de un modelo de resistencia como un indicador del costo de desplazamiento, así como a la evapotranspiración para un periodo reciente (1980-2009) como variable climática que integra temperatura y humedad, para evitar desviaciones extremas en el clima a lo largo de la ruta propuesta. Se identificaron 4,504 corredores de menor costo. En el norte del país se presenta el menor número de corredores dado que existe un menor número de fragmentos de vegetación nativa a conectar y la superficie de vegetación primaria continua es mayor, mientras que en el centro y sur del país la fragmentación del paisaje es mayor y por ende incrementa el número de fragmentos y de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

corredores de menor costo que conectan los fragmentos de vegetación nativa. Estos constituyen corredores bioclimáticos.

La ubicación de la **RE, AI y AP** con respecto a este corredor se muestra en la siguiente figura, en donde se observa que, la mayor parte de las 3 áreas tienen incidencia en dichos corredores bioclimáticos, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 39. Ubicación de la RE, AI y AP con respecto a corredores bioclimáticos.



I.3. Medio socioeconómico

En este apartado se presenta la descripción y análisis del medio socioeconómico de la **RE**, **AI** y **AP**.

La **RE** se ubica en los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez, en el estado de Coahuila de Zaragoza; el **AI** se ubica en los municipios de Villa Unión y Sabinas; mientras que, el **AP** se encuentra únicamente en el municipio de Villa Unión.

De manera breve se realizó lo siguiente:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Contexto regional.** Con base en los reportes de la **CONAPO** (2020), se presenta el esquema general económico de la región en donde pretende desarrollarse el **Proyecto**.
- **Contexto municipal.** Se presenta la identificación y descripción de los indicadores socioeconómicos (demografía, vivienda y servicios, escolaridad, salud, características económicas, pobreza y carencias sociales), los cuales reflejan la calidad de vida de la población, con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 del **INEGI** y en los indicadores de pobreza y carencias sociales del CONEVAL (2020).

I.3.1. Contexto regional

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural que se expresa en la falta de oportunidades y en la desigual distribución del progreso en la estructura productiva, lo que excluye a diversos grupos sociales, incidiendo en los niveles de bienestar y en la creación de capacidades, recursos y, por ende, en el desarrollo. CONAPO identifica cuatro dimensiones de expresión de este fenómeno: educación, vivienda, ingresos monetarios y afectación por la ubicación espacial. Posteriormente, propuso una medida resumen, denominada Índice de Marginación, cuyos resultados ayudan a priorizar las acciones para transformar el nivel y condiciones de vida de la población. Este índice se estima a partir de los censos de población y vivienda del INEGI.

En este sentido, de acuerdo con el CONAPO, entre 2015 y 2020 Coahuila de Zaragoza pasó del cuarto al tercer lugar entre las entidades federativas con menor índice de marginación a nivel nacional, lo que sugiere que la mayor parte de la población del estado, incluyendo la de los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez, tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes básicos, en un contexto regional históricamente vinculado a la actividad minera, industrial y agropecuaria de la Región Carbonífera y del norte de Coahuila.

Así mismo, con la intención de evidenciar la situación actual de la población presente en los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez, en el siguiente apartado se presenta el contexto municipal, en donde se describe su medio socioeconómico, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

I.3.2. Contexto municipal

En este apartado se describen los principales indicadores sociodemográficos de los municipios de Villa Unión, Sabinas y Juárez, en los cuales inciden la **RE**, **AI** y **AP**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Demografía

El municipio de Sabinas tiene una población total de 64,811 habitantes (49.7% hombres y 50.3% mujeres), lo que representa un incremento de 6.51% respecto a la población registrada en 2010.

El municipio de Villa Unión tiene una población total de 6,188 habitantes (50.6% hombres y 49.4% mujeres), lo que representa un decremento de 1.61% respecto a la población registrada en 2010.

El municipio de Juárez tiene una población total de 1,584 habitantes, con una relación de 98.4 hombres por cada 100 mujeres, en donde la mitad de la población tiene 30 años o menos, así como una razón de dependencia de 59.1, es decir, existen 59 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva.

Etnicidad

En el municipio de Sabinas, la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena es de 89 personas (0.14% del total municipal), siendo las lenguas más habladas el náhuatl, el mixe y el zapoteco.

En el municipio de Villa Unión no se registró población hablante de lengua indígena.

En el municipio de Juárez, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, no se registró población hablante de lengua indígena ni población que se considere afromexicana, negra o afrodescendiente.

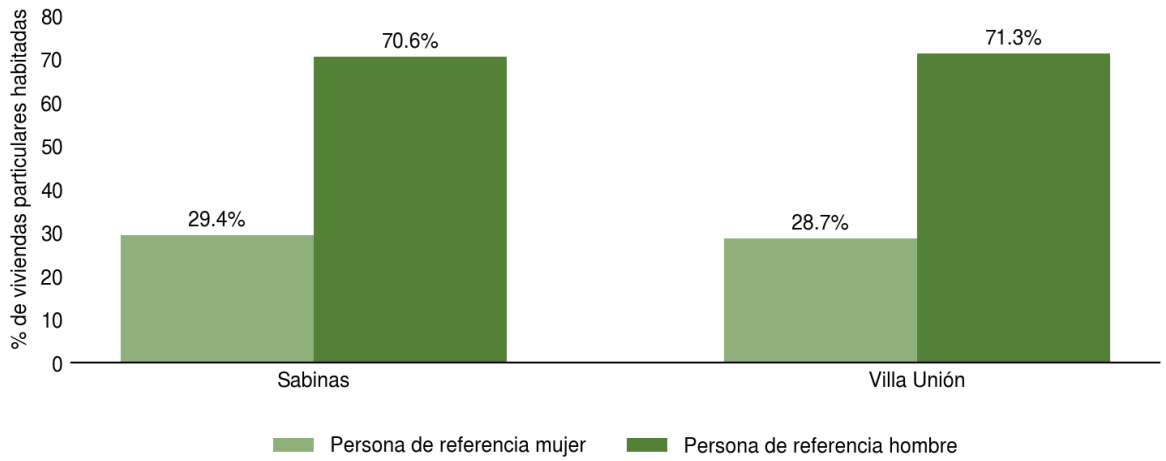
Vivienda y servicios

El municipio de Sabinas presenta un total de 20,200 viviendas particulares habitadas, de las cuales 29.4% tienen como persona de referencia a una mujer y 70.6% a un hombre.

El municipio de Villa Unión presenta un total de 1,820 viviendas particulares habitadas, de las cuales 28.7% tienen como persona de referencia a una mujer y 71.3% a un hombre.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 40. Jefatura de hogar en las viviendas particulares habitadas de Sabinas y Villa Unión.



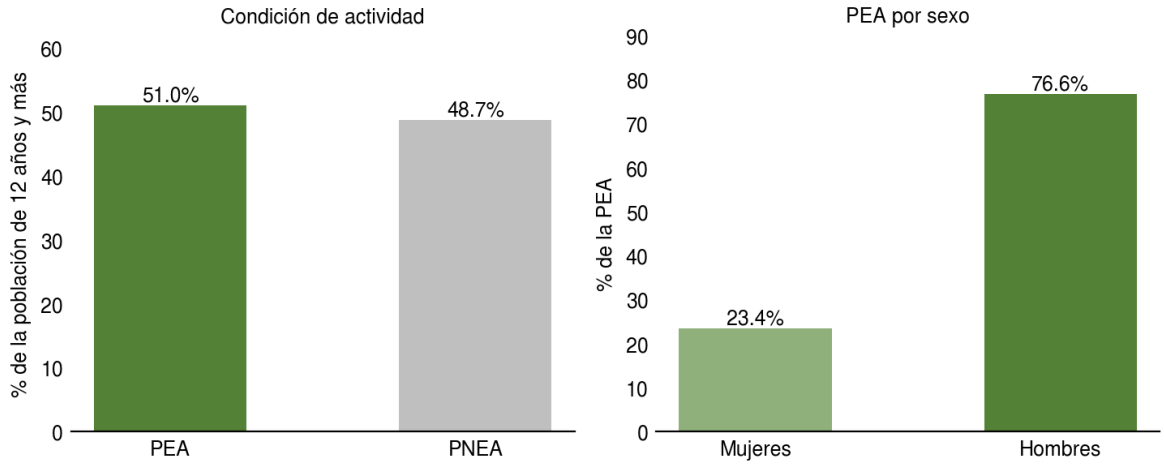
El municipio de Juárez presenta un total de 486 viviendas particulares habitadas, lo que representa el 0.1% del total estatal, con un promedio de 3.3 ocupantes por vivienda y 0.9 ocupantes por cuarto; el 0.8% de las viviendas del municipio aún tienen piso de tierra.

Características económicas

En el municipio de Juárez, la Población Económicamente Activa (PEA) de 12 años y más representa el 51.0% de la población en dicho rango de edad, de la cual el 23.4% son mujeres y el 76.6% son hombres; de este porcentaje, el 99.3% se encontraba ocupada en la semana de referencia. Mientras que, la población no económicamente activa (PNEA) es de 48.7%, la mayoría dedicada a los quehaceres del hogar y a actividades escolares.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 41. Población económicamente activa (PEA) y no económicamente activa (PNEA) del municipio de Juárez.



Para los municipios de Sabinas y Villa Unión, la tasa de participación laboral y de ocupación se reporta a nivel estatal, dado que no se cuenta con representatividad estadística a nivel municipal; en el primer trimestre de 2026, la tasa de participación laboral en Coahuila de Zaragoza fue de 59.6%, con una tasa de desocupación de 3.39%.

Escolaridad

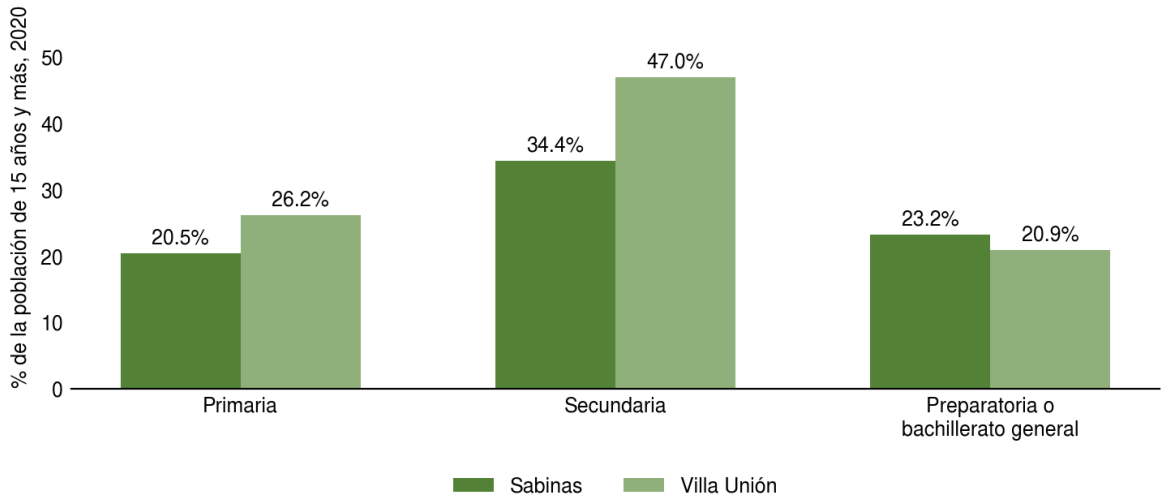
En el municipio de Sabinas, la tasa de analfabetismo de la población de 15 años y más es de 1.62% (49.6% hombres y 50.4% mujeres). Los principales grados académicos de la población de 15 años y más son secundaria (34.4%), preparatoria o bachillerato general (23.2%) y primaria (20.5%).

En el municipio de Villa Unión, la tasa de analfabetismo de la población de 15 años y más es de 2.82% (60.8% hombres y 39.2% mujeres). Los principales grados académicos de la población de 15 años y más son secundaria (47.0%), primaria (26.2%) y preparatoria o bachillerato general (20.9%).

En el municipio de Juárez, la tasa de alfabetización de la población de 15 a 24 años es de 100.0% y de la población de 25 años y más es de 96.4%.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 42. Principales niveles de escolaridad en Sabinas y Villa Unión.



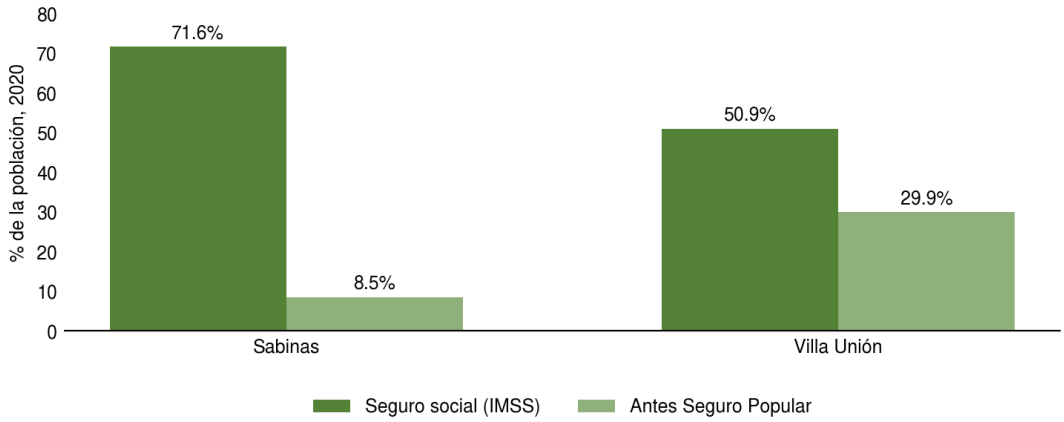
Servicios de salud

En el municipio de Sabinas, el 71.6% de la población se encuentra atendida por el Seguro Social (IMSS) y el 8.53% por servicios de salud del esquema anteriormente denominado Seguro Popular.

En el municipio de Villa Unión, el 50.9% de la población se encuentra atendida por el Seguro Social (IMSS) y el 29.9% por servicios de salud del esquema anteriormente denominado Seguro Popular.

En el municipio de Juárez, el 69.4% de la población se encuentra afiliada a algún servicio de salud, público o privado.

Figura 43. Cobertura de servicios de salud en Sabinas y Villa Unión.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Migración

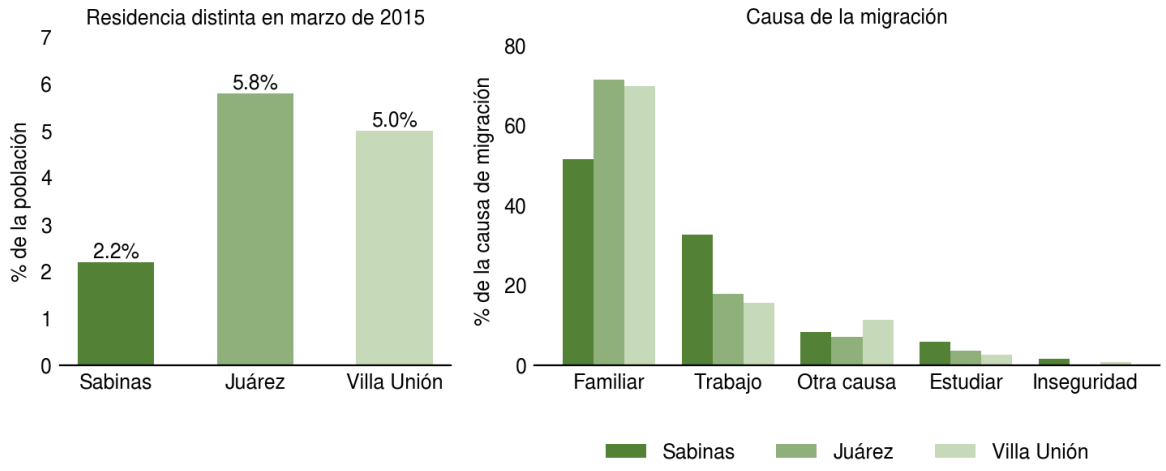
De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, en el municipio de Sabinas el 2.2% de la población de 5 años y más tenía en 2020 un lugar de residencia distinto al de marzo de 2015; las principales causas de este cambio de residencia fueron motivos familiares (51.5%), laborales (32.7%), otra causa (8.3%), estudio (5.8%) e inseguridad (1.6%).

En el municipio de Juárez, el 5.8% de la población de 5 años y más tenía un lugar de residencia distinto al actual en marzo de 2015; las principales causas fueron motivos familiares (71.4%), laborales (17.9%), otra causa (7.1%) y estudio (3.6%), sin registrarse casos por inseguridad (0.0%).

En el municipio de Villa Unión, el 5.0% de la población de 5 años y más tenía un lugar de residencia distinto al actual en marzo de 2015; las principales causas fueron motivos familiares (69.8%), laborales (15.6%), otra causa (11.3%), estudio (2.5%) e inseguridad (0.7%).

En los tres municipios, el cambio de residencia reciente está determinado principalmente por motivos familiares, seguido de la búsqueda de empleo, mientras que la inseguridad representa la causa de menor incidencia, lo cual es consistente con el grado de marginación bajo que caracteriza a la región.

Figura 44. Población con lugar de residencia distinto en marzo de 2015 y causa de la migración, Sabinas, Juárez y Villa Unión.



Pobreza y carencias sociales

De acuerdo con las estimaciones de pobreza y carencias sociales del CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2020, en el municipio de Sabinas el 19.4% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y el 1.27% en pobreza extrema;

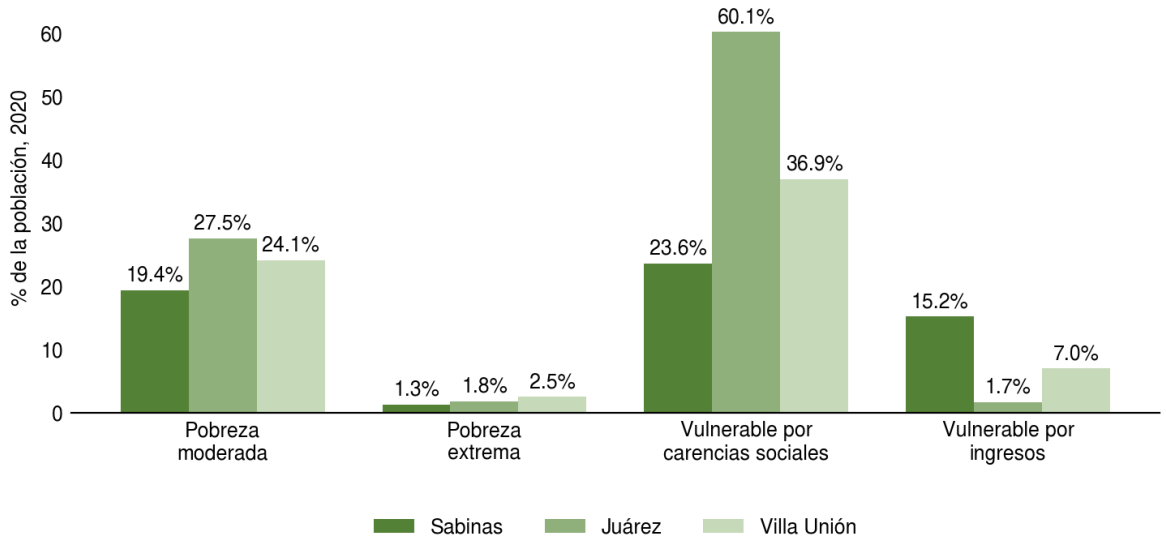
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

la población vulnerable por carencias sociales fue de 23.6% y la vulnerable por ingresos de 15.2%. Las principales carencias sociales identificadas fueron la carencia por acceso a la seguridad social, la carencia por acceso a los servicios de salud y el rezago educativo. El coeficiente de Gini del municipio es de 0.33.

En el municipio de Juárez, el 27.5% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y el 1.84% en pobreza extrema; la población vulnerable por carencias sociales fue de 60.1% y la vulnerable por ingresos de 1.71%. Las principales carencias sociales identificadas fueron la carencia por acceso a la seguridad social, la carencia por acceso a los servicios de salud y el rezago educativo. El coeficiente de Gini del municipio es de 0.299, el más bajo entre los 38 municipios del estado de Coahuila de Zaragoza.

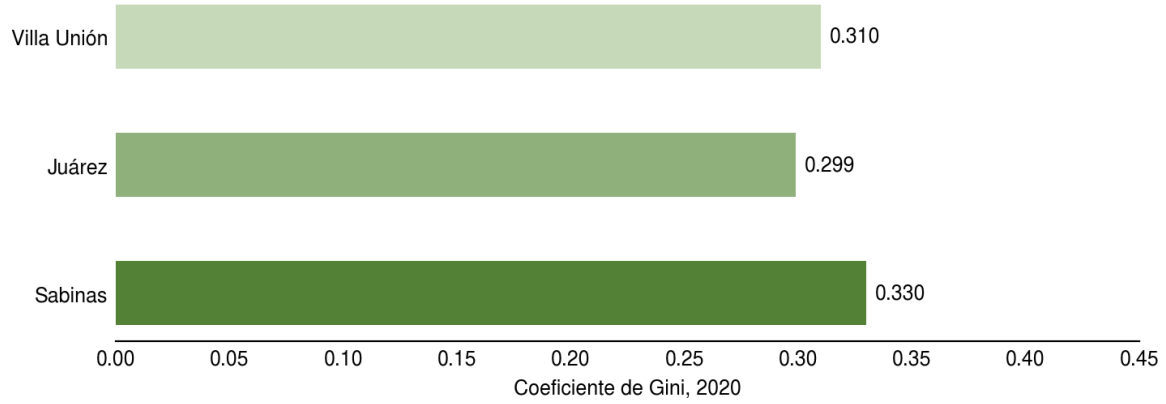
En el municipio de Villa Unión, el 24.1% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y el 2.53% en pobreza extrema; la población vulnerable por carencias sociales fue de 36.9% y la vulnerable por ingresos de 7.01%. Las principales carencias sociales identificadas fueron la carencia por acceso a la seguridad social, la carencia por acceso a los servicios de salud y el rezago educativo. El coeficiente de Gini del municipio es de 0.31.

Figura 45. Indicadores de pobreza y carencias sociales en Sabinas, Juárez y Villa Unión.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 46. Coeficiente de Gini en Sabinas, Juárez y Villa Unión.



En conjunto, estos indicadores reflejan un nivel de marginación y de carencias sociales relativamente bajo en comparación con el promedio nacional, consistente con el grado de marginación bajo o muy bajo que caracteriza a la mayoría de los municipios del estado de Coahuila de Zaragoza. El municipio de Juárez presenta el menor coeficiente de Gini y, por tanto, la mayor equidad en la distribución del ingreso, aunque también concentra la mayor proporción de población vulnerable por carencias sociales; mientras que persisten rezagos puntuales relacionados con el acceso a la seguridad social y a los servicios de salud en los tres municipios.

I.4. Paisaje

El paisaje es concebido como una combinación del fenosistema (conjunto de componentes perceptibles en forma de panorama) y el criptosistema (conjunto de factores causales que subyacen al fenosistema y difícilmente son perceptibles) (Bernáldez, 1981). De este modo se puede establecer una distinción entre dos tipos de paisaje: primero, el paisaje total, que se identifica con el medio y las relaciones entre ecosistemas, y, segundo, el paisaje visual, que abarca la percepción por parte del observador (Álvarez, 2015).

Por lo tanto, para poder valorar el paisaje es importante saber cuáles son los elementos que lo componen, cómo se interrelacionan entre -sí y cuál es su dinámica, para así estar en disposición de valorarlo por su calidad intrínseca y no solo por su belleza, la cual es una cualidad de notable subjetividad, ya que está sujeta a la interpretación del individuo.

De este modo, para hacer la evaluación o análisis de paisaje se consideraron los siguientes aspectos:

Visibilidad. Espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. De este modo, se determinó que la **RE** se asocia con topoformas de sierras

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

principalmente, seguida de bajadas y llanura aluvial con lomeríos. Por lo tanto, la mayor parte del territorio presenta como limitante de la visibilidad el relieve y la nitidez o agudeza visual[6]. En este sentido, desde el interior del **AP**, **AI** y **RE**, el paisaje se encuentra sujeto a las limitaciones del ojo humano debido a la presencia de obstáculos en donde se presenta un radio máximo de visión sobre la superficie.

Calidad paisajística. Incluye tres aspectos de percepción que a continuación se describen:

- Las características intrínsecas del sitio, que se definen en función de la morfología, vegetación, puntos de agua y otros rasgos paisajísticos sobresalientes tales como formas erosivas o rocosas.
- La calidad visual del entorno inmediato, situado a cierta distancia visual y en ella se aprecian valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, entre otros.
- La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el Proyecto.

Por lo tanto, la calidad paisajística referida en términos de la visibilidad parte de la condición de que, desde determinados sitios del **AP, AI** y **RE**, se perciben rasgos paisajísticos (puntos visibles sobre los elementos topográficos más cercanos y significativos). Así, desde el interior del **AP, AI** y **RE**, el paisaje se encuentra sujeto a las limitaciones del ojo humano en donde se presenta un radio máximo de visión sobre la superficie.

En la siguiente tabla se presenta la evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntuación para el sitio en el que se ubican la **RE**, **AI** y **AP**, posteriormente se describe la escala de referencia utilizada para determinar la clase de calidad visual.

Tabla 17. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para la RE, AI y AP.

Componente	Criterios de valoración y puntuación						RE	AI/ AP	Criterio de aplicación
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor			
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado. Prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas o bien presencia de algún	5	Relieve variado en tamaño. Presencia de formas erosivas, pero no dominantes o excepcionales.	3	Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular.	1	3	3	La RE y AI se ubica en sistemas de topoformas de sierra compleja con lomerío, bajada con lomerío y llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado, mientras que, el AP se encuentra únicamente en los 2 primeras.

[6] La agudeza visual es la capacidad del ojo para reconocer los objetos y formas en las imágenes que observa, a una distancia y condiciones determinadas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente	Criterios de valoración y puntuación						RE	AI/ AP	Criterio de aplicación
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor			
	rasgo muy similar y dominante								
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución heterogéneas (de alta diversidad)	5	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	3	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación	1	5	3	La **RE** tiene incidencia en agricultura de temporal y riego anual, desprovisto de vegetación, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y matorral espinoso tamaulipeco; mientras que, el **AI** y **AP** inciden en agricultura de temporal anual, desprovisto de vegetación, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo.
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	5	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	3	Ausente o inapreciable	1	3	3	Dentro de la RE, AI y AP se localizan escurrimientos de tipo intermitente. Dentro de la RE y AI se observan algunos cuerpos de agua a manera de bordos.
Color	Combinación de color intensas y variadas o contrastes agradables	5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	3	Poca variación de color o contraste, colores apagados	1	3	3	Existe cierta variedad en el contraste de colores debido a los diferentes tipos de vegetación semiárida, áreas agrícolas y pastizales.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto.	3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	1	1	1	La RE y sus zonas colindantes presentan condiciones similares.
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional	6	Característico, aunque similar a otros en la región	2	Bastante común en la región	1	2	2	La RE, AI y AP resguardan flora y fauna endémica, sin embargo, estas son endémicas a México por lo tanto pueden estar presentes en otras zonas con

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente	Criterios de valoración y puntuación						RE	AI/ AP	Criterio de aplicación
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor			
									características similares.
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	5	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	2	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	0	2	2	La RE, AI y AP presentan modificaciones por numerosas brechas de terracería principalmente.
						∑=	19	17	-

Tabla 18. Escala de referencia utilizada para determinar la calidad visual.

Clase	Rango de puntuación	Descripción
A	19 a 33	Área de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.
B	12 a 18	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.
C	0 a 11	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.

El puntaje del área para la calidad visual resultó ser de 19 puntos para la RE, por lo que se cataloga en la clase A, correspondiente a áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes; y de 17 puntos para el AI y AP, dado que sólo presentan 2 tipos de vegetación, puntaje que ubica estas áreas en calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.

En el **Anexo III.6 Memorias fotográficas** se presentan las evidencias fotográficas del paisaje del área del Proyecto, AI y RE.

Fragilidad del paisaje. La fragilidad visual del paisaje es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano et al. 1991), entendida como la capacidad del paisaje para absorber los cambios que ahí se produzcan, es decir, recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Los criterios empleados para el análisis de este componente se especifican en la siguiente tabla, explicándose la forma de aplicación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 19. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV.

Factor	Condiciones	Valores		RE	AI/AP	Forma de aplicación
		Nominal	Numérico			
Pendiente (S)	Inclinado (pendiente > 55 %)	Bajo	1	2	2	La pendiente dominante en la RE, AI y AP es menor al 55%.
	Inclinación suave (pendiente de 25 - 55 %)	Moderado	2			
	Poco Inclinado (pendiente de 0 - 25 %)	Alto	3			
Estabilidad del suelo y Erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1	2	2	**RE** y **AI** se encuentra en áreas con erosión hídrica laminar en grado leve, moderado y fuerte, así mismo se encuentran algunas áreas con erosión eólico, erosión en cárcavas y erosión en surcos; mientras que, el **AP** se encuentra sobre áreas con erosión hídrica laminar principalmente.
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Moderado	2			
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3			
Potencial de regeneración de vegetación (R)	Potencial bajo o sin vegetación	Bajo	1	2	2	La presencia de fuentes de germoplasma favorecen la regeneración, sin embargo, la presencia de erosión podría limitarla.
	Potencial moderado	Moderado	2			
	Potencial alto	Alto	3			
Diversidad de vegetación (D)	Diversificada e interesante	Alta	3	2	2	Generalmente la vegetación de zonas semiáridas presenta como máxima diversidad una diversidad media, como es el caso de los tipos de vegetación muestreados.
	Diversidad media, repoblaciones	Media	2			
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales sin vegetación o mono específica	Baja	1			

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Factor	Condiciones	Valores		RE	AI/AP	Forma de aplicación
		Nominal	Numérico			
Contraste suelo /roca (C)	Contraste alto	Alto	3	2	2	Contraste moderado debido a la extensión de leptosoloes, los cuales son delgados sobre roca continua.
	Contraste moderado	Moderado	2			
	Contraste bajo o inexistente	Bajo	1			
Contraste suelo / vegetación (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación	Alto	3	2	2	
	Contraste moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2			
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1			

De acuerdo con los valores obtenidos en la tabla anterior, se aplicó la siguiente relación:

CAV = S*(E+R+D+C+V)

Donde:

S= Pendientes.

E= Erosionabilidad del suelo.

R= Vegetación, potencial de regeneración.

D= Diversidad de vegetación.

C=Contraste suelo/roca.

V=Contraste suelo/vegetación.

CAV RE= 20

CAV AI/AP= 20

El resultado obtenido se compara con una escala de referencia que representa los factores considerados, las condiciones en las que se presentan y los puntajes asignados a cada condición, misma que se observa en la siguiente tabla. El valor de **CAV** obtenido es de 20 puntos, lo que indica que el área corresponde a una zona **con capacidad de absorción visual moderada, y por lo tanto posee una fragilidad paisajística moderada**, es decir, posee una capacidad media para absorber los cambios que ahí se produzcan.

Tabla 20. Escala de referencia CAV.

Escala	Valor
Bajo	< 15
Moderado	15 a 30
Alto	> 30

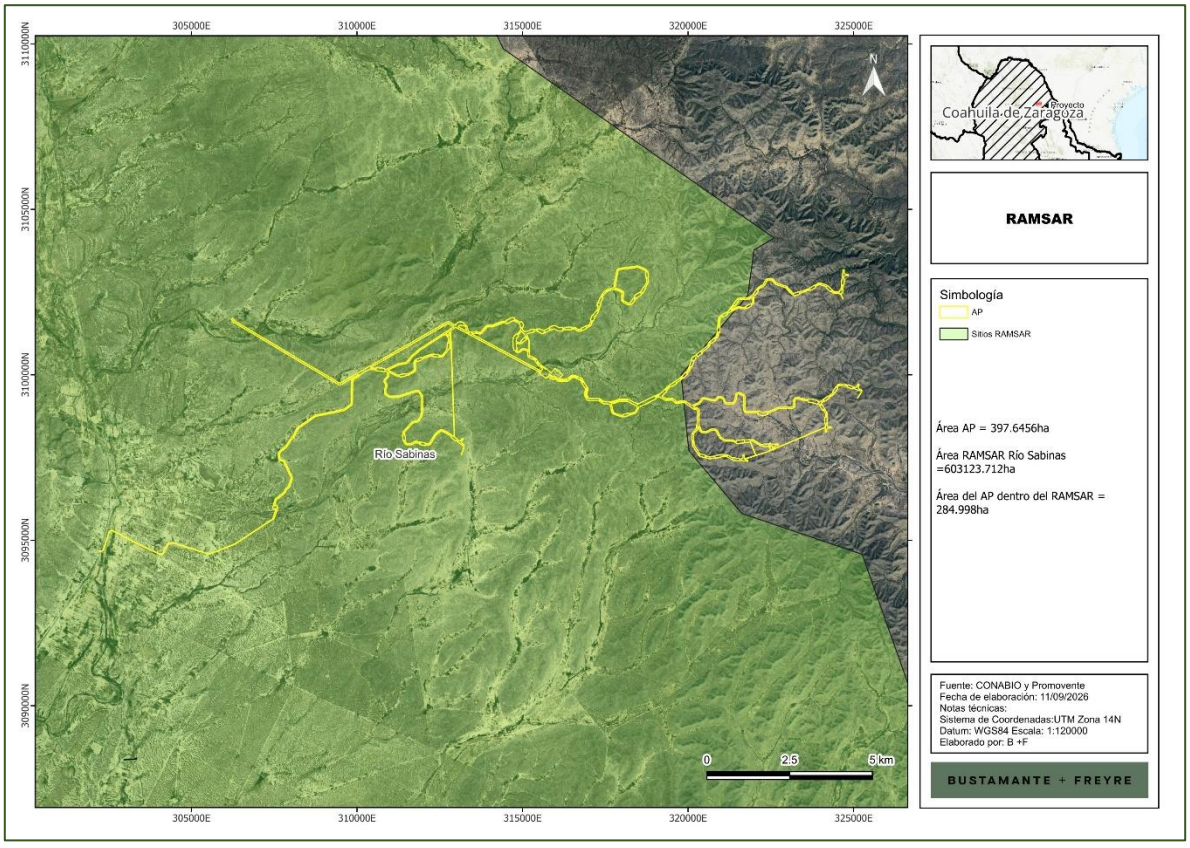
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

I.5. Sitio Ramsar

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, conocida como Convención Ramsar, es un tratado intergubernamental adoptado en 1971 en la ciudad de Ramsar, Irán, cuyo objetivo es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales, así como la cooperación internacional, en reconocimiento de las funciones ecológicas fundamentales de estos ecosistemas y de su valor económico, científico, cultural y recreativo.

Como se muestra en la siguiente figura, la mayor parte del **AP** inciden sobre el sitio Ramsar Río Sabinas, humedal de importancia internacional, ubicándose ambos dentro de los límites del sitio, en la porción correspondiente a la subcuenca del río Sabinas.

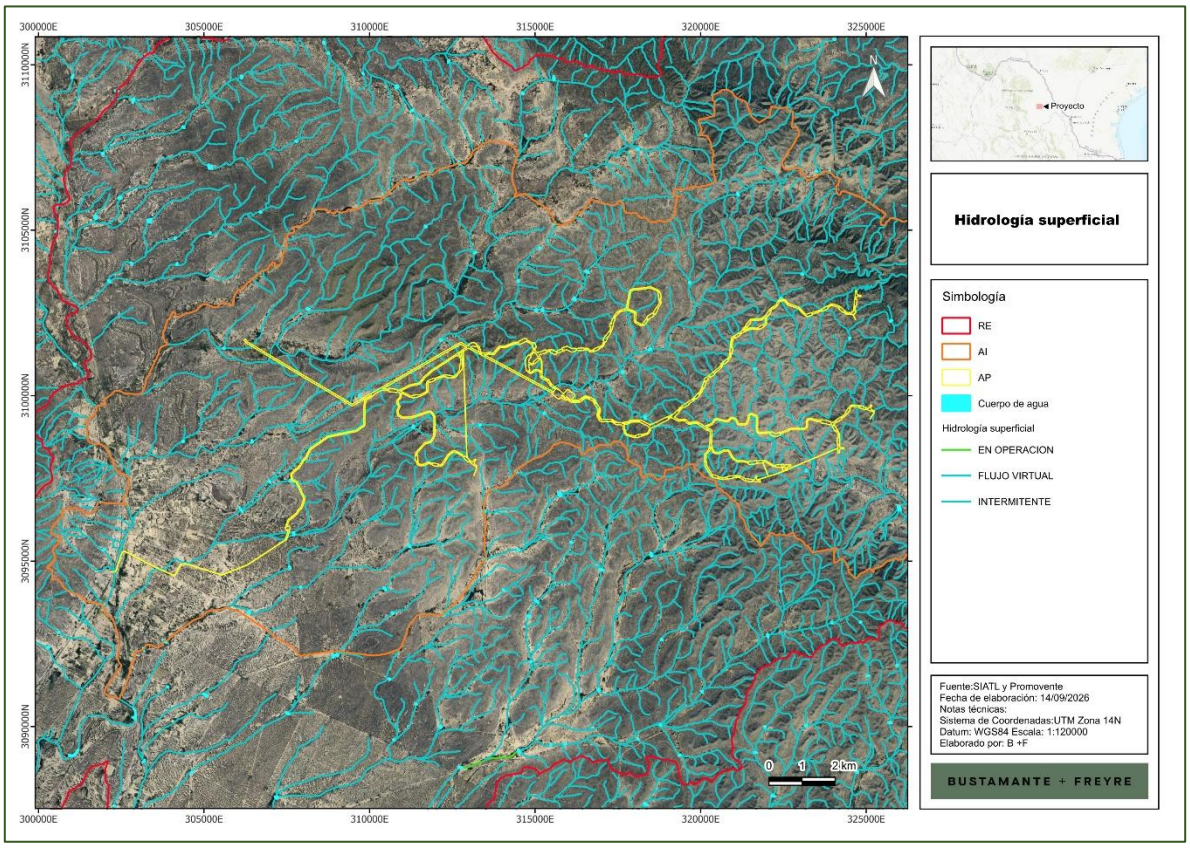
Figura 47. Ubicación del AP con respecto al sitio Ramsar “Río Sabinas”.



Así mismo, en la siguiente figura se muestra la relación de la **RE** y el **AP** con la red hidrográfica de la subcuenca del Río Sabinas, en donde se aprecia que el Proyecto se ubica en la porción alta de la subcuenca, sin incidir directamente sobre el cauce principal del río, el cual discurre hacia el suroeste del área de la RE.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

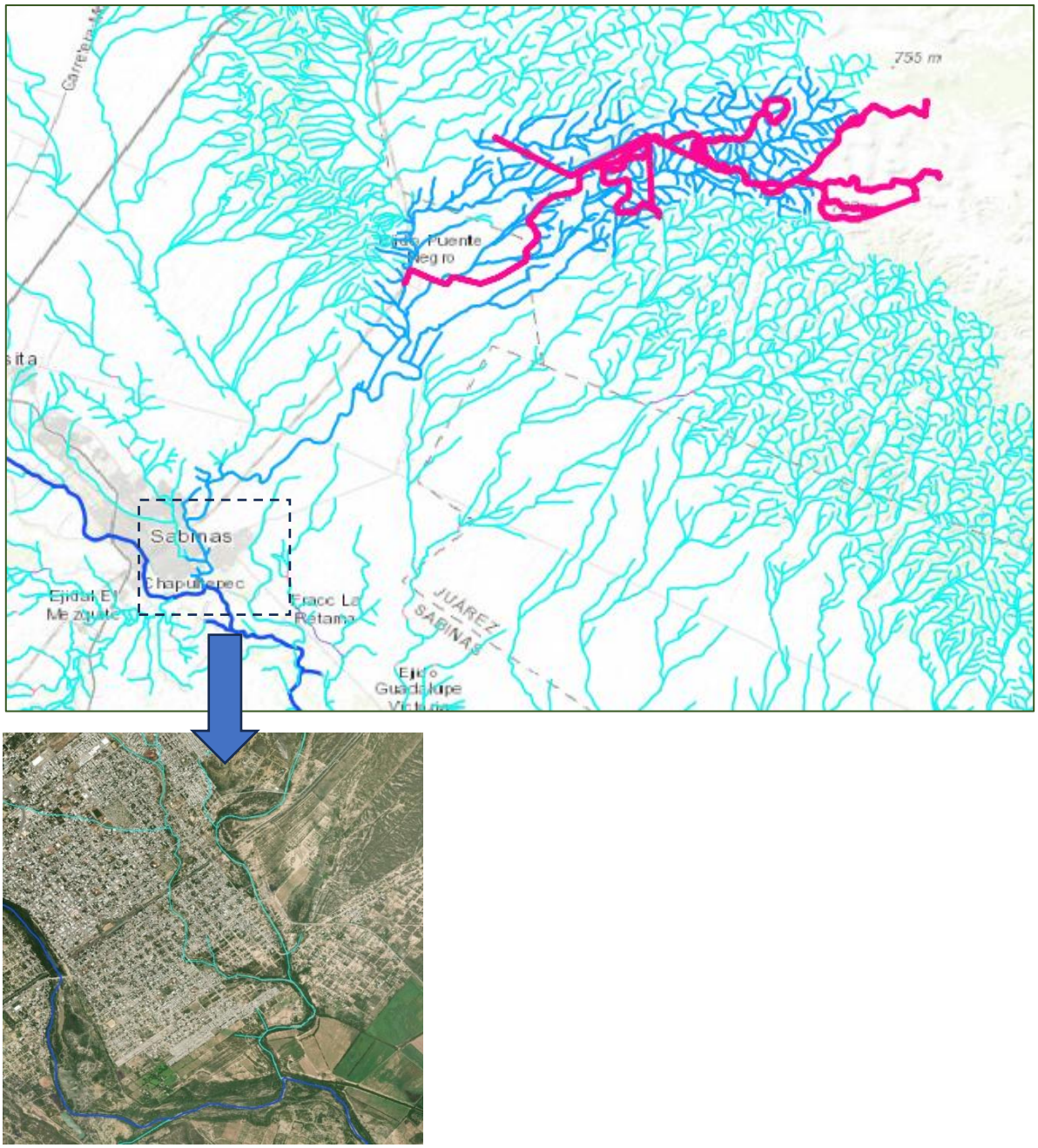
Figura 48. Ubicación del AP con respecto a la red hidrográfica.



Sin embargo, esta red hidrográfica sobre la cual incide el Proyecto, previo a desembocar al Río Sabinas, recorre parte de los asentamientos humanos de la cabecera municipal de Sabinas, Coahuila, en donde se aprecia la relación del río con la mancha urbana y la vegetación asociada, como se aprecia en la siguiente imagen satelital, por lo tanto, es importante señalar que dichos escurrimientos podrían encontrarse con cierto grado de deterioro debido a su interacción con la mancha urbana previo a su desemboque en la vertiente principal.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 49. Desemboque de la red hidrográfica sobre la cual incide el Proyecto en la parte alta, a su paso por la cabecera municipal de Sabinas, Coahuila.



Características del Sitio Ramsar Río Sabinas

El sitio Ramsar "Río Sabinas" fue designado como humedal de importancia internacional el 2 de febrero de 2008, con el número de referencia 1769 ante la Convención Ramsar. Tiene

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

una superficie de 603,123 hectáreas, equivalentes al 4% del territorio del estado de Coahuila de Zaragoza, lo que lo convierte en el humedal continental de mayor extensión en México.

El sitio se localiza en la porción centro-norte del estado de Coahuila de Zaragoza, entre las coordenadas 27°31′14″ y 28°02′17″ de latitud norte, y 100°37′03″ y 101°47′27″ de longitud oeste, con un centro aproximado en 27°53′22″ N y 101°09′21″ O. Su área de influencia comprende la subcuenca del río Sabinas, la subcuenca de la presa Venustiano Carranza (Don Martín) y, parcialmente, la subcuenca del río Álamos, pertenecientes a la cuenca Presa Falcón-Río Salado de la Región Hidrológica RH-24 Bravo-Conchos. El polígono del sitio abarca parte de los municipios de Melchor Múzquiz, San Juan de Sabinas, Sabinas, Juárez, Progreso, Villa Unión y Zaragoza, es decir, incluye a los tres municipios en los que se desarrolla el Proyecto (Sabinas, Juárez y Villa Unión).

El río Sabinas nace de numerosos escurrimientos y manantiales de la Sierra de Santa Rosa, en el municipio de Melchor Múzquiz, y recorre los municipios de San Juan de Sabinas y Sabinas hasta desembocar en la presa Venustiano Carranza, punto a partir del cual su cauce cambia de nombre a río Salado. Es reconocido como uno de los pocos ríos con caudal abundante y de gran extensión en el estado de Coahuila, y en sus márgenes se desarrollan asociaciones de flora y fauna ausentes en otros paisajes de la entidad, entre las que destacan los bosques de sabino (Taxodium mucronatum), comunidades ecológicas únicas en el estado y representativas del sitio.

El sitio cumple con seis de los nueve criterios establecidos por la Convención Ramsar para su designación (criterios 1, 2, 3, 5, 7 y 8): constituye un ejemplo representativo de humedal natural propio de la región neártica del Altiplano mexicano (criterio 1); sustenta poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, como el oso negro (Ursus americanus eremicus), el castor (Castor canadensis mexicanus) y el puercoespín (Erethizon dorsatum couesi) (criterio 2); mantiene la diversidad biológica de especies de peces endémicas de la cuenca del río Salado, como la carpa diabla (Dionda diaboli) (criterio 3); alberga sitios de importancia para la conservación de aves acuáticas migratorias, como la grulla gris (Grus canadensis) y el ganso de frente blanca (Anser albifrons) (criterio 5); y sustenta una proporción significativa de especies de peces autóctonas, con al menos 10 especies endémicas de la cuenca del río Salado (criterios 7 y 8).

En términos de biodiversidad, el sitio alberga 248 especies de aves residentes y migratorias, 80 especies de mamíferos agrupadas en 22 familias, 12 especies de anfibios, 70 especies de reptiles (entre ellas 6 especies de tortugas y 28 de lagartijas) y 36 especies de peces. La vegetación dominante corresponde a matorral xerófilo de tipo Tamaulipeco, con presencia de zacatal, matorral submontano, encinares y, de manera destacada, vegetación riparia con bosques de sabino, álamo sicómoro (Platanus glabrata), nogal (Carya

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

illinoinensis) y sauce (Salix goodingii). Hidrológicamente, el sitio se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-24 Bravo-Conchos, y sus principales aportaciones consisten en la recarga de acuíferos, la regulación del régimen hídrico y climático regional, la retención de sedimentos y el suministro de agua para consumo humano, agrícola y pecuario.

Entre los factores adversos identificados en la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) del sitio se encuentran la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas asociada a la actividad minera del carbón, el cambio de uso de suelo, la erosión eólica e hídrica, la fragmentación de la vegetación riparia y la interrupción del flujo natural del río por aprovechamientos mineros.

En consecuencia, dado que el Proyecto se ubica dentro de los límites del sitio Ramsar “Río Sabinas”, en el capítulo correspondiente a la identificación y evaluación de impactos ambientales de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se analizarán con mayor detalle las posibles afectaciones a los elementos y funciones ecológicas de este humedal, así como las medidas de prevención y mitigación aplicables.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

INFORME DE VISITA MUESTREO DE LA VEGETACIÓN Y FAUNA

PROYECTO:

PARQUE EÓLICO LA NORIA

ESTUDIO:

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL

2026

1. ACTIVIDADES DE MUESTREO Y RECORRIDOS DE CAMPO 3
2. ESCENARIOS DEL PROYECTO 19
2.1.- Área de Proyecto Matorral Desértico Rosetófilo (MDR) 19
2.2.- Área de Proyecto Matorral Desértico Micrófilo (MDM) 37
3. SITIOS DE MUESTREO DE CAMBIO Y USO DE SUELO TECNICO FORESTAL 55
3.1.- Área de Proyecto (AP) 55
3.2.- Región Ecológica (RE) 65
4. FLORA NATIVA DEL PROYECTO 75
5. FAUNA SILVESTRE 84

1. ACTIVIDADES DE MUESTREO Y RECORRIDOS DE CAMPO

Ilustración 1 Actividades de levantamiento de vegetación mediante punto de muestreo.



Ilustración 2 Actividades de vegetación, colocación de estaca central a punto de muestreo.



Ilustración 3 Actividades de vegetación, colocación de estaca central a punto de muestreo.



Ilustración 4 Actividades de vegetación, colocación de estaca central a punto de muestreo.



Ilustración 5 Actividades de levantamiento de vegetación, delimitación del área de muestreo.



Ilustración 6 Actividades de levantamiento de vegetación, delimitación del área de muestreo.



Ilustración 7 Actividades de levantamiento de vegetación, delimitación del área de muestreo.

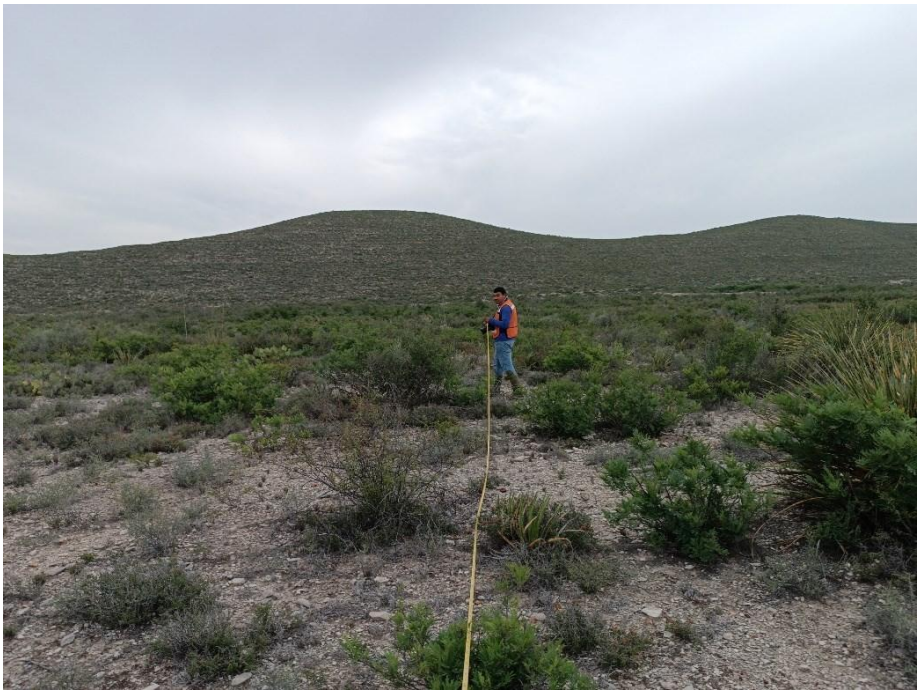


Ilustración 8 Actividades de levantamiento de vegetación, delimitación del área de muestreo.



Ilustración 9 Actividades de levantamiento de vegetación, delimitación del área de muestreo.



Ilustración 10 Actividades de levantamiento de vegetación, delimitación del área de muestreo.

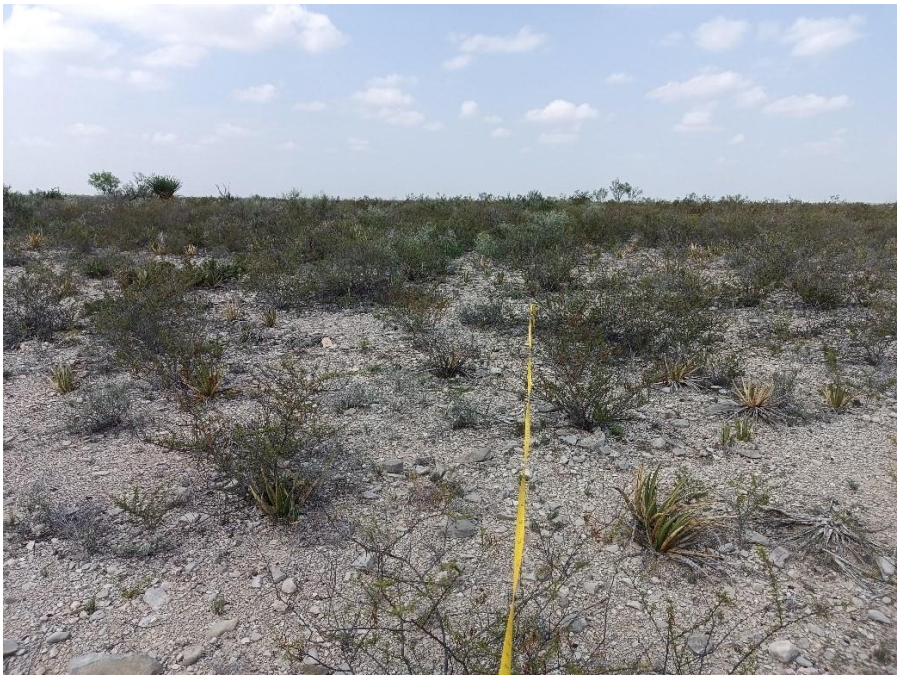


Ilustración 11 Actividades de levantamiento de vegetación, delimitación del área de muestreo.



Ilustración 12 Actividades de levantamiento de vegetación, delimitación del área de muestreo.



Ilustración 13 Actividades de monitoreo de fauna, recorridos por transectos.



Ilustración 14 Actividades de monitoreo de fauna, recorridos por transectos.



Ilustración 15 Actividades de monitoreo de fauna, puntos de conteo.



Ilustración 16 Actividades de monitoreo de fauna, puntos de conteo.



Ilustración 17 Actividades de monitoreo de fauna, puntos de conteo.



Ilustración 18 Actividades de monitoreo de fauna, puntos de conteo.



Ilustración 19 Actividades de monitoreo de fauna, instalación de trampas.



Ilustración 20 Actividades de monitoreo de fauna, instalación de trampas..



Ilustración 21 Actividades de monitoreo de fauna, instalación de cámaras trampa.



Ilustración 22 Actividades de monitoreo de fauna, instalación de cámaras trampa.



Ilustración 23 Actividades de monitoreo de fauna, instalación de cámaras trampa.



Ilustración 24 Actividades de monitoreo de fauna, instalación de cámaras trampa.



Ilustración 25 Actividades de monitoreo de fauna, instalación de grabadoras especializadas a diferentes alturas.

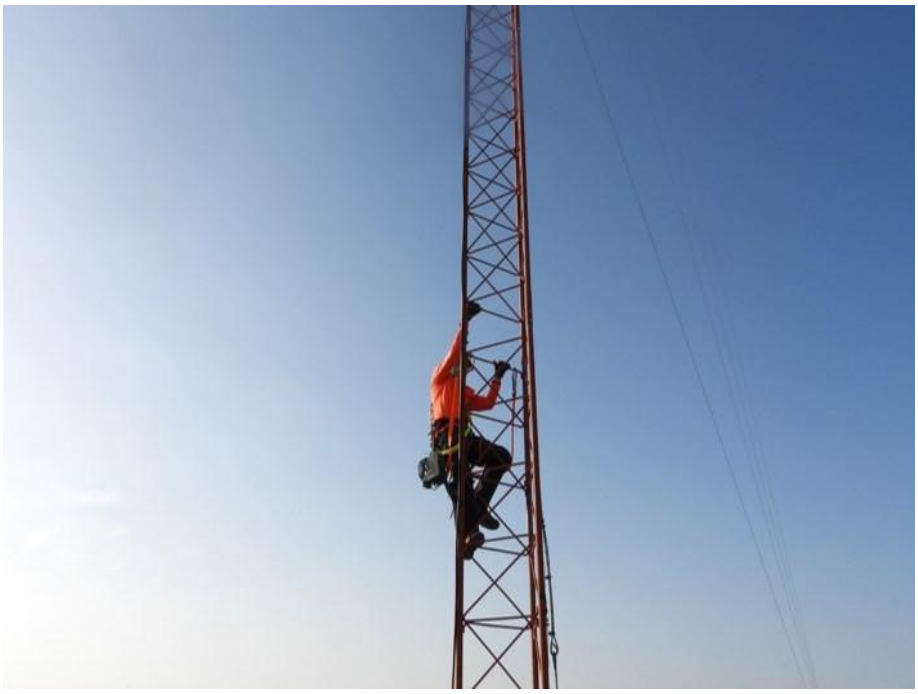


Ilustración 26 Actividades de monitoreo de fauna, grabación activa.



Ilustración 27 Actividades de monitoreo de fauna, grabación activa.



Ilustración 28 Actividades de monitoreo de fauna, grabación activa.



Ilustración 29 Actividades de monitoreo de fauna, grabación activa.



Ilustración 30 Actividades de monitoreo de fauna, grabación activa.



Ilustración 31 Actividades de monitoreo de fauna, instalación de red para captura de murciélagos.



Ilustración 32 Actividades de monitoreo de fauna, instalación de red para captura de murciélagos.



2. ESCENARIOS

2.1.- Área de Proyecto Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)

En los suelos sedimentarios de laderas y piedemontes donde se pretende implementar el proyecto, encontramos un tipo de vegetación correspondiente al matorral desértico rosetófilo, este tipo de vegetación se caracteriza por plantas adaptadas a la escasez de lluvia y climas secos, donde predominan arbustos espinosos y plantas cuyas hojas crecen en forma de roseta, destacan arbustos presentes como son la Lechuguilla (*Agave lechuguilla*), Sotol (*Dasylirion texanum*), Amole (*Yucca rostrata*), Chaparro Amargo (*Castela texana*) y árboles como el Mezquite (*Neltuma glandulosa*).

Ilustración 33 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 34 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 35 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 36 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 37 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 38 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 39 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 40 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 41 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 42 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 43 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 44 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 45 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 46 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 47 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 48 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 49 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 50 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 51 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 52 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 53 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 54 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 55 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 56 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 57 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 58 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 59 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 60 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 61 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 62 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 63 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 64 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 65 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 66 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



Ilustración 67 Superficie panorámica de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR).



2.2.- Área de Proyecto Matorral Desértico Micrófilo (MDM)

En el área donde se pretende implementar el proyecto, encontramos un tipo de vegetación correspondiente al matorral desértico micrófilo, este tipo de vegetación se caracteriza por estar dominado por vegetación adaptada a las condiciones de baja precipitación. Este tipo de vegetación se encuentra presente sobre las planicies y valles profundos en el área del proyecto, así como en laderas de baja altitud, está dominado principalmente por arbustos como son la Gobernadora (*Larrea tridentata*), la Mariola (*Parthenium incanum*), Charrasquillo (*Calliandra conferta*), Guayacán (*Guaiacum angustifolium*) y árboles como el Mezquite (*Neltuma glandulosa*).

Ilustración 68 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 69 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 70 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 71 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 72 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 73 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 74 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 75 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 76 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 77 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 78 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 79 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 80 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 81 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 82 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 83 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 84 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 85 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 86 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 87 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 88 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 89 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 90 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 91 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 92 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 93 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 94 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 95 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



Ilustración 96 Superficie panorámica de Matorral Desértico Micrófilo (MDM).



2.3.- Región Ecológica Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET)

En la RE, encontramos una comunidad vegetal arbustiva caracterizada por la dominancia de elementos espinosos caducifolios una gran parte del año, o áfilos algunos de ellos. Las principales especies son: *Vachellia spp*. (gavia, huizache), *Cercidium spp.* (palo verde), *Leucophyllum spp.* (cenizo), *Neltuma spp.* (mezquite), *Castela spp.*(amargoso), *Condalia spp.* (abrojo), *Celtis pallida* (granjeno). Se desarrolla en zonas de transición entre el matorral desértico micrófilo, el matorral submontano y el mezquital del noreste de la República.

Ilustración 97 Superficie panorámica de Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET).



Ilustración 98 Superficie panorámica de Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET).



Ilustración 99 Superficie panorámica de Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET).



Ilustración 100 Superficie panorámica de Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET).



3. SITIOS DE MUESTREO

3.1.- Área de Proyecto (AP)

Ilustración 101 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 102 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 103 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 104 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 105 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 106 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).




Ilustración 107 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).




Ilustración 108 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).




Ilustración 109 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 110 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 111 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 112 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 113 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 114 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).

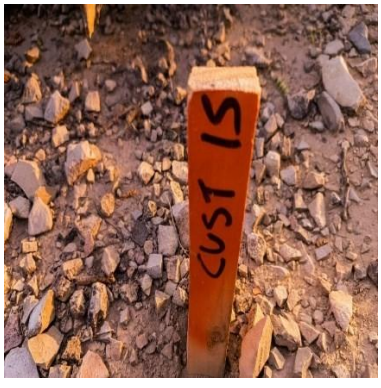




Ilustración 115 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 116 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 117 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 118 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 119 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 120 Superficie panorámica de Matorral desértico Micrófilo (MDM).





Ilustración 121 Superficie panorámica de Matorral desértico Micrófilo (MDM).





Ilustración 122 Superficie panorámica de Matorral desértico Micrófilo (MDM).





Ilustración 123 Superficie panorámica de Matorral desértico Micrófilo (MDM).





Ilustración 124 Superficie panorámica de Matorral desértico Micrófilo (MDM).





Ilustración 125 Superficie panorámica de Matorral desértico Micrófilo (MDM).





Ilustración 126 Superficie panorámica de Matorral desértico Micrófilo (MDM).





Ilustración 127 Superficie panorámica de Matorral desértico Micrófilo (MDM).





Ilustración 128 Superficie panorámica de Matorral desértico Micrófilo (MDM).





Ilustración 129 Superficie panorámica de Matorral desértico Micrófilo (MDM).





3.2.- Región Ecológica (RE)

Ilustración 130 Superficie panorámica de Matorral desértico micrófilo (MDM).





Ilustración 131 Superficie panorámica de Matorral desértico micrófilo (MDM).





Ilustración 132 Superficie panorámica de Matorral desértico micrófilo (MDM).





Ilustración 133 Superficie panorámica de Matorral desértico micrófilo (MDM).





Ilustración 134 Superficie panorámica de Matorral desértico micrófilo (MDM).





Ilustración 135 Superficie panorámica de Matorral desértico micrófilo (MDM).





Ilustración 136 Superficie panorámica de Matorral desértico micrófilo (MDM).





Ilustración 137 Superficie panorámica de Matorral desértico micrófilo (MDM).





Ilustración 138 Superficie panorámica de Matorral desértico micrófilo (MDM).





Ilustración 139 Superficie panorámica de Matorral desértico micrófilo (MDM).





Ilustración 140 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 141 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 142 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 143 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 144 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 145 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 146 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 147 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 148 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 149 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 150 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 151 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 152 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 153 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 154 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 155 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 156 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 157 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





Ilustración 158 Superficie panorámica de Matorral desértico Rosetófilo (MDR).





4. FLORA NATIVA DEL PROYECTO

Durante los trabajos de campo se realizaron puntos de vegetación para registrar la biodiversidad presente en el área de estudio, a continuación, se presentan algunos de los ejemplares registrados.

Ilustración 159 Ejemplar registrado conocido como Lechuguilla (*Agave lechuguilla*).



Ilustración 160 Ejemplar registrado conocido como Chautle (*Ariocarpus retusus*).



Ilustración 161 Ejemplar registrado conocido como Chaparro Prieto (*Vachellia rigidula*).



Ilustración 162 Ejemplar registrado conocido como Granjeno (*Celtis pallida*).



Ilustración 163 Ejemplar registrado conocido como Espino (*Senegalia berlandieri*).



Ilustración 164 Ejemplar registrado conocido como Mancacaballo (*Homalocephala texensis*).



Ilustración 165 Ejemplar registrado conocido como Biznaga Blanca (*Epithelantha micromeris*).



Ilustración 166 Ejemplar registrado conocido como Sacasil (*Echinocereus poselgeri*).



Ilustración 167 Ejemplar registrado conocido como Alicoche Real (*Echinocereus enneacanthus*).



Ilustración 168 Ejemplar registrado conocido como Chautle (*Ariocarpus retusus*).



Ilustración 169 Ejemplar registrado conocido como Chaparro Prieto (*Vachellia rigidula*).



Ilustración 170 Ejemplar registrado conocido como Cactus Peine (*Echinocereus ctenoides*).



Ilustración 171 Ejemplar registrado conocido como Peyote (*Lophophora williamsii*).



Ilustración 172 Ejemplar registrado conocido como Corona de Espinas (*Koeberlinia spinosa*).



Ilustración 173 Ejemplar registrado conocido como Guayacán (*Guaiacum angustifolium*).



Ilustración 174 Ejemplar registrado conocido como Mezquite (*Neltuma glandulosa*).



Ilustración 175 Ejemplar registrado conocido como Cenizo (*Leucophyllum frutescens*).



5. FAUNA SILVESTRE

Durante los trabajos de campo se realizaron transectos para registrar la biodiversidad presente en el área de estudio, a continuación, se presentan algunos de los ejemplares registrados.

Ilustración 176 Ejemplar registrado conocido como Calandria (*Icterus cucullatus*).



Ilustración 177 Ejemplar registrado conocido como Picogordo Azul (*Passerina caerulea*).



Ilustración 178 Ejemplar registrado conocido como Cuicacoche (*Toxostoma curvirostre*).



Ilustración 179 Ejemplar registrado conocido como Aguililla Cola Roja (*Buteo jamaicensis*).



Ilustración 180 Ejemplar registrado conocido como Zopilote Aurae (*Cathartes aura*).



Ilustración 181 Ejemplar registrado conocido como Zopilote Común (*Coragyps atratus*).



Ilustración 182 Ejemplar registrado conocido como Correcaminos (*Geococcyx californianus*).



Ilustración 183 Ejemplar registrado conocido como Paloma Alas Blancas (*Zenaida asiatica*).



Ilustración 184 Ejemplar registrado conocido como Colorín Sietecolores (*Passerina ciris*).



Ilustración 185 Ejemplar registrado conocido como Huico Pinto (*Aspidoscelis gularis*).



Ilustración 186 Ejemplar registrado conocido como Lagartija de Collar (*Crotaphytus collaris*).



Ilustración 187 Ejemplar registrado conocido como Tortuga del Desierto (*Gopherus berlandieri*).



Ilustración 188 Ejemplar registrado conocido como Gecko de Bandas (*Coleonyx brevis*).



Ilustración 189 Ejemplar registrado conocido como Conejo del Desierto (*Sylvilagus audubonii*).



Ilustración 190 Ejemplar registrado conocido como Venado de Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*).



Ilustración 191 Ejemplar registrado conocido como Ardilla de Tierra (*Ictidomys parvidens*).



Ilustración 192 Ejemplar registrado conocido como Puma (*Puma concolor*).



Ilustración 193 Ejemplar registrado conocido como Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*).



Ilustración 194 Ejemplar registrado conocido como Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*).



Ilustración 195 Ejemplar registrado conocido como Pecarí de Collar (*Pecari tajacu*).



Ilustración 196 Ejemplar registrado conocido como Coyote (*Canis latrans*).



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO

“PARQUE EÓLICA LA NORIA”

ESTUDIO DE EROSIÓN HÍDRICA Y EÓLICA

PROMOVENTE

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Índice

I. Introducción 5
II. Objetivos 5
III. Metodología 5
III.1. Condiciones ambientales del área de estudio relevantes en los procesos erosivos 5
III.1.1. Clima 5
III.1.2. Temperatura 7
III.1.3. Precipitación 8
III.1.4. Relieve 9
III.1.5. Suelo 12
III.1.6. Ubicación del AP, AI y RE en las microcuencas 18
III.1.7. Uso de suelo y vegetación 21
III.2. Procesos erosivos identificados por INEGI y SEMARNAT 29
III.3. Metodología para la estimación de la erosión hídrica 32
III.3.1. Determinación de la Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica mediante el uso de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) 32
III.3.2. Clasificación de la erosión hídrica 41
III.3.3. Definición de unidades espaciales para la estimación de la erosión 41
III.4. Metodología para la estimación de la erosión eólica 44
IV. Resultados 47
IV.1. Escenario actual 47
IV.1.1. Erosión hídrica 47
IV.1.2. Erosión eólica 47
IV.2. Escenario con CUSTF 48
IV.2.1. Erosión hídrica 48
IV.2.2. Erosión eólica 48
V. Conclusiones 49
VI. Anexos 50

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de tipos de climas en la RE, AI y AP. 6
Figura 2. Topoformas presentes en la RE, AI y AP. 10
Figura 3. Gradiente altitudinal de la RE, AI y AP. 11
Figura 4. Rango de pendientes en la RE, AI y AP. 12
Figura 5. Tipos de suelo presentes en la RE, AI y AP. 14
Figura 6. Ubicación de la RE con respecto a las microcuencas. 18

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Figura 7. Hidrología superficial de la RE, AI y AP. 20
Figura 8. Hidrología superficial del AP. 21
Figura 9. Uso de suelo y vegetación presente en la RE, AI y AP, de acuerdo con el INEGI. 23
Figura 10. Uso de suelo y vegetación de campo en la RE, AI y AP. 26
Figura 11. Uso de suelo y vegetación de campo en el AI. 27
Figura 12. Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del AP. 28
Figura 13. Clases de erosión presentes en la RE, AI y AP. 29
Figura 14. Degradación de suelos en la RE, AI y AP. 31
Figura 15. Topoformas presentes en la RE, AI y AP. 42

Índice de tablas

Tabla 1. Estación climatológica próxima a la RE. 6
Tabla 2. Temperatura media mensual. 7
Tabla 3. Comportamiento de la temperatura. 8
Tabla 4. Precipitación anual. 8
Tabla 5. Comportamiento de la precipitación. 9
Tabla 6. Superficie por tipo de suelo y textura en la RE, AI y AP. 14
Tabla 7. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI. 22
Tabla 8. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo. 24
Tabla 9. Superficies con vegetación forestal en la RE, AI y AP determinado en campo. 25
Tabla 10. Incidencia de los componentes del AP en el USV determinado en campo. 25
Tabla 11. Superficie por clase, tipo, forma y grado de erosión. 30
Tabla 12. Ecuaciones regionalizadas para la República Mexicana (Becerra, 1997). 34
Tabla 13. Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB. 35
Tabla 14. Factor para vegetación y/o uso de suelo (Montes-Léon et al, 2011). 38
Tabla 15. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015). 39
Tabla 16. Clasificación de erosión. 41
Tabla 17. Superficies por topoformas. 42
Tabla 18. Superficies de USV por zona. 43
Tabla 19. Superficies de tipo de suelo y textura por zona. 43
Tabla 20. Fases y texturas de suelos. 45
Tabla 21. Valores de CAUSO por tipo de vegetación. 46
Tabla 22. Clases de degradación de suelos. 46

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 23. Resultados de la estimación de erosión hídrica en condiciones actuales. 47

Tabla 24. Resultados de la estimación de erosión eólica en condiciones actuales. 48

Tabla 25. Resultados de la estimación de erosión hídrica en condiciones de suelo desnudo en el AP. 48

Tabla 26. Resultados de la estimación de erosión eólica en condiciones de suelo desnudo en el AP. 49

Tabla 27. Comparación de la erosión hídrica en condiciones actuales y con suelo desnudo. 49

Tabla 28. Comparación de la erosión eólica en condiciones actuales y con suelo desnudo. 50

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

I. Introducción

El suelo puede definirse, de acuerdo con el glosario de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1984), como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental, clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un determinado periodo (*Sánchez et al., 2004*).

En todos los ecosistemas, los suelos cumplen con importantes funciones de las cuales se derivan servicios ambientales indispensables para el sostenimiento tanto del ecosistema como de la vida humana. La función más conocida es la de soporte y suministro de nutrientes a las plantas.

El suelo cumple con otras funciones igualmente trascendentes como la de constituir un medio filtrante que permite la recarga de los acuíferos influyendo también en la calidad del agua. Asimismo, constituye el medio donde se realizan ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de los compuestos orgánicos (*Cotler et al., 2007*). Según sus características, el suelo funciona también como hábitat para una miríada de organismos, desde células microscópicas a pequeños mamíferos y reptiles, manteniendo una amplia biodiversidad.

Finalmente, en los ecosistemas urbanos, el suelo juega un papel fundamental como material de construcción y como cimiento para la infraestructura urbana (*Brady y Weil, 1999*).

La degradación de suelos se refiere a los procesos inducidos por el hombre que disminuyen la capacidad actual y/o futura del suelo para sostener la vida humana (*Oldeman, 1998*).

II. Objetivos

Estimar el volumen de suelo que se erosiona por efectos hídricos y eólicos actualmente en el área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE), así como el volumen de suelo que se perdería al realizar la remoción de la vegetación presente en el AP.

III. Metodología

El primer paso para la estimación de los volúmenes de erosión que actualmente se presentan en el área de estudio es conocer las condiciones que se comportan como las diferentes variables en el proceso erosivo, tales como variables climáticas, tipos de suelo y su textura, así como el relieve.

III.1. Condiciones ambientales del área de estudio relevantes en los procesos erosivos

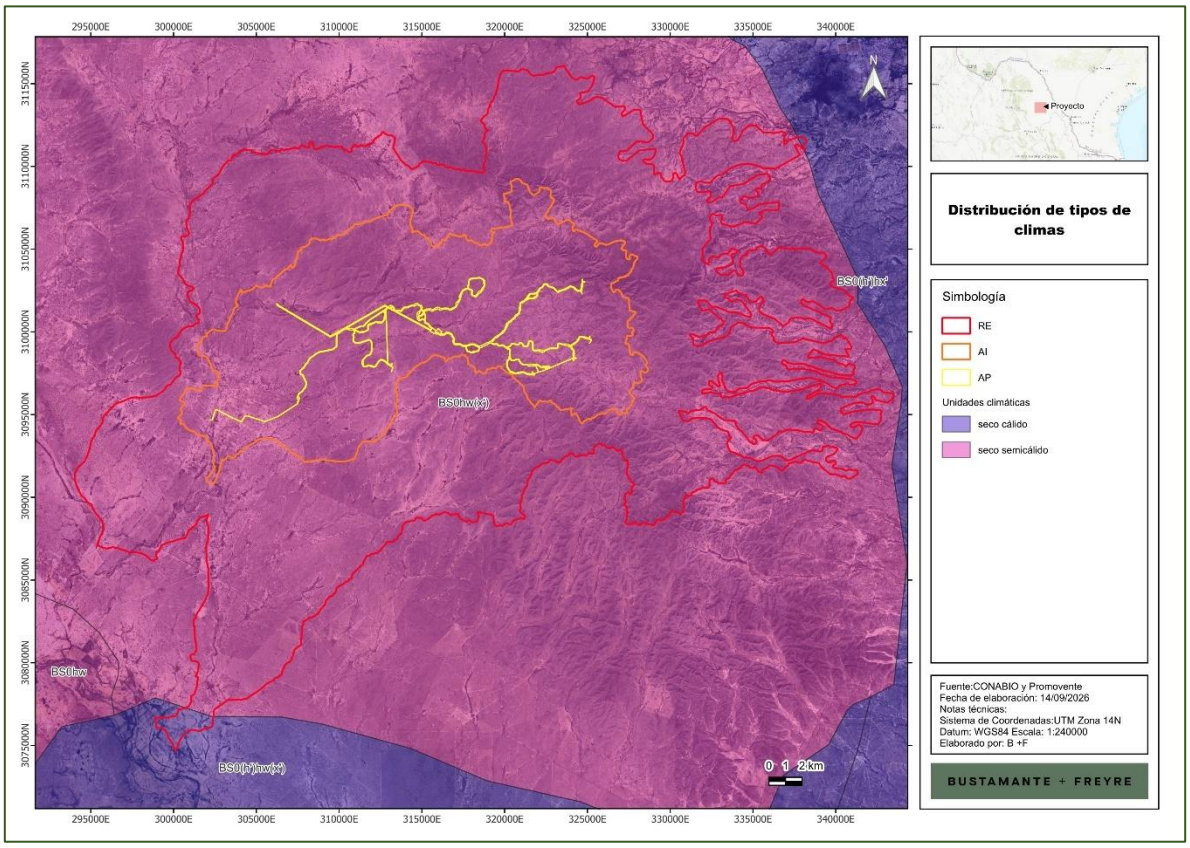
III.1.1. Clima

Como se muestra en la siguiente tabla y figura, de acuerdo con esta clasificación, en la mayor parte de la **RE,** así como en la totalidad del **AI** y **AP** se presenta clima **seco**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

semicálido (BS0hw(x')), en mínima proporción al noreste y suroeste la RE tiene incidencia en clima de tipo **seco cálido**, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 1. Distribución de tipos de climas en la RE, AI y AP.



Para realizar un análisis detallado de las condiciones meteorológicas del área de estudio, se llevó a cabo el análisis de la información la Red de Estaciones Climatológicas de la **CONAGUA** (2024), de la revisión realizada se identificó que, la estación próxima a la RE y que se encuentra operando y con datos para el periodo de 1991 a 2020 es la estación Sabinas (DGE), la cual se encuentra a aproximadamente 6.7 km al suroeste de la RE, esta se ubica en el mismo tipo de clima dominante: seco semicálido. Los datos de identificación de dicha estación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Estación climatológica próxima a la RE.

Nombre	Número	Estado	Municipio	Lat	Lon	Alt (msnm)	Periodo
Sabinas (DGE)	2033	Coahuila de Zaragoza	Sabinas	27.84666667	-101.122777	339	1991-2020

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Nombre	Número	Estado	Municipio	Lat	Lon	Alt (msnm)	Periodo
					8		

Con el registro de información de las estaciones, se realizó una síntesis de las variables climatológicas de temperatura y precipitación, obteniendo la siguiente información.

III.1.2. Temperatura

Como se puede observar en la siguiente tabla y figura, la temperatura promedio indicada por la estación consultada es de 23.1°C, con una temperatura mínima de 15.6°C y una máxima de 30.6°C.

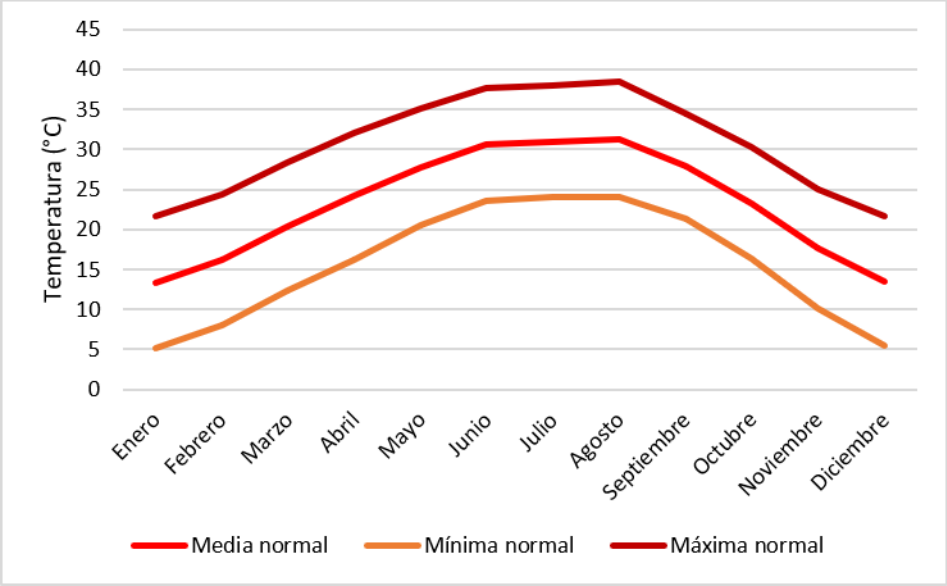
Tabla 2. Temperatura media mensual.

Mes	Temperatura (°C)		
	Media normal	Mínima normal	Máxima normal
Enero	13.4	5.2	21.6
Febrero	16.2	8	24.3
Marzo	20.3	12.4	28.3
Abril	24.2	16.2	32.1
Mayo	27.8	20.6	35.1
Junio	30.6	23.5	37.6
Julio	31	24	38
Agosto	31.2	24	38.4
Septiembre	27.9	21.3	34.5
Octubre	23.3	16.3	30.3
Noviembre	17.6	10.2	25
Diciembre	13.5	5.4	21.6
Promedio	**23.1**	**15.6**	**30.6**

Como se observa en la siguiente figura las temperaturas más altas se dan en los meses de junio a agosto en las cuales se tiene una normal de hasta 31.2°C con una máxima de 38°C; mientras que, los meses más fríos son diciembre y enero con una temperatura de 13.4°C.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 3. Comportamiento de la temperatura.



III.1.3. Precipitación

Conforme a los datos de la estación consultada y como se muestra en la siguiente tabla y figura, la precipitación total anual es de 469.2 mm, como se muestra en la siguiente tabla.

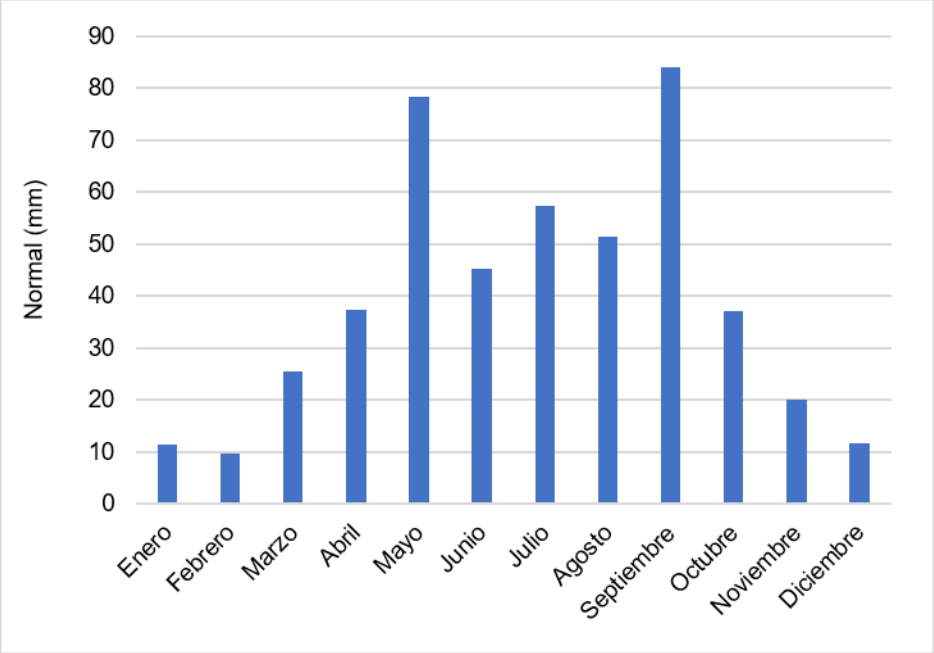
Tabla 4. Precipitación anual.

Mes	Precipitación (mm)		
	Normal	Máxima mensual	Máxima diaria
Enero	11.5	57.5	29
Febrero	9.8	37	29
Marzo	25.6	149.5	79
Abril	37.3	224	125
Mayo	78.3	253.5	170
Junio	45.2	163.5	90
Julio	57.4	189	101.5
Agosto	51.4	239	103
Septiembre	84	304	145
Octubre	37.1	134.6	101.5
Noviembre	20	83.5	49
Diciembre	11.6	65.5	29
Total	469.2	-	-

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De acuerdo con el comportamiento de la precipitación normal se observa que los meses más lluviosos son de mayo a septiembre, con precipitaciones de hasta 84 mm en septiembre, mientras que los meses de menor precipitación son de diciembre a febrero.

Tabla 5. Comportamiento de la precipitación.



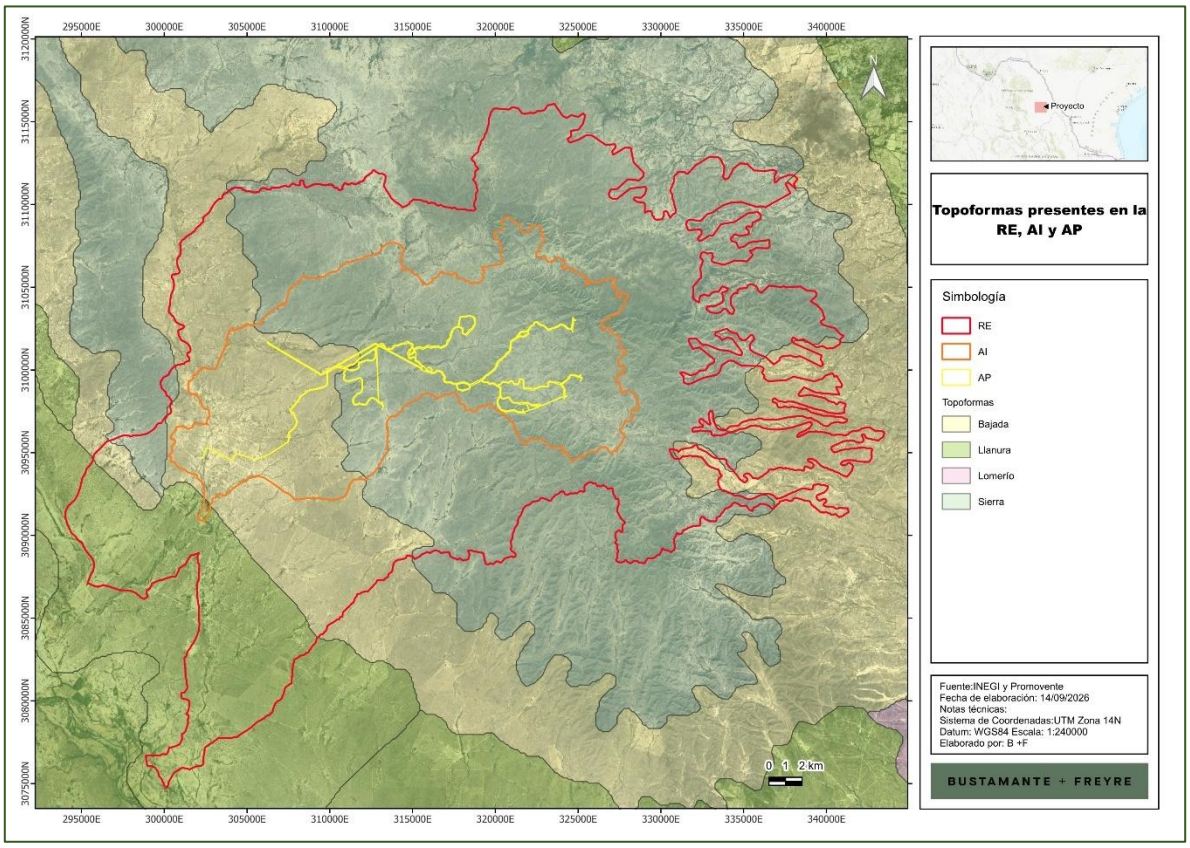
III.1.4. Relieve

III.1.4.1. Sistema de topoformas

Como se observa en la siguiente figura, la **RE** y **AI** se ubican en sistemas de topoformas de sierra compleja con lomerío, bajada con lomerío y llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado, mientras que, el **AP** se encuentra únicamente en los 2 primeras.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 2. Topoformas presentes en la RE, AI y AP.

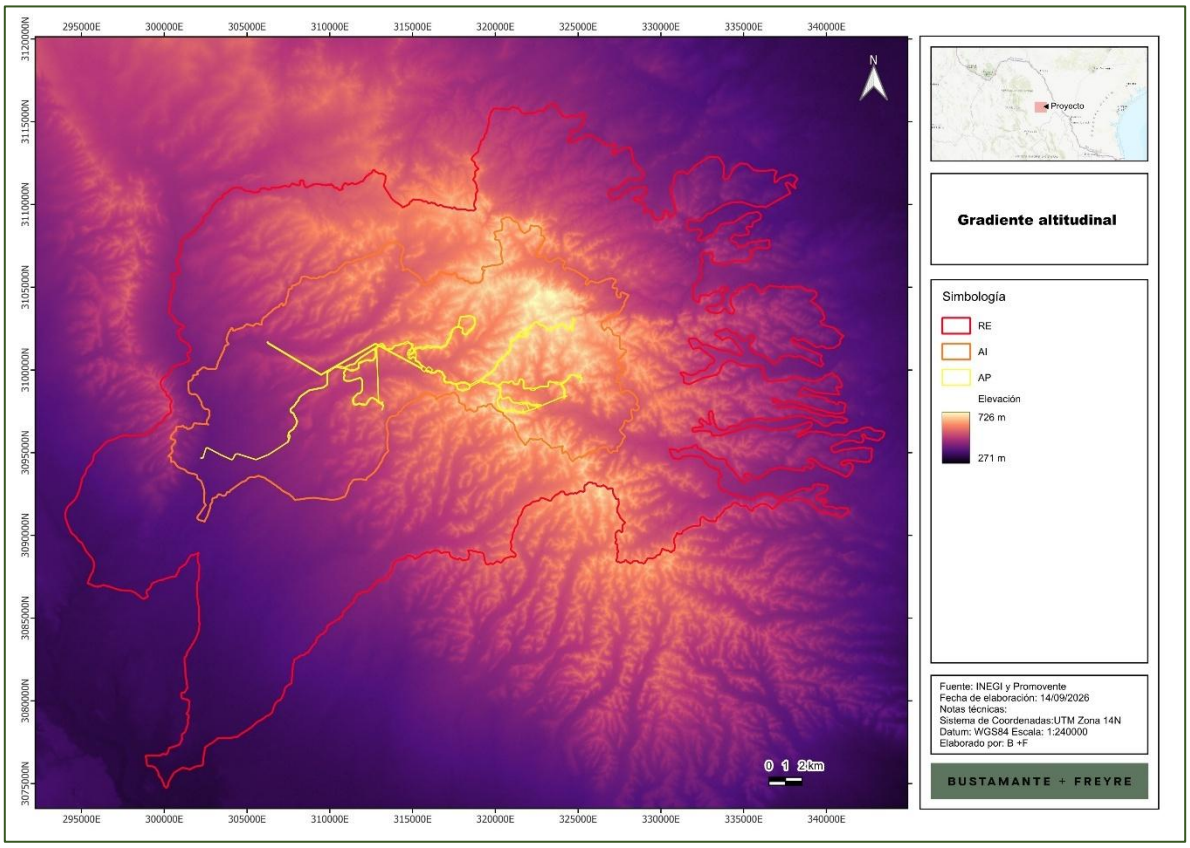


III.1.4.2. Gradiente altitudinal

Como se observa en la siguiente figura, la **RE, AI** y **AP** se ubican en un gradiente altitudinal de 271 a 726 msnm, el AP se encuentra en las áreas de mayor altitud.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 3. Gradiente altitudinal de la RE, AI y AP.



III.1.4.3. Pendiente

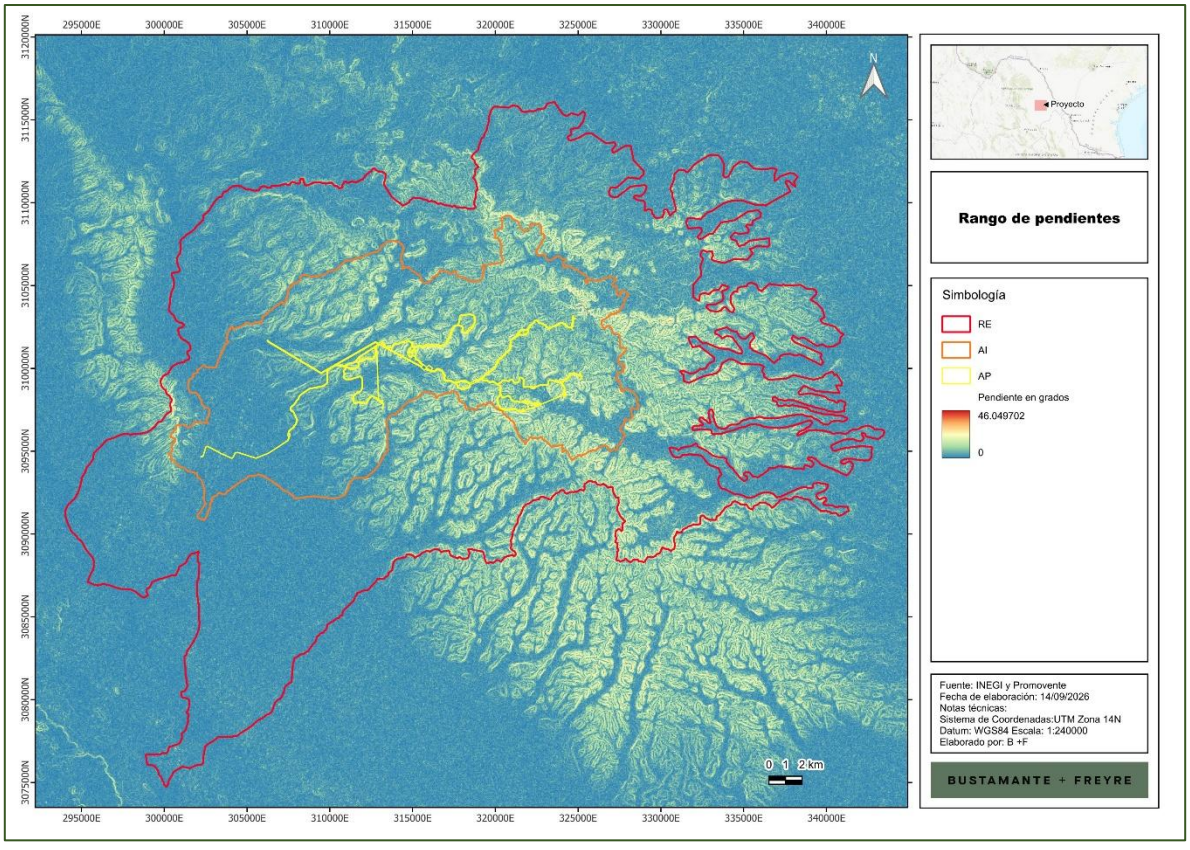
Para el AP, el rango de pendientes es predominantemente bajo, correspondiente a tonalidades verdes y verde amarillentas en la escala, lo que indica valores generalmente inferiores a 15 grados. Esta condición es congruente con su ubicación sobre la porción de mesa o lomerío suave descrita en el gradiente altitudinal, con pendientes ligeramente mayores únicamente en los bordes del polígono y en el tramo del camino de acceso, sin llegar a presentar pendientes fuertes o escarpadas.

El AI presenta un rango de pendientes más heterogéneo que el AP, ya que incorpora, además de las zonas de pendiente baja del entorno inmediato al proyecto, sectores de pendiente moderada a alta, en tonalidades amarillas y anaranjadas, localizados principalmente en los flancos del lomerío que la delimita al norte, al sur y al poniente, donde el relieve comienza a hacerse más abrupto conforme se aproxima a las laderas del macizo montañoso circundante.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La RE abarca la totalidad del intervalo de pendientes representado, es decir, de 0 hasta 46.05 grados. Las pendientes suaves, en tonalidades azules y verdes, se distribuyen en las porciones planas del poniente y en el piedemonte, mientras que las pendientes fuertes y escarpadas, en tonalidades anaranjadas y rojas, se concentran en las laderas del sistema montañoso disectado que domina la porción central y, de manera particularmente marcada, en los cañones y barrancas de fuerte incisión del sector oriental y del extremo sur del polígono, donde el patrón de drenaje dendrítico genera un relieve de alta energía con valores cercanos al máximo del gradiente. En conjunto, la RE presenta una condición topográfica contrastante, con zonas de pendiente suave aptas para el desarrollo de infraestructura y zonas de pendiente pronunciada asociadas a procesos erosivos activos y mayor susceptibilidad a movimientos de ladera.

Figura 4. Rango de pendientes en la RE, AI y AP.



III.1.5. Suelo

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, en esta MIA-R se utilizó la cartografía de **INEGI**, escala 1: 250,000 serie III a partir de la cual se obtuvo que, el AP se asienta predominantemente sobre Leptosol, unidad que ocupa la mayor proporción de su superficie, con inclusiones de Kastanozem distribuidas principalmente en la porción central del

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

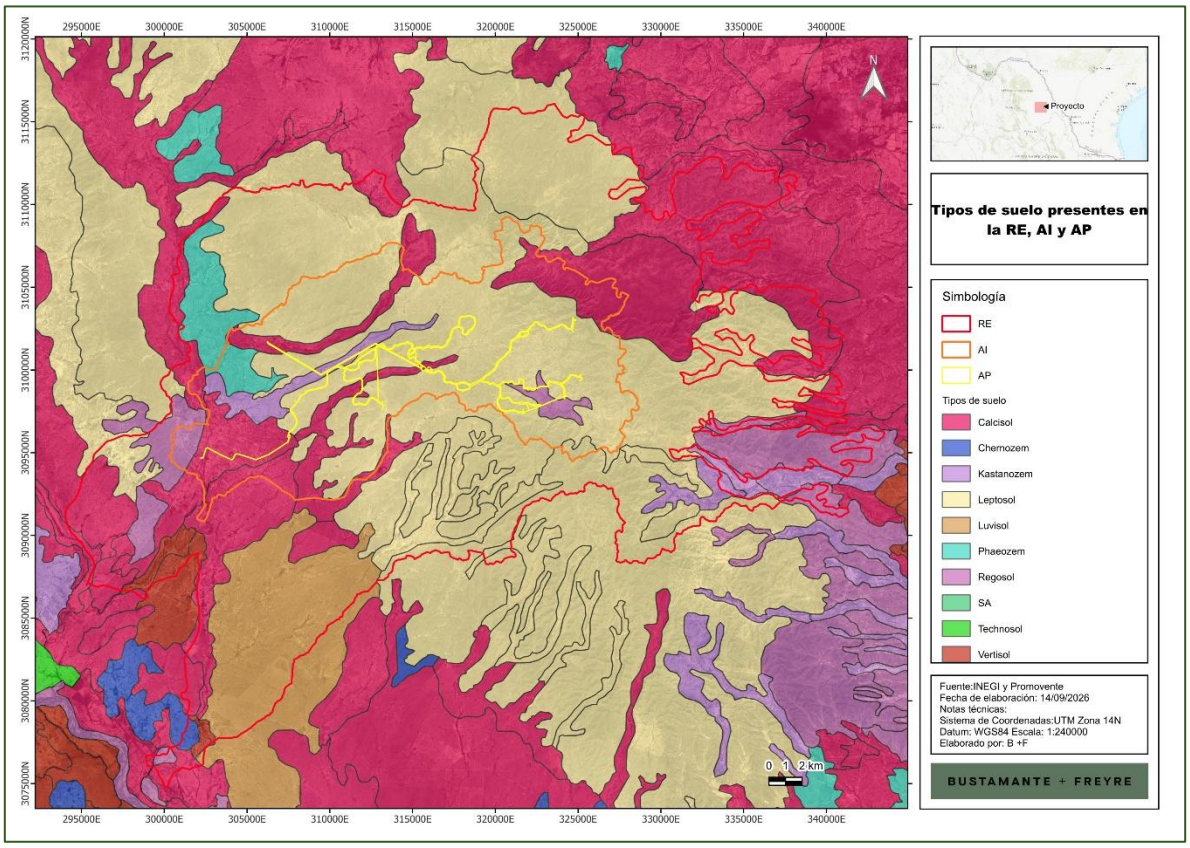
polígono. En sus márgenes, en particular hacia el poniente, se identifican contactos puntuales con Calcisol.

El AI conserva el mismo patrón dominante que el AP, es decir, Leptosol y Kastanozem como unidades principales, incorporando una mayor proporción de Calcisol hacia sus porciones sur y poniente, donde el polígono se aproxima a las planicies circundantes. Dentro del AI no se identifican unidades de Chernozem, Luvisol, Phaeozem, Regosol, Technosol ni Vertisol.

El Calcisol es la unidad de mayor extensión dentro de la RE, distribuyéndose de forma dominante en las porciones norte, poniente y oriente del polígono. El Leptosol ocupa la porción centro y centro sur, asociado al relieve montañoso disectado, coincidiendo con la ubicación del AP y del AI. De manera más localizada se presentan Kastanozem, en el sector centro poniente, en las inmediaciones del AP y del AI, Vertisol y Luvisol, en el sector sur, Chernozem en cuerpos dispersos dentro de esa misma franja sur, Phaeozem en manchones aislados hacia el norte y el poniente del área de estudio, y Regosol en polígonos dispersos hacia el oriente. Finalmente, el Technosol se presenta de forma muy puntual en el extremo suroeste de la RE.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 5. Tipos de suelo presentes en la RE, AI y AP.



Como se observa en la siguiente tabla, en la **RE, AI** y **AP** el tipo de suelo predominante es el leptosol.

Tabla 6. Superficie por tipo de suelo y textura en la RE, AI y AP.

Tipo	Textura	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
Calcisol	Fina	5,341.0289	5.66%	1,993.9441	7.31%	9.8183	2.47%
Calcisol	Media	19,216.1275	20.36%	4,612.0006	16.91%	17.0219	4.28%
Chernozem	Fina	150.8801	0.16%				
Kastanozem	Media	1,967.0057	2.08%	1,221.6173	4.48%	24.1237	6.07%
Leptosol	Gruesa	3,124.7725	3.31%				
Leptosol	Media	48,482.3213	51.36%	17,911.1884	65.68%	342.2442	86.07%
Luvisol	Media	7,615.6278	8.07%				
Phaeozem	Media	2,560.5004	2.71%	701.8735	2.57%		
Regosol	Fina	1,278.0856	1.35%	366.5022	1.34%		
Regosol	Media	3,680.3319	3.90%	464.5386	1.70%	4.4375	1.12%
Vertisol	Fina	982.8060	1.04%				
Total general		94,399.4877	**100.00%**	27,271.6647	**100.00%**	397.6456	**100.00%**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

A continuación, se presenta una breve descripción de las principales características de estos tipos de suelo. Estos datos corresponden a estudios realizados por el **INEGI** y por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO, por sus siglas en inglés) (IUSS, 2007).

- **Luvisol**

Los Luvisols, tienen un mayor contenido de arcilla en el suelo subsuperficial que en la capa superior del suelo, como resultado de procesos edafogenéticos (especialmente migración de arcilla) que conduce a la formación de un horizonte árgico en el suelo subsuperficial. Los Luvisols tienen arcillas de alta actividad en todo el espesor del horizonte árgico y una alta saturación de bases en una profundidad de 50-100 cm.

Material parental: una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciar y depósitos eólicos, aluviales y coluviales.

Medio ambiente: Más frecuente en terrenos llanos o ligeremente inclinados en regiones templadas frías y en regiones cálidas (por ejemplo, mediterráneas) con marcadas estaciones secas y húmedas.

- **Chernozem**

Los Chernozems incluyen suelos con una capa mineral superficial gruesa, negruzca rica en materia orgánica.

Material parental: principalmente sedimentos eólicos y sedimentos eólicos removilizados.

Medio ambiente: regiones con clima continental con inviernos fríos y veranos calurosos, que están secos al menos a finales del verano; en llanuras onduladas o planas con vegetación de pastos altos.

- **Calcisol**

Los calcisols integran suelos con una sustancial acumulación de carbonatos secundarios. Los Calcisols están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos.

Connotación: Suelos con una acumulación sustancial de carbonatos secundarios; del latín calx, cal.

Material parental: Principalmente depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases.

Medio ambiente: De tierras llanas a montañosas en regiones áridas y semiáridas. La vegetación natural es escasa y dominada por árboles y arbustos xerófilos y/o pastos y hierbas efímeros.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Desarrollo del perfil: Los Calcisols típicos tienen un horizonte superficial de color pardo claro; una sustancial acumulación de carbonatos secundarios se produce dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.

- **Leptosol**

Los Leptosols comprenden suelos muy delgados sobre roca contínua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Son particularmente comunes en regiones montañosas.

Material parental: varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina.

Medio ambiente: principalmente terrenos en elevada o mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica. Los Leptosols se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en zonas secas cálidas o frías), particularmente en áreas intensamente erosionadas.

- **Regosol**

Los Regosols son suelos poco desarrollados en materiales no consolidados que carecen de un horizonte móllico o úmbrico, no son muy delgados o muy ricos en fragmentos gruesos (Leptosols), tampoco arenosos (Arenosols), ni con materiales flúvicos (Fluvisols). Los Regosols son muy extensos en tierras erosionadas y zonas de acumulación, en particular en zonas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

Connotación: Suelos poco desarrollados en material no consolidado, del griego rhegos, manto.

Material parental: Material no consolidado, generalmente de grano fino.

Medio ambiente: En todas las zonas climáticas sin permafrost y a todas altitudes. Estos suelos son particularmente comunes en zonas áridas (incluyendo los trópicos secos) y en regiones montañosas.

Desarrollo del perfil: No hay horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como una consecuencia de su corta edad y/o una formación del suelo muy lenta, por ejemplo, debido a la aridez.

- **Kastañozem**

Los Kastanozems tienen un perfil similar a los Chernozems pero el horizonte superficial rico en humus es más delgado y no tan oscuro como el de los Chernozems, y muestran más prominente acumulación de carbonatos secundarios.

Connotación: Suelos pardos oscuros ricos en materia orgánica; del latín castanea y ruso kashtan, castaño, y ruso zemlya, tierra.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Material parental: Una amplia gama de materiales no consolidados; una gran parte de Kastanozems se ha desarrollado en loess.

Medio ambiente: Seco y continental, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos; praderas planas y onduladas dominadas por pastos cortos efímeros.

Desarrollo del perfil: Un horizonte móllico, marrón de espesor medio, en muchos casos sobre un horizonte cámbico marrón o canela o un horizonte árgico; con carbonatos secundarios (propiedades protocálcicas u horizonte cálcico) en el suelo subsuperficial, en algunos casos también con yeso secundario.

- **Phaeozem**

Este grupo integra suelos de praderas relativamente húmedos y regiones de bosque en climas moderadamente continentales. Los Phaeozems son muy parecidos a los Chernozems y Kastanozems pero están lixiviados de manera más intensa. En consecuencia, tienen un horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con los Chernozems y Kastanozems, es menos rico en bases. Los Phaeozems están libres de carbonatos secundarios o los tienen sólo a mayores profundidades. Todos ellos tienen una alta saturación de bases en el metro superior del suelo.

Material parental: Eólico (loess), till glaciar y otros no consolidados, predominantemente materiales básicos.

Medio ambiente: Cálido a frio (por ejemplo, las tierras altas tropicales) en regiones moderadamente continentales, con humedad suficiente para que exista, en la mayoría de los años, algo de percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seque; terreno plano u ondulado; la vegetación natural es de praderas, como la estepa de pastos altos, y/o bosque.

Desarrollo del perfil: Un horizonte móllico o, menos común, un horizonte chérnico (más delgado y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre un horizonte subsuperficial cámbico o árgico.

- **Vertisol**

Los Vertisols son suelos de arcillas pesadas con una alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman profundas y anchas grietas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo cual sucede en la mayoría de los años.

Material parental: Sedimentos que contienen una alta proporción de arcillas expandibles o arcillas expandibles producidas por neoformación a causa de la meteorización de rocas.

Medio ambiente: Depresiones y áreas planas a onduladas, principalmente en climas tropicales y subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con alternancia de marcadas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

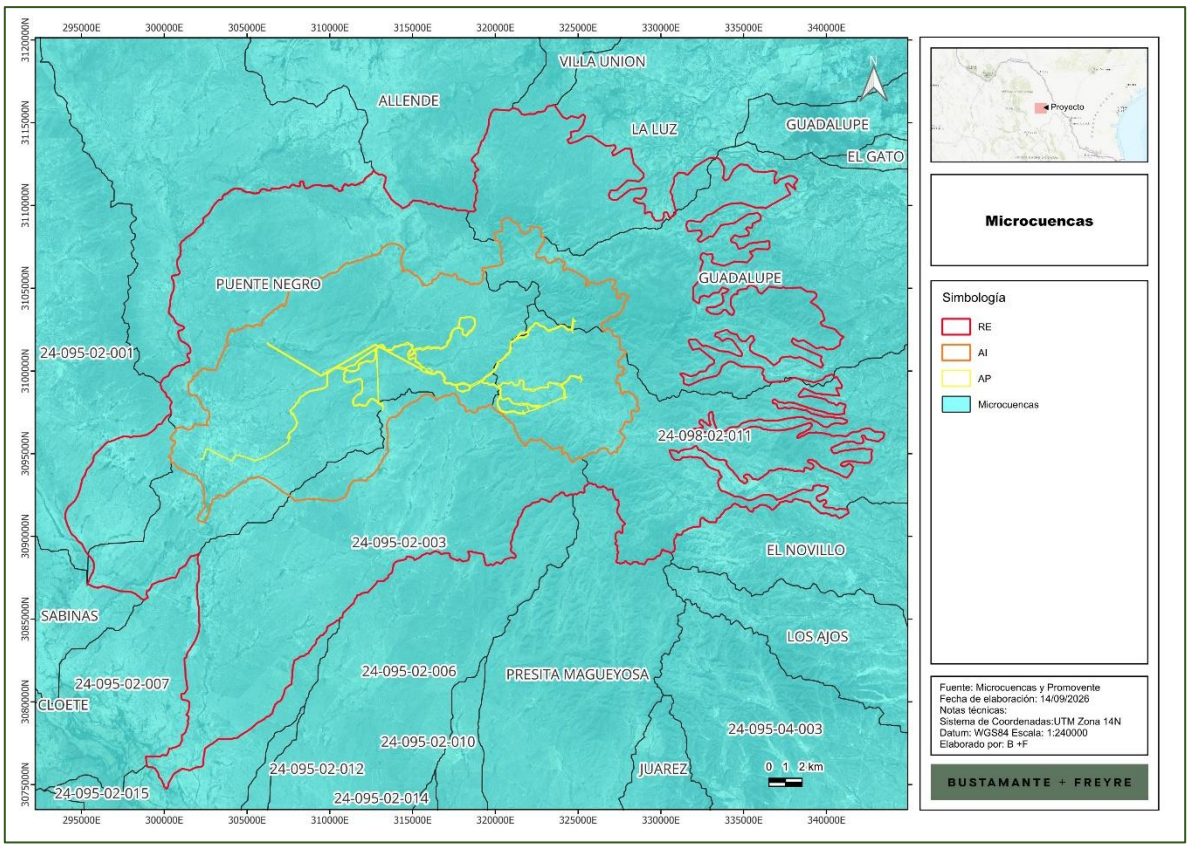
estaciones secas y húmedas. La vegetación clímax es de sabana, praderas naturales y/o bosques.

Desarrollo del perfil: La expansión y retracción alternada de arcillas expandibles dan lugar a grietas profundas en la temporada seca y la formación de slickensides y elementos estructurales en forma de cuña en el suelo subsuperficial. El comportamiento expansión-retracción puede ocasionar que se forme un microrelieve gilgai, especialmente en climas secos.

III.1.6. Ubicación del AP, AI y RE en las microcuencas

De acuerdo con la cartografía de Microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido, la **RE** se encuentra en las microcuencas denominadas La Luz, Guadalupe, 24-098-02-011, 24-095-02-003, Puente Negro y 24-095-02-001; mientras que, el **AI** y **AP** inciden solamente en las microcuencas Guadalupe, 24-098-02-011, 24-095-02-003 y Puente Negro; como se muestra en la siguiente figura.

Figura 6. Ubicación de la RE con respecto a las microcuencas.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Con el objetivo de saber la interacción de la **RE, AI** y **AP** con la hidrografía del área, se realizó un compendio de datos de corrientes y cuerpos de agua de los datos registrados por el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL). De acuerdo con esta revisión se observó que, dentro de la **RE, AI** y **AP** se localizan numerosos escurrimientos de tipo intermitente, así como cuerpos de agua intermitentes a manera de bordos; como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Figura 7. Hidrología superficial de la RE, AI y AP.

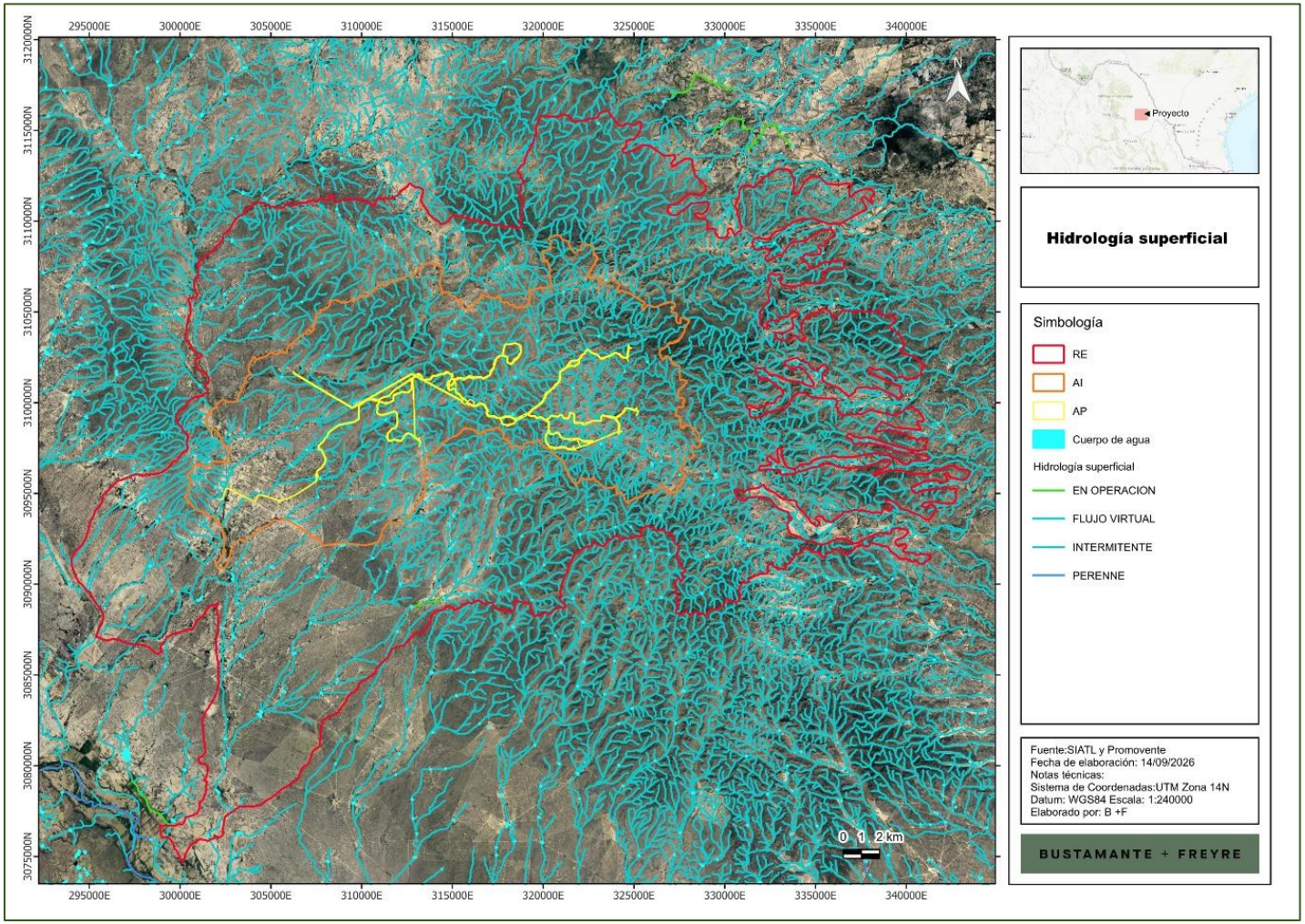
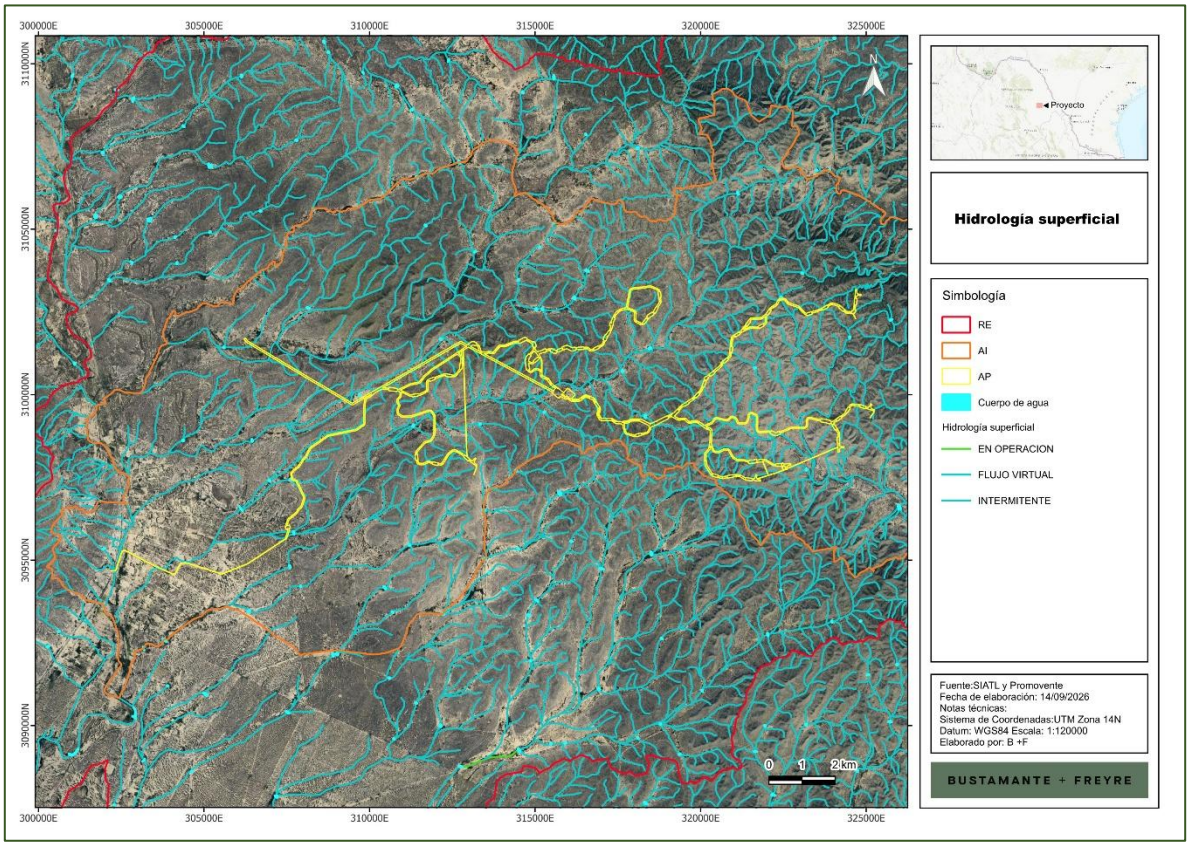


Figura 8. Hidrología superficial del AP.



III.1.7. Uso de suelo y vegetación

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII del **INEGI**, escala 1:250,000, la **RE** tienen incidencia en agricultura de temporal anual, desprovisto de vegetación, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, pastizal natural, pastizal cultivado y pastizal inducido; mientras que, el **AI** incide en agricultura de temporal anual, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, pastizal natural y pastizal cultivado; así mismo, conforme a esta cartografía el **AP** tendría incidencia en vegetación de matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo y matorral espinoso tamaulipeco. La ocupación en superficies por uso de suelo y vegetación (**USV**) se muestra en la siguiente tabla y figura.

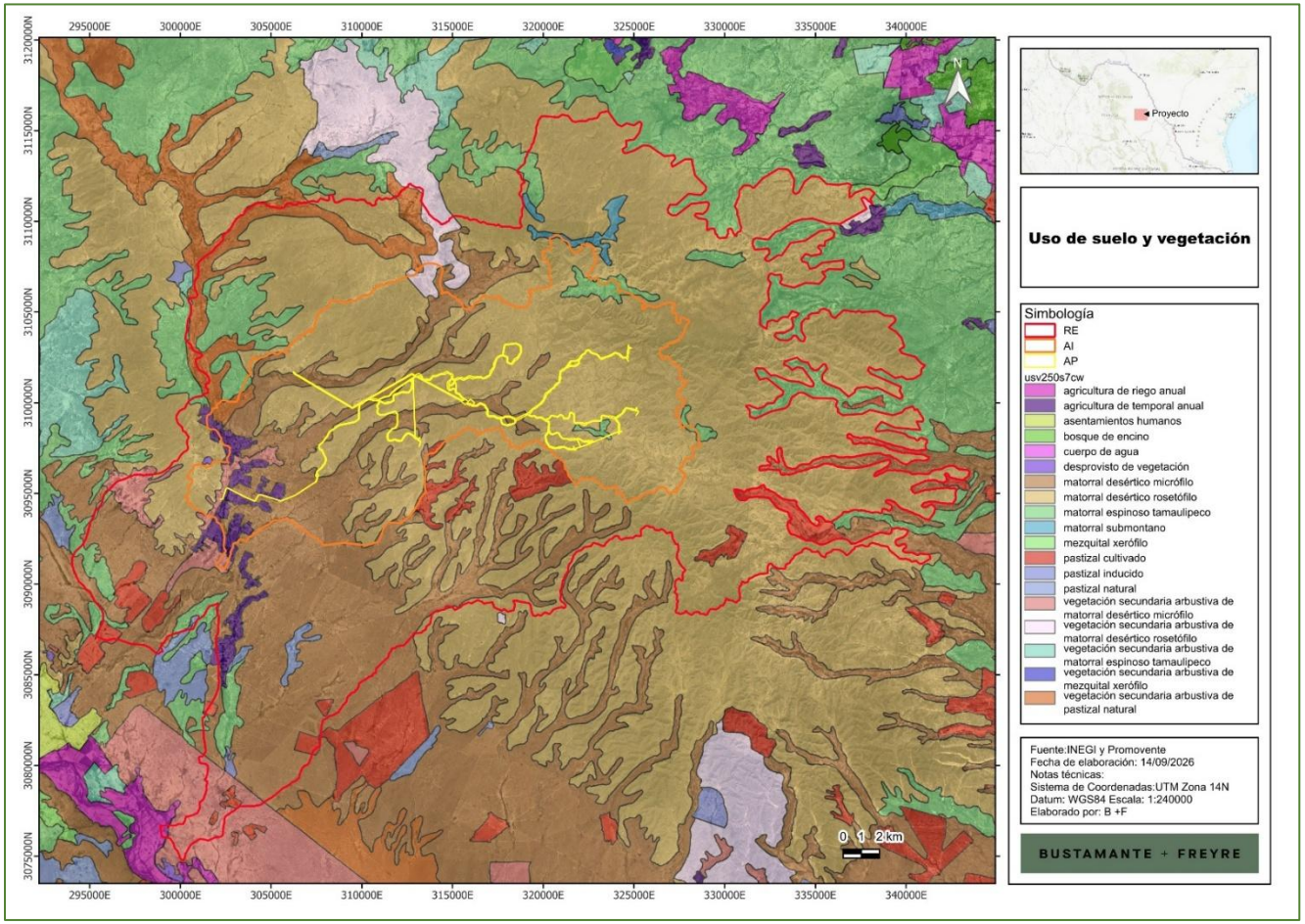
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 7. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI.

Uso de suelo y vegetación INEGI Serie VII	RE		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Agricultura de riego anual	25.1257	0.03%				
Agricultura de temporal anual	1,514.2381	1.60%	805.1722	2.95%	1.0501	0.26%
Desprovisto de vegetación	16.6919	0.02%				
Matorral desértico micrófilo	22,373.9619	23.70%	6,267.0025	22.98%	81.7663	20.56%
Matorral desértico rosetófilo	58,573.4246	62.05%	19,005.8786	69.69%	313.7158	78.89%
Matorral espinoso tamaulipeco	3,711.5585	3.93%	419.9435	1.54%	0.3020	0.08%
Matorral submontano	433.0194	0.46%	11.6533	0.04%		
Pastizal cultivado	2,217.3152	2.35%	41.4076	0.15%		
Pastizal inducido	64.0708	0.07%				
Pastizal natural	297.5657	0.32%				
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	2,056.2205	2.18%	321.1429	1.18%	0.8114	0.20%
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	700.0653	0.74%	194.8331	0.71%		
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	2,416.2300	2.56%	204.6310	0.75%		
Total	**94,399.4876**	100.00%	**27,271.6647**	100.00%	**397.6456**	100.00%

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 9. Uso de suelo y vegetación presente en la RE, AI y AP, de acuerdo con el INEGI.



No obstante, se señala que en ocasiones la cartografía del **INEGI** por la escala a la cual se presenta, en ciertas zonas no corresponde con el uso de suelo o tipo de vegetación existente, lo cual se pudo apreciar con el muestreo y recorridos realizados en el sitio; por lo tanto, se realizó la corrección del uso de suelo y vegetación a nivel del **AP**, conforme a las características observadas en los sitios de muestreo y recorridos realizados en campo, tomando como base el Conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del **INEGI**, a partir del cual se realizaron las correcciones en aquellas zonas en donde se detectó un uso de suelo o tipo de vegetación diferente al señalado por la cartografía. La superficie obtenida de acuerdo con esta reclasificación se muestra en las siguientes tablas y figura.

Tabla 8. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo.

Clave	Uso de suelo y vegetación campo	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
ADV	Desprovisto de Vegetación	16.6919	0.02%	-	-	-	-
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	22,106.0456	23.42%	5,204.6973	19.08%	53.5888	13.48%
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	67,793.1369	71.82%	20,939.4775	76.78%	342.1955	86.06%
MET	Matorral Espinoso Tamaulipeco	793.0161	0.84%	-	-	-	-
RA	Agricultura de Riego Anual	25.1262	0.03%	-	-	-	-
TA	Agricultura de Temporal Anual	1,514.2392	1.60%	806.3968	2.96%	1.0499	0.26%
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	2,151.2318	2.28%	321.0930	1.18%	0.8114	0.20%
	Total	**94,399.4877**	**100.00%**	**27,271.6647**	**100.00%**	**397.6456**	**100.00%**

De acuerdo con la tabla anterior, en el **AP** el principal tipo de vegetación presente es el matorral desértico rosetófilo, el cual se distribuye en el 86.06% de la superficie total; así mismo, se observa que la mayor parte de la superficie de cada área comprende vegetación forestal, en el caso del **AP** correspondiente a matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo con un total de 396.5957 ha equivalente al 99.74% de la superficie total del área del Proyecto; en el caso del AI la vegetación forestal se distribuye en el 97.04% de su superficie y en el caso de la RE corresponde al 97.51% de su superficie; como se precisa en la siguiente tabla.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 9. Superficies con vegetación forestal en la RE, AI y AP determinado en campo.

Clave	Uso de suelo y vegetación campo	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	22,106.0456	23.42%	5,204.6973	19.08%	53.5888	13.48%
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	67,793.1369	71.82%	20,939.4775	76.78%	342.1955	86.06%
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	2,151.2318	2.28%	321.0930	1.18%	0.8114	0.20%
Total		**92,050.4143**	**97.51%**	**26,465.2679**	**97.04%**	**396.5957**	**99.74%**

En la siguiente tabla se muestra el desglose del USV y la incidencia de componentes del Proyecto.

Tabla 10. Incidencia de los componentes del AP en el USV determinado en campo.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Elemento del Proyecto con el que incide	Superficie de incidencia (ha)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto	Forestal
MDM	Matorral desértico micrófilo	LMT Aérea	0.1753	0.04%	0.1753
MDR	Matorral desértico rosetófilo	LMT Aérea	2.4158	0.61%	2.4158
MDM	Matorral desértico micrófilo	LMT Subterránea	1.0611	0.27%	1.0611
MDR	Matorral desértico rosetófilo	LMT Subterránea	28.3771	7.14%	28.3771
MDM	Matorral desértico micrófilo	LT 400 y DDV	22.6836	5.70%	22.6836
MDR	Matorral desértico rosetófilo	LT 400 y DDV	30.9917	7.79%	30.9917
MDM	Matorral desértico micrófilo	Huella caminos	12.1856	3.06%	12.1856
MDR	Matorral desértico rosetófilo	Huella caminos	178.4531	44.88%	178.4531
TA	Agricultura de Temporal Anual	Huella caminos	0.2098	0.05%	-
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	Huella caminos	0.1547	0.04%	0.1547
MDR	Matorral desértico rosetófilo	Plataformas	58.2607	14.65%	58.2607
MDM	Matorral desértico micrófilo	SET	6	1.51%	6
MDM	Matorral desértico micrófilo	Instalaciones Temporales	5.0113	1.26%	5.0113
MDR	Matorral desértico rosetófilo	Instalaciones Temporales	0.5028	0.13%	0.5028
MDM	Matorral desértico micrófilo	Caminos	6.4719	1.63%	6.4719
MDR	Matorral desértico rosetófilo	Caminos	43.1943	10.86%	43.1943
TA	Agricultura de Temporal Anual	Caminos	0.8403	0.21%	-
VS/MDM	Vegetación secundaria de Matorral Desértico Micrófilo	Caminos	0.6567	0.17%	0.6567
		Total	**397.6458**	**100.00%**	**396.5957**

En las siguientes figuras se muestra la distribución de los usos de suelo y vegetación en la **RE**, **AI** y **AP**, conforme a la reclasificación de campo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 10. Uso de suelo y vegetación de campo en la RE, AI y AP.

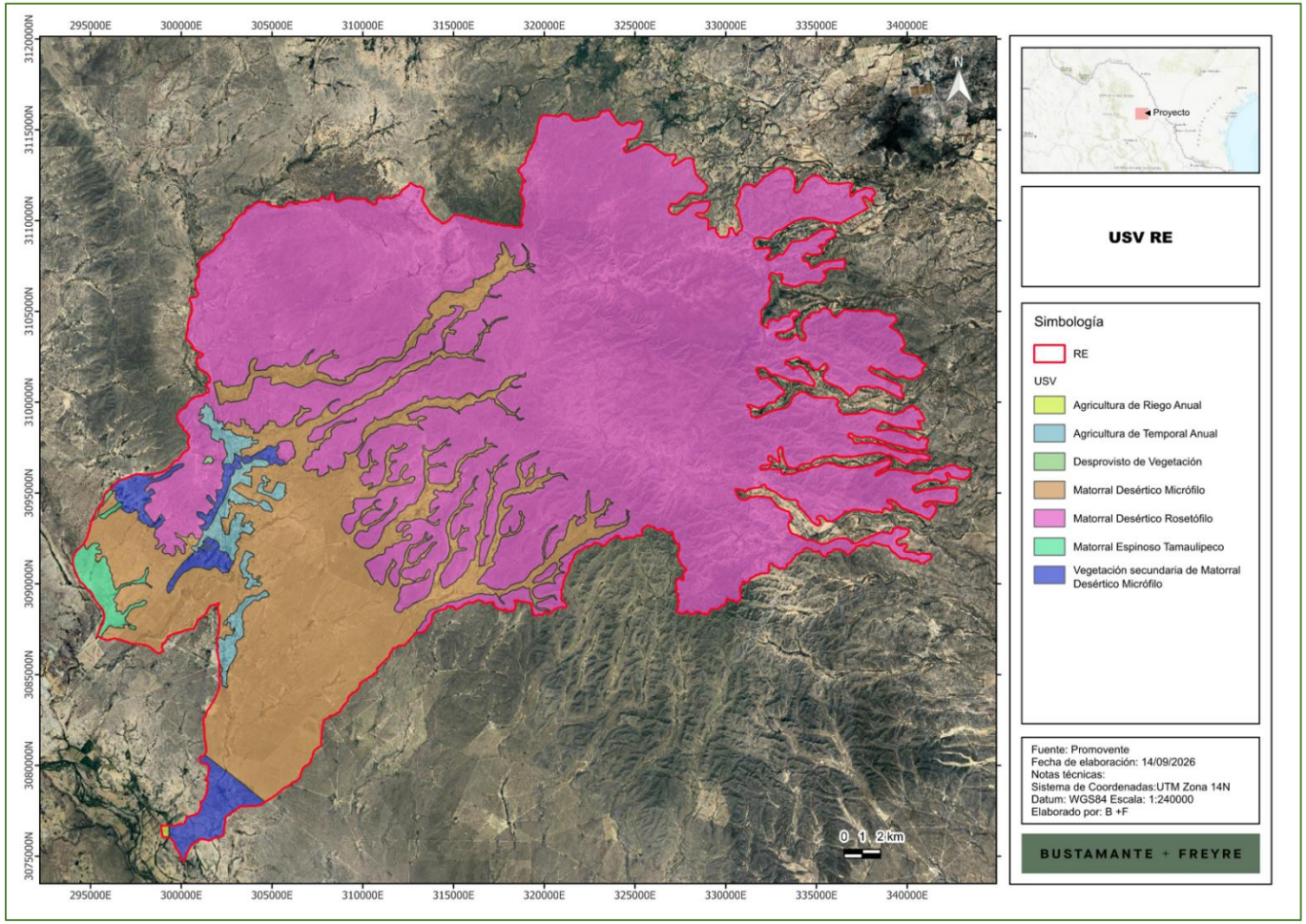


Figura 11. Uso de suelo y vegetación de campo en el AI.

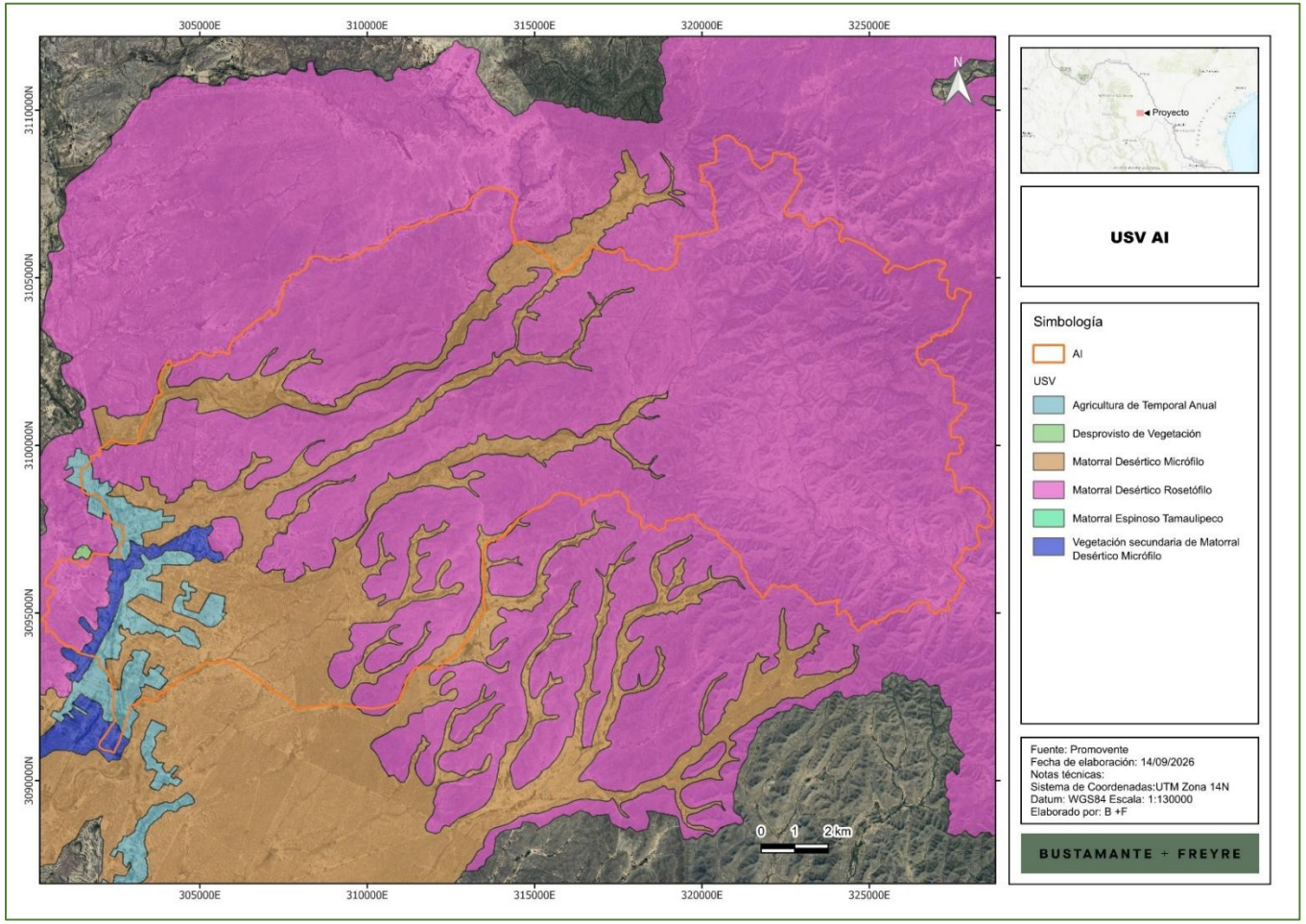
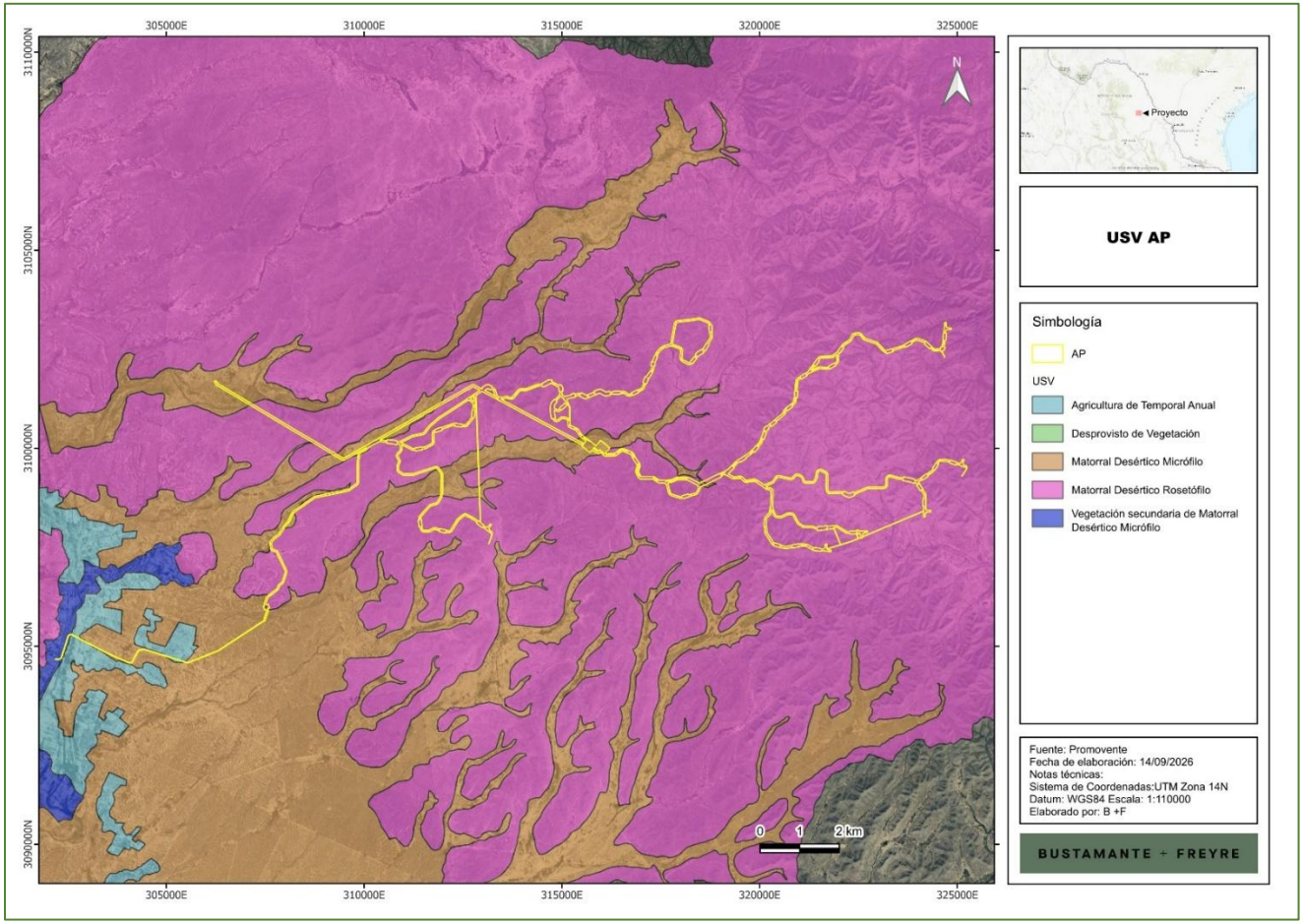


Figura 12. Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del AP.

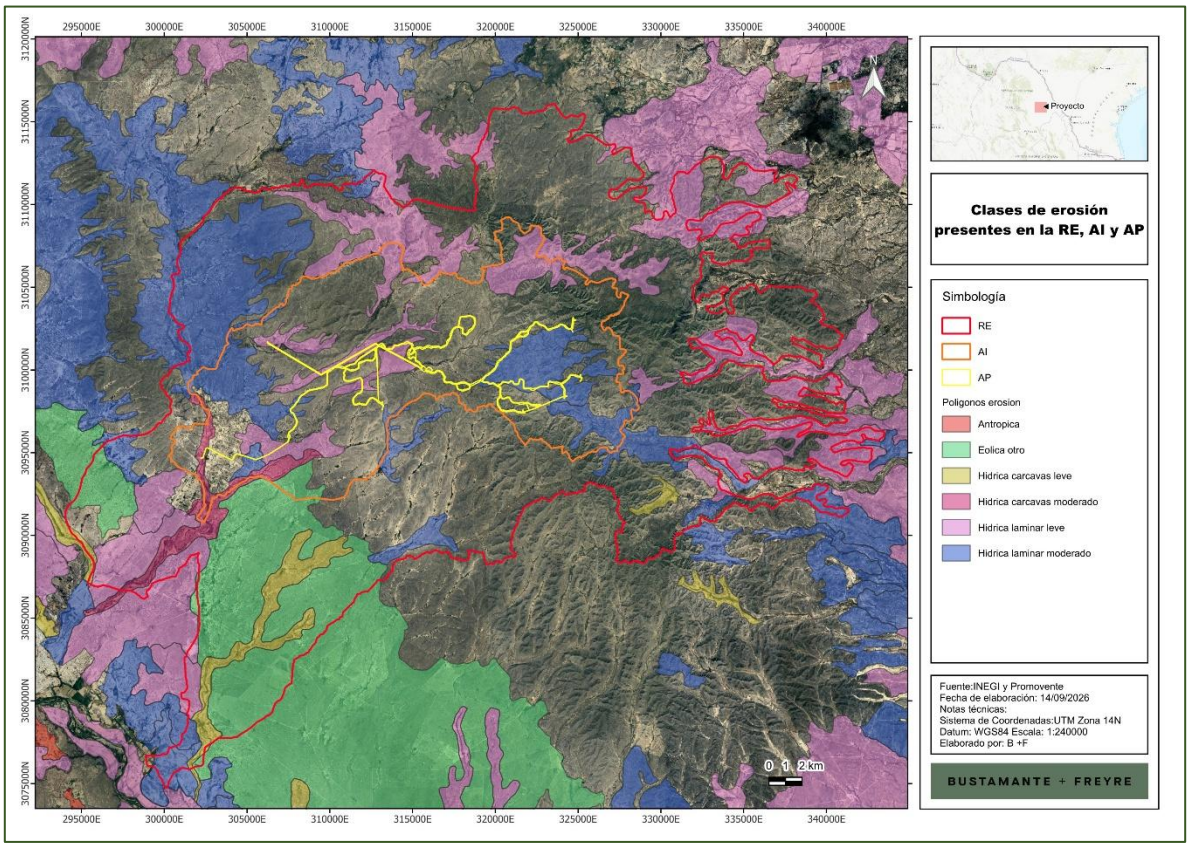


III.2. Procesos erosivos identificados por INEGI y SEMARNAT

De acuerdo con el Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I (**INEGI**, 2013), la mayor parte de la **RE, AI** y **AP** se encuentran en áreas sin erosión, así como en áreas con erosión hídrica laminar en diferentes grados.

Específicamente la **RE** y **AI** se encuentra en áreas con erosión hídrica laminar en grado leve, moderado y fuerte, así mismo se encuentran algunas áreas con erosión eólica, erosión en cárcavas y erosión en surcos; mientras que, el **AP** se encuentra sobre áreas con erosión hídrica laminar leve y moderada, principalmente, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 13. Clases de erosión presentes en la RE, AI y AP.



En la siguiente tabla se muestra la distribución de la superficie según el tipo, la forma y el grado de erosión en las áreas RE, AI y AP. En términos generales, predomina la categoría sin erosión, la cual representa 50,878.88 ha, equivalentes al 53.90 % de la RE; 16,684.13 ha, correspondientes al 61.18 % del AI; y 276.39 ha, que constituyen el 69.51 % del AP. Estos resultados indican que la mayor parte de las tres áreas conserva condiciones relativamente estables, con una mayor proporción de terrenos sin procesos erosivos dentro del AP.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En la RE, los terrenos con algún tipo de erosión representan en conjunto el 46.10 % de la superficie. La erosión hídrica laminar constituye el proceso más importante, principalmente en grado leve, con 14,444.99 ha, equivalentes al 15.30 %, seguida del grado moderado, con 12,772.62 ha y 13.53 %. La erosión eólica clasificada bajo la forma "otro" también presenta una participación relevante, al ocupar 10,289.65 ha, correspondientes al 10.90 %. En contraste, la erosión hídrica en cárcavas presenta una distribución menor: 2.32 % en grado leve y 1.72 % en grado moderado. La erosión laminar fuerte solamente representa el 2.33 %.

Dentro del AI, el 38.82 % de la superficie presenta alguna manifestación de erosión. Al igual que en la RE, predomina la erosión hídrica laminar, particularmente en grado moderado, con 4,670.69 ha y 17.13 %, seguida del grado leve, con 3,566.17 ha y 13.08 %. La erosión laminar fuerte comprende 1,257.09 ha, equivalentes al 4.61 %, mientras que las cárcavas moderadas ocupan 717.68 ha y representan el 2.63 %. La erosión eólica tiene una presencia limitada, con 375.91 ha, correspondientes al 1.38 %. No se registró superficie con erosión hídrica en cárcavas de grado leve.

En el AP, la superficie con erosión representa el 30.49 %, por lo que esta área presenta la menor proporción relativa de terrenos afectados. La principal condición erosiva corresponde a la erosión hídrica laminar moderada, con 66.37 ha, equivalentes al 16.69 %, seguida de la erosión laminar leve, con 49.86 ha y 12.54 %. La erosión laminar fuerte y las cárcavas moderadas tienen una presencia marginal, con 1.05 % y 0.21 %, respectivamente. No se registraron superficies con erosión eólica ni con cárcavas de grado leve.

En conjunto, los resultados evidencian que la erosión hídrica laminar es el proceso erosivo de mayor extensión en las tres áreas analizadas. Asimismo, se observa una disminución progresiva de la proporción total de terrenos erosionados desde la RE hacia el AP: 46.10 %, 38.82 % y 30.49 %, respectivamente. No obstante, dentro de las superficies afectadas del AI y del AP adquiere mayor importancia la erosión laminar moderada, por lo que estas zonas deberán considerarse prioritarias para la aplicación de medidas preventivas de conservación de suelos, especialmente aquellas orientadas a reducir el escurrimiento superficial, mantener la cobertura vegetal y evitar el incremento de la severidad de los procesos erosivos.

Tabla 11. Superficie por clase, tipo, forma y grado de erosión.

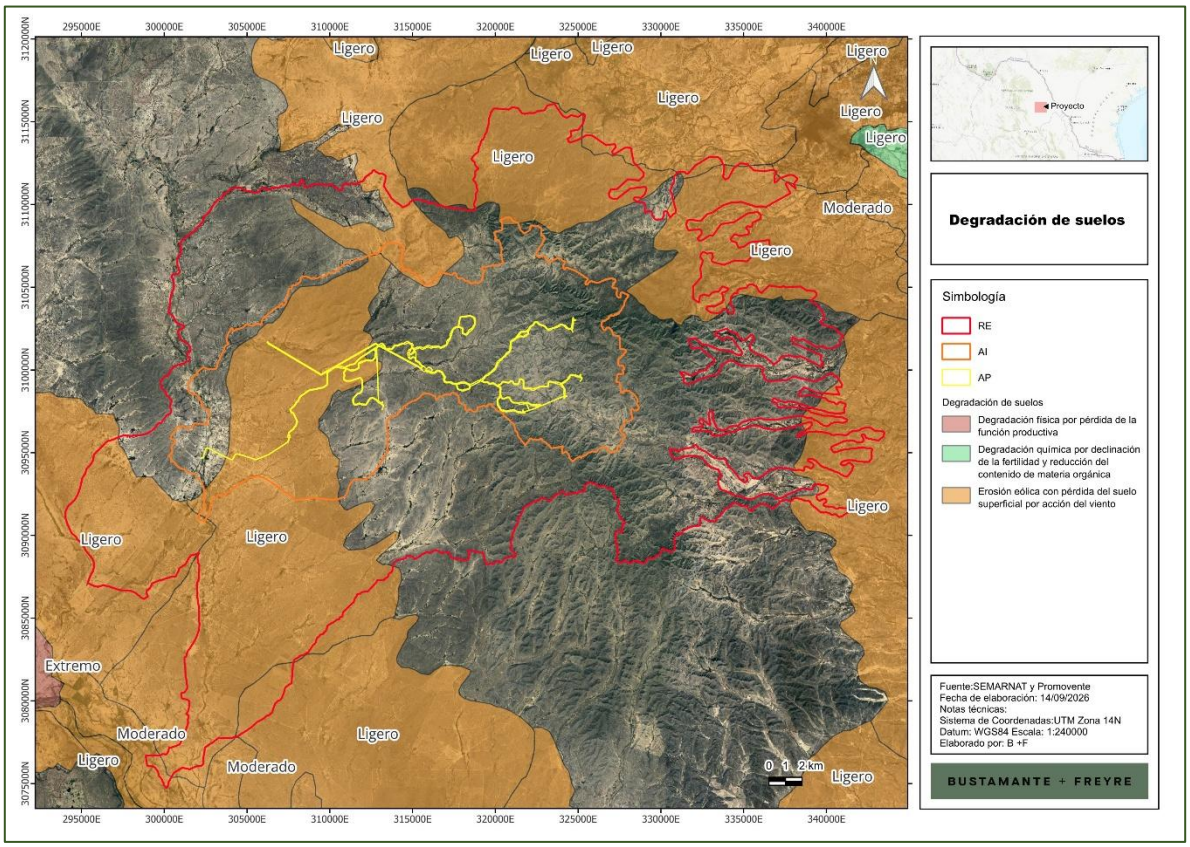
Tipo	Forma	Grado	RE		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
Eólica	otro	n/a	10,289.8543	10.90%	375.9134	1.38%		
Hídrica	cárcavas	leve	2,190.6675	2.32%				
Hídrica	cárcavas	moderado	1,626.3339	1.72%	717.6774	2.63%	0.8351	0.21%
Hídrica	laminar	Fuerte	2,196.1412	2.33%	1,257.0942	4.61%	4.1949	1.05%
Hídrica	laminar	leve	14,444.9913	15.30%	3,566.1674	13.08%	49.8633	12.54%

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tipo	Forma	Grado	RE		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
Hídrica	laminar	moderado	12,772.6197	13.53%	4,670.6867	17.13%	66.3665	16.69%
Sin erosión	-	-	50,878.8798	53.90%	16,684.1256	61.18%	276.3858	69.51%
Total			**94,399.4877**	**100.00%**	**27,271.6647**	**100.00%**	**397.6456**	**100.00%**

Por otro lado, de acuerdo con la cartografía Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 de la SEMARNAT (2004[1]), se observa que, en la **RE**, **AI** y **AP** se encuentran en polígonos en donde se identifica erosión eólica con pérdida de suelo superficial por acción del viento, en grado ligero en su mayor parte, cuyas causas principales son el sobrepastoreo, deforestación y remoción de la vegetación, y las actividades agrícolas, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 14. Degradación de suelos en la RE, AI y AP.



[1] SEMARNAT en CONABIO. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/dsuelo/degra250kgw

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.3. Metodología para la estimación de la erosión hídrica

La erosión hídrica por lluvia comienza cuando el suelo es privado de su cobertura vegetal por deforestación, quema, sobrepastoreo y labranza. Las gotas de lluvia impactan en el suelo desnudo y rompen sus agregados, los cuales además de ser más fácilmente arrastrados por los escurrimientos, tapan los microporos del suelo, reduciendo con ello la infiltración del agua. El agua que no llega a infiltrarse escurre sobre la superficie y sigue la topografía arrastrando suelo superficial. La vulnerabilidad de los suelos a la erosión hídrica depende del tipo de cobertura vegetal (cultivo, pastizal, etc.); de las características de la lluvia (intensidad y frecuencia); de la topografía (inclinación, forma y longitud de pendientes); y del tipo de suelo (porosidad, porcentaje de materia orgánica, textura y profundidad) (Carabias *et al.*, 1998).

A continuación, se presenta el cálculo de la pérdida de suelo mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo tanto en el RE como en el AI y AP.

III.3.1. Determinación de la Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica mediante el uso de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE)

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (*Wischmeier y Smith, 1962*), se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$A = R * K * L * S * C$$

Donde:

A, representa el valor promedio de las pérdidas de suelo anuales (Tm/ha, año) en función de un índice de erosividad de la lluvia R, la erosibilidad del suelo K, un factor de relieve LS, un factor de cubierta vegetal.

R, factor de erosividad, recoge la influencia que sobre la erosión tiene la energía cinética de los aguaceros, disgregando las partículas del suelo y compactando su superficie, y su intensidad máxima, determinando la aparición de escorrentía superficial cuando se supera la capacidad de infiltración.

K, la erosionabilidad, o vulnerabilidad del suelo a la erosión, es una característica propia del suelo ligada a su granulometría, porosidad, condiciones hidrológicas, etcétera, y expuesta a unas determinadas condiciones de clima, relieve y cobertura vegetal.

L, factor de longitud de ladera, definido como el cociente entre la tasa de erosión anual de una parcela con una longitud de ladera determinada, y la tasa de erosión de esa parcela con las mismas condiciones de clima (R), suelo (K), pendiente (S) y vegetación (C), y de longitud de ladera igual a 22.13 metros que corresponde a la parcela estándar.

S, el factor de pendiente, definido como el cociente entre la tasa de erosión de una determinada parcela con una pendiente *s* y la tasa de erosión de esa parcela con las

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

mismas condiciones de R, K, L y C pero con una pendiente del 9% considerada como estándar.

C, factor de cubierta; la cubierta vegetal es el elemento natural de protección del suelo frente a la fuerza erosiva de las precipitaciones, controlando no sólo la energía con la que llegan las gotas de lluvia a la superficie del suelo, sino la velocidad de la escorrentía superficial.

Según MESEN (2009), el producto de los primeros factores (R, K, L y S) es el potencial erosivo inherente en el sitio; eso es, la perdida de suelo que ocurriría en la ausencia de cualquier cobertura vegetal (C). El último factor reduce esta pérdida potencial.

Para el desarrollo de la fórmula de la Ecuación universal de pérdida de suelo (USLE) se tomó de base lo descrito en: *Montes-León, M.A.L., Uribe-Alcántara, E.M. & García-Celis, E*. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería Hidráulica de México. Vol. II, No. 1, enero-marzo, 2011, pp. 5-17. Información disponible en la página web

www.scielo.org.mx/pdf/tca/v2n1/v2n1a1.pdf.

III.3.1.1. Factor R

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que incida el potencial erosivo de las precipitaciones (Montes-León et al., 2011).

A partir de la precipitación media anual registrada por las estaciones señaladas anteriormente, se aplicó la ecuación de erosividad de la región número 4, donde se ubica el RE, AI y AP (ver Figura y Tabla), determinada por Cortés (*Becerra, 1997*).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura. 1. Regionalización Nacional de factor R (Becerra, 1997)

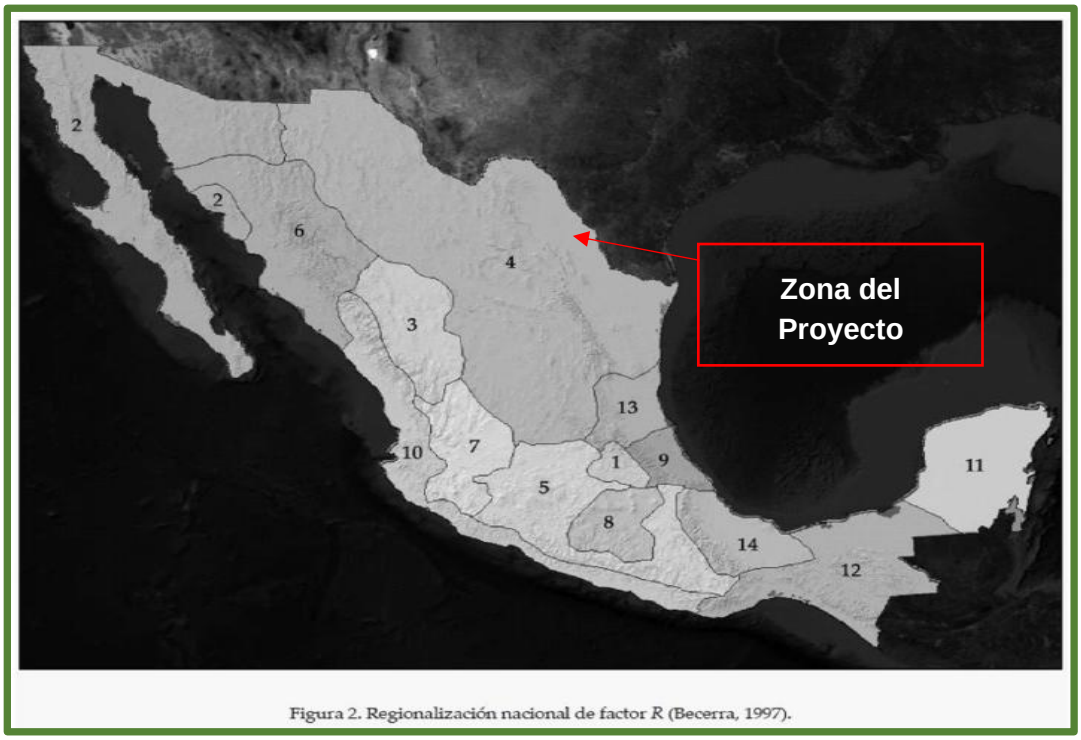


Figura 2. Regionalización nacional de factor *R* (Becerra, 1997).

Tabla 12. Ecuaciones regionalizadas para la República Mexicana (Becerra, 1997).

REGIÓN	ECUACIÓN
1	$1.2078*P+0.002276*P^2$
2	$3.4555*P+0.006470*P^2$
3	$3.6752*P-0.001720*P^2$
4	$\mathbf{2.8959*P+0.002983*P^2}$
5	$3.4880*P-0.000188*P^2$
6	$6.6847*P+0.001680*P^2$
7	$(-0.0334) * P+0.0061*P^2$
8	$1.9967*P+0.003270*P^2$
9	$7.0458*P-0.002096*P^2$
10	$6.8938*P+0.000442*P^2$

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

REGIÓN	ECUACIÓN
11	$3.7745*P+0.004540*P^2$
12	$2.4619*P+0.006067*P^2$
13	$10.7427*P-0.001008*P^2$
14	$1.5005*P+0.002640*P^2$

III.3.1.2. Factor K

El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erosionabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por:

1. el salpicado de las gotas durante un evento de lluvia,
2. el flujo superficial o
3. por la acción de ambos fenómenos.

Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erosionabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (*Montes, 2002*).

Se utilizó la metodología propuesta por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación); el cual permite estimar el factor K a partir de la clasificación del tipo de suelo y la textura superficial (gruesa, media o fina) y así asignar dicho valor, el cual se representa en la tabla siguiente.

Tabla 13. Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB.

Orden	Textura			Clasificación WRB	
	G	M	F	Nombre	Símbolo
AC	0.026	0.04	0.013	Acrisol	AC
AL	0.026	0.04	0.013	Alisol	AL
AN	0.026	0.04	0.013	Andosol	AN
AR	0.13	0.02	0.007	Arenosol	AR
CH	0.13	0.02	0.007	Calcisol	CL

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Orden	Textura			Clasificación WRB	
	G	M	F	Nombre	Símbolo
CL	0.053	0.079	0.026	Cambisol	CM
CM	0.026	0.04	0.013	Chernozem	CH
DU	0.053	0.079	0.026	Durisol	DU
FL	0.026	0.04	0.013	Fluvisol	FL
FR	0.013	0.02	0.007	Ferralsol	FR
GL	0.026	0.04	0.013	Gleysol	GL
GY	0.053	0.079	0.026	Gypsisol	GY
HS	0.053	0.02	0.007	Histosol	HS
KS	0.026	0.04	0.013	Kastanozem	KS
LP	0.013	0.02	0.007	Leptosol	LP
LV	0.026	0.04	0.013	Lixisol	LX
LX	0.013	0.02	0.007	Luvisol	LV
NT	0.013	0.02	0.007	Nitisol	NT
PH	0.013	0.02	0.007	Phaeozem	PH
PL	0.053	0.079	0.026	Planosol	PL
PT	0.026	0.04	0.013	Plinthosol	PT
RG	0.026	0.04	0.013	Regosol	RG
SC	0.026	0.04	0.013	Solonchak	SC
SN	0.053	0.04	0.013	Solonetz	SN
UM	0.026	0.04	0.013	Umbrisol	UM
VR	0.053	0.079	0.026	Vertisol	VR

Para la determinación de este factor se empleó la información edafológica del INEGI: Escala 1:250,000, Serie II (Continuo Nacional), información actualizada durante el periodo 2002-2020 (INEGI, 2007). Como se puede apreciar en el capítulo IV de la MIA-R dentro del RE,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

AI y AP hay diferentes tipos de suelo, por lo cual, se estimó la media ponderada del valor de K:

$$X_{factor\ K} = (Superficie\ Suelo_1 * Factor\ K) + (Superficie\ Suelo_2 * Factor\ K) + (Superficie\ Suelo_n * Factor\ K) / Superficie\ total\ del\ RE, AP, AI$$

III.3.1.3. Factor LS

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (L) y grado de pendiente (S).

Primeramente, se determinó el factor L y posteriormente el S, para luego obtener el producto de ambos. Para estimar el factor de L se usó la siguiente expresión:

$$L = (X / 22.13)^m$$

Dónde:

X, longitud del terreno (m).

m = β / (1+β).

β = (sen θ / 0.0896) / [3(sen θ)$^{0.8}$ + 0.56].

θ = pendiente del terreno.

Para obtener la pendiente del terreno se obtiene con la siguiente fórmula (*Martínez,2005*):

$$S = ((Hf – Hi) / L) *100$$

Dónde:

s =pendiente media del terreno.

Hf= altura más alta del terreno en metros.

Hi= altura más baja del terreno en metros.

L = longitud del terreno en metros.

El valor de ***s*** se convierte a una unidad de ángulo mediante la siguiente fórmula:

$$Pendiente\ (Unidad\ de\ ángulo) = Arcotangente\ (Pendiente\ (\%) / 100)$$

Cabe mencionar que la función Arcotangente se expresa en radianes, de modo que al usar el valor en radianes en la fórmula de β para la función de seno primeramente se tiene que multiplicar por π (3.1416) y dividir entre 180 para convertir las unidades a grados sexagesimales.

Se obtiene el valor de β:

$$\beta = (sen\ (\theta * \pi / 180) / 0.0896) / (3.0\ (\theta * \pi / 180)^{0.8} + 0.56)$$

Se sustituye en la fórmula de m:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

$$m = (\beta / (1 + \beta)$$

Y se procede a calcular L:

$$L = (X / 22.13)^{m}$$

Para el cálculo del factor S de pendiente, definido como el cociente entre la tasa de erosión de una determinada parcela con una pendiente ***s***, se evalúa de acuerdo con las expresiones siguientes:

$$S = 10.8 \, Sen (\theta/180) + 0.03 \text{ si es } S \leq 9\%$$

$$S = 16.8 \, Sen (\theta/180) + 0.50 \text{ si es } S > 9\%$$

Finalmente se realiza el producto LS para obtener el resultado asociado con dicho factor (*Renard, 1997*):

$$LS = (L) * (S)$$

III.3.1.4. Factor C

La cubierta vegetal comprende la vegetación y tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de las partículas del suelo ya que brinda protección contra acción de los agentes erosivos. Una cubierta vegetal abundante reduce la erosión a límites aceptables. La eficiencia de la vegetación para reducir la erosión depende de la altura y continuidad de la cubierta vegetal aéreo, de la densidad de cobertura en el suelo y de la densidad de raíces (*Figueroa et al., 1991*).

Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 (correspondiente a un terreno protegido) y a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección) (*Montes-León et al., 2011*). En la Tabla siguiente se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo.

Tabla 14. Factor para vegetación y/o uso de suelo (Montes-Léon et al, 2011).

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarin	0.01	Pastizal gipsofilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.1	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.1	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de tascate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.5
Manglar	0.1	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
Matorral de coníferas	0.2	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico rosetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.1
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarco crausicaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Tabla 15. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Uso y Tipo de Suelo	Muy permeable	Medianamente permeable	Poco permeable
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbre o rotación en pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% - Regular -	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.3
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3

Derivado que, en el RE, AP y AI existen varios tipos de usos y vegetación se utilizó la fórmula de la media ponderada para el cálculo del factor C.

$$X_{factor\ C} = (Superficie\ Vegetación_1 * Factor\ C) + (Superficie\ Vegetación_2 * Factor\ C) + (Superficie\ Vegetación_n * Factor\ C) / Superficie\ total\ del\ RE, AP, AI$$

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

III.3.2. Clasificación de la erosión hídrica

De acuerdo con la clasificación descrita por *Montes-León et al. (2011)* la erosión hídrica que se presenta en un área puede clasificarse por el rango que presenta en la tasa de erosión, tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 16. Clasificación de erosión.

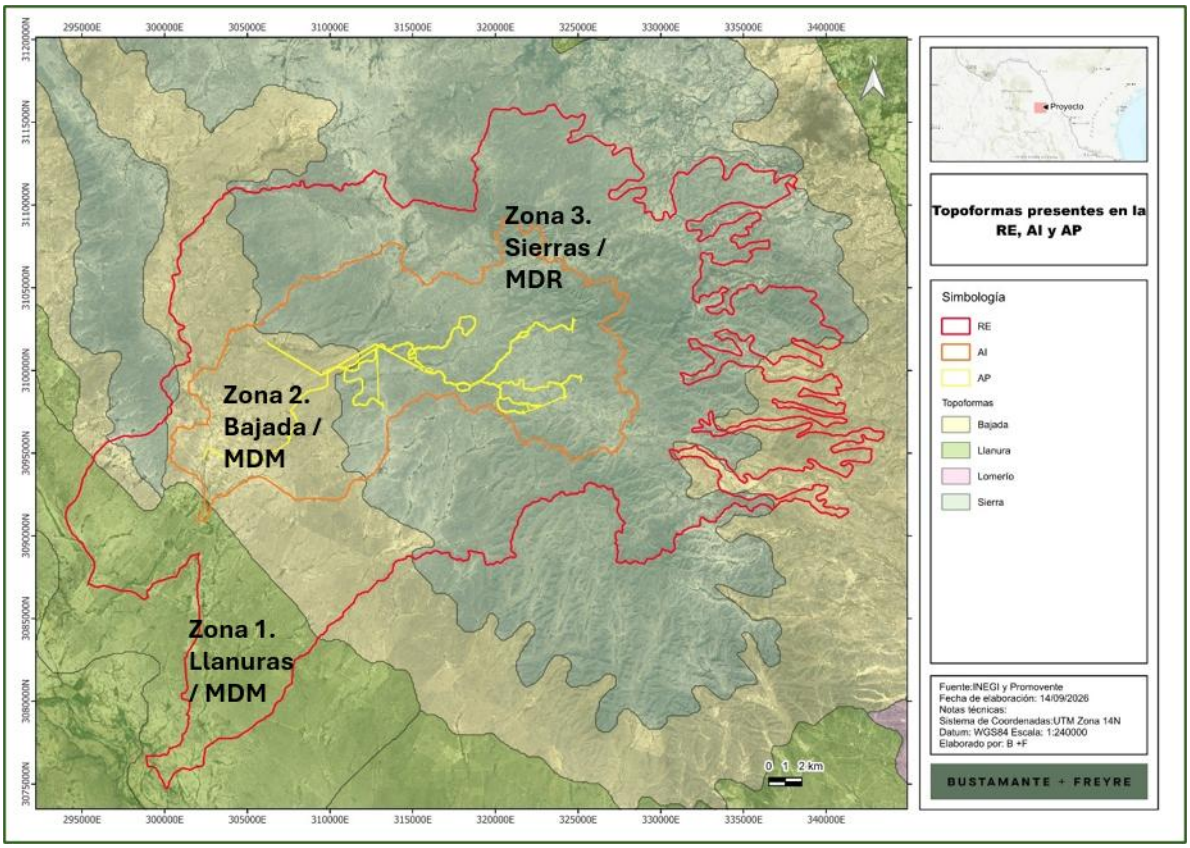
TIPO	RANGO (ton/ha/año)	CLASIFICACIÓN
1	<50	Baja
2	50-100	Media
3	100-150	Considerable
4	150-200	Alta
5	200-250	Muy alta
6	>250	Extrema

III.3.3. Definición de unidades espaciales para la estimación de la erosión

La estimación de la erosión hídrica se realizó por zonas homogéneas, las cuales se delimitaron con base en el relieve, pendiente y uso de suelo predominante, mejor definidas por la cartografía de topoformas del INEGI y la uso de suelo y vegetación determinado en campo, dado que, estas son variables que influyen en la estimación de la erosión, lo anterior, puesto que la **RE**, **AI** y **AP** se encuentran en un área extensa que no presenta condiciones homogéneas o similares para estas variables en todo el territorio. Dichas zonas son las que se muestran en la siguiente figura y tabla.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura 15. Topoformas presentes en la RE, AI y AP.



En la siguiente tabla se muestran las superficies por zona para estimación de erosión en donde se evidencia la dominancia de sierra compleja con lomerío en las 3 áreas de estudio.

Tabla 17. Superficies por topoformas.

Clave zona	Descripción de la zona	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
3. Sierra / MDR	Sierra compleja con lomerío con dominancia de vegetación de MDR, pendientes entre 0 y 46° y las mayores altitudes de la RE, AI y AP, alcanzando hasta 726 msnm.	58,792.1484	62.28%	18,727.0649	68.67%	322.8927	81.20%
2. Bajada / MDM	Bajada con lomerío con dominancia de vegetación de MDM, pendientes entre 0 y 30° y altitudes menores a 600 msnm.	24,163.2223	25.60%	8,494.9954	31.15%	74.7529	18.80%
1. Llanura / MDM	Llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado, dominancia de vegetación de MDM, pendientes menores a	11,444.1170	12.12%	49.6044	0.18%	0	0.00%

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clave zona	Descripción de la zona	RE		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
	20° y altitudes menores a 500 msnm.						
Total		94,399.4877	100.00%	27,271.6647	100.00%	397.6456	100.00%

Por lo tanto, al realizar la intersección de las zonas para estimación de erosión con los tipos de suelo y textura, así como los usos de suelo y vegetación se tendrían las siguientes superficies, las cuales fueron empleadas en la memoria de cálculo que se anexa a este estudio.

Tabla 18. Superficies de USV por zona.

Zona	CLAVE	RE	AI	AP
2. Bajada	ADV	16.6919		
	MDM	9,630.1976	3,777.1261	32.1684
	MDR	12,881.1186	3,641.1570	40.7230
	MET	31.6331	0.0000	
	TA	998.8122	790.8271	1.0501
	VS/MDM	604.7685	285.8853	0.8114
	VS/MDR	0.0000	0.0000	
1. Llanura	MDM	8,682.1134	0.0000	
	MDR	84.4475	0.0000	
	MET	760.2517	0.0000	
	RA	25.1262	0.0000	
	TA	515.4265	14.3468	
	VS/MDM	1,376.7517	35.2576	
3. Sierra	MDM	3,793.7345	1,428.1145	21.4203
	MDR	54,827.5716	17,298.9503	301.4724
	MET	1.1311		
	VS/MDM	169.7116		
	VS/MDR	0.0000		
Total general		**94,399.4877**	**27,271.6647**	**397.6456**

Tabla 19. Superficies de tipo de suelo y textura por zona.

Zona	Grupo1	Clase_tex	RE	AI	AP
2. Bajada	**CL**	Media	4,992.5084	2,055.4912	6.1468
		Fina	2,999.6764	1,993.7976	9.8183
	KS	Media	1,257.8156	973.9242	20.3117
	LP	Gruesa	734.8494	0.0000	
		Media	5,793.5445	2,403.4112	38.4762
	LV	Media	2,813.5401	0.0000	
	PH	Media	2,553.2720	701.8717	
	RG	Media	2,143.8176	0.0000	
		Fina	874.1980	366.4997	
1. Llanura	**CH**	Fina	150.8939	0.0000	
	CL	Media	2,686.8500	49.4609	
		Fina	2,227.9689	0.1435	
	LP	Media	49.2704	0.0000	
	LV	Media	4,802.0876	0.0000	
	RG	Media	532.2551	0.0000	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Zona	Grupo1	Clase_tex	RE	AI	AP
		Fina	11.9860	0.0000	
	VR	Fina	982.8049	0.0000	
3. Sierra	CL	Media	11,536.8217	2,507.0586	10.8748
		Fina	113.3712	0.0000	
	KS	Media	709.1883	247.6931	3.8116
	LP	Gruesa	2,389.9231	0.0000	
		Media	42,639.4683	15,507.7743	303.7688
	PH	Media	7.2276	0.0000	
	RG	Media	1,004.2481	464.5386	4.4375
		Fina	391.9004	0.0000	
Total general			**94,399.4877**	**27,271.6647**	**397.6456**

III.4. Metodología para la estimación de la erosión eólica

La erosión eólica es el desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento. El viento es un eficaz agente de erosión capaz de arrancar, levantar y transportar partículas, sin embargo, su capacidad para erosionar rocas compactadas y duras es limitada. En el fenómeno de erosión eólica, es determinante la superficie sobre la que actúa el viento. Su alteración no se limita a puntos o áreas limitadas como ocurre con la erosión hídrica, la acción del viento se ejerce sobre la totalidad de la superficie (*López, 2012*). Este fenómeno se presenta de manera predominante en las zonas áridas y semiáridas, aunque también se presenta en las regiones con escasa o nula vegetación durante la estación seca (*Carabias et al., 1998*).

En seguida se describe la metodología empleada para estimar la erosión eólica que se presenta tanto en RE, AP y AI.

Los factores que afectan a la erosión eólica son clima, suelo y vegetación. La topografía parece ser no muy importante, aunque la longitud de la superficie erosionable tiene gran influencia en movimiento del suelo.

Clima. - Los factores climáticos que tienen influencia en la erosión eólica son precipitación pluvial, temperatura y viento (humedad, viscosidad y densidad del aire). La distribución de la lluvia y su efecto en la humedad del suelo son de importancia básica en el movimiento. La evaporación y la transpiración son influenciadas por viento, humedad relativa y temperatura. Estos procesos disminuyen la humedad del suelo y que al secarse resulta más propenso a la erosión eólica. Las características del viento que afectan a la erosión eólica son: velocidad, duración, dirección y turbulencia.

Suelo. – Los factores del suelo que son afectados por erosión eólica son textura, estructura y densidad de partículas, densidad aparente, materia orgánica, contenido de humedad y coeficiente de rugosidad. La rugosidad cambia en los sistemas de labranza y la formación de costras disminuye la rugosidad, pero tiende a reducirse el movimiento del suelo debido al viento.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Vegetación. – Los factores de la vegetación que influyen en el proceso erosivo son altura y densidad de la cobertura, tipo de vegetación y distribución en el año. La presencia de raíces y residuos de cosecha son muy efectivos para reducir la erosión.

Considerando que el viento es el agente que causa la erosión es necesario definir como se mueve el viento para tratar de definir su poder erosivo.

Para conocer la pérdida de suelo que ocurre por el factor eólico en el RE fue necesario adaptar distintas ecuaciones planteadas por diversos autores (Entre ello W. H. Wischmeier y D.D. Smith en 1965; E. L. Skidmore y N. P. Woodruff en 1968).

Fue necesario calcular primero los siguientes valores:

- **PECRE** - Periodo de crecimiento (días con lluvia al año).
- **IAVIE** - Índice de agresividad del viento.
- **CATEX** - Calificación de textura y fase.
- **CAUSO** - Calificación por uso de suelo.

La fórmula para calcular la erosión eólica en ton/ha/año es:

$$Erosión\ eólica = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Obtención del periodo de crecimiento (**PECRE**), que se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo. La fórmula es la siguiente:

$$PECRE = 0.2408\ (Precipitación) – 0.0000372\ (Precipitación)^2 – 33.1019$$

Con el periodo de crecimiento, se calculó el "índice de agresividad del viento" (**IAVIE**), mediante la siguiente fórmula:

$$IAVIE = 160.8252 – 0.7660\ (PECRE)$$

La calificación de textura y fase (**CATEX**); de las texturas, se consideraron los tres tipos (en caso, de estar presentes) y de las fases sólo se tomaron en cuenta la gravosa y la pedregosa. Los valores atribuidos a las fases y texturas del suelo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 20. Fases y texturas de suelos.

CATEX	Textura y fase
0.2	Gruesa
0.3	Media
0.1	Fina

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

CATEX	Textura y fase
0.5	Fase pedregosa o gravosa

El CAUSO se obtuvo conociendo los valores de calificación por cambio de uso de suelo y realizando también, un promedio ponderado, donde se incluyeron todos los tipos de vegetación presentes en la RE, AP, AI. A continuación, se presentan los valores de CAUSO para cada tipo de vegetación.

Tabla 21. Valores de CAUSO por tipo de vegetación**.**

CAUSO	Vegetación
0.8	Agrícola
0.1	Bosque
0.12	Pastizal o pradera
0.11	Pastizal inducido
0.15	Matorral
0.4	Sin vegetación aparente
0.13	Vegetación secundaria (otras coberturas vegetales)
0.05	Humedal
0	Área urbana, asentamientos humanos, cuerpos de agua

$$CAUSO = (CAUSO\ tipo\ de\ vegetación_1 * Superficie\ vegetación_1 + CAUSO\ tipo\ de\ vegetación_2 * Superficie\ vegetación_2 + CAUSO\ tipo\ de\ vegetación_n * Superficie\ vegetación_n) / Superficie\ del\ RE, AP, AI$$

Tabla 22. Clases de degradación de suelos.

Clase de degradación	Valor de erosión eólica (ton/ha/año)
Sin erosión	Menor de 12
Ligera	De 12 a 50
Moderada	De 50 a 100
Alta	De 100 a 200
Muy alta	Mayor de 200

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV. Resultados

IV.1. Escenario actual

IV.1.1. Erosión hídrica

Como resultado de la estimación de la erosión hídrica se obtuvo que, la erosión es baja en todas las zonas analizadas, dado que se encuentra en tasas menores a 50 ton/ha/año. De forma total, en el área del Proyecto en condiciones actuales la pérdida de suelo por efectos hídricos es de 317.26 ton/año en la totalidad de su superficie, en el AI es de 29,216.65 ton/año y en la RE es de 105,743.00 ton/año, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 23. Resultados de la estimación de erosión hídrica en condiciones actuales.

Zona	Indicador	RE	AI	AP (condiciones actuales)
1. Llanuras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	1.20	2.91	0.00
	Pérdida de suelo (ton/año)	13,708.35	144.44	0.00
	Clasificación	Baja	Baja	-
2. Bajadas	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	1.13	1.24	0.89
	Pérdida de suelo (ton/año)	27,339.51	10,524.31	66.20
	Clasificación	Baja	Baja	Baja
3. Sierras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	1.10	0.99	0.78
	Pérdida de suelo (ton/año)	64,695.14	18,547.89	251.05
	Clasificación	Baja	Baja	Baja
Total	**Pérdida de suelo (ton/año)**	**105,743.00**	**29,216.65**	**317.26**

Cabe señalar, que, lo anterior tiene coincidencia con lo señalado por el INEGI, dado que, en su cartografía de erosión señala la predominancia de áreas sin erosión y áreas con erosión hídrica laminar en grado leve y en algunas zonas en grado moderado.

IV.1.2. Erosión eólica

En el caso de la erosión eólica se obtuvo que, las tasas de erosión en la RE se clasifican como “sin erosión” en todas las zonas analizadas al ser menores a 12 ton/ha/año; en el AI son “ligeras” en llanuras con una tasa de 13.70 ton/ha/año y “sin erosión” en las zonas de bajadas y sierras, con tasas entre 6 y 7 ton/ha/año; en el AP también resultó en tasas aproximadas a 5 y 6 ton/ha/año, clasificándose como “sin erosión”. De forma general, en el AP en condiciones actuales la pérdida de suelo por erosión eólica asciende a 2,407.96 ton/año en la totalidad de la superficie, resultando en una erosión de mayor relevancia que la erosión hídrica, lo cual es natural debido a una baja precipitación de la zona y altas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

velocidades del viento, las condiciones del suelo, así como de su cobertura vegetal característica de zonas semiáridas.

Tabla 24. Resultados de la estimación de erosión eólica en condiciones actuales.

Zona	Indicador	RE	AI	AP (condiciones actuales)
1. Llanuras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	5.90	13.70	0.00
	Pérdida de suelo (ton/año)	67,483.86	679.64	0.00
	Clasificación	Sin erosión	Ligera	-
2. Bajadas	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	6.35	6.97	5.90
	Pérdida de suelo (ton/año)	153,414.00	59,177.43	440.83
	Clasificación	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
3. Sierras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	5.97	6.09	6.09
	Pérdida de suelo (ton/año)	351,269.08	114,089.35	1,967.13
	Clasificación	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Total	**Pérdida de suelo (ton/año)**	**572,166.94**	**173,946.42**	**2,407.96**

IV.2. Escenario con CUSTF

IV.2.1. Erosión hídrica

En un escenario en que ya se hubiera implementado la remoción de la vegetación se obtuvo un incremento de la erosión hídrica, sin embargo, se mantiene en tasas clasificadas como "bajas" al ser menores a 50 ton/ha/año. La pérdida de suelo total en el área del Proyecto sería de 946.34 ton/año.

Tabla 25. Resultados de la estimación de erosión hídrica en condiciones de suelo desnudo en el AP.

Zona	Indicador	AP (suelo desnudo)
1. Llanuras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	0.00
	Pérdida de suelo (ton/año)	0.00
	Clasificación	-
2. Bajadas	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	2.58
	Pérdida de suelo (ton/año)	193.18
	Clasificación	Baja
3. Sierras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	2.33
	Pérdida de suelo (ton/año)	753.16
	Clasificación	Baja
Total	**Pérdida de suelo (ton/año)**	**946.34**

IV.2.2. Erosión eólica

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Con respecto a la erosión eólica, las tasas de erosión se incrementan a 14.82 ton/ha/año en la zona de bajadas y 16.25 ton/ha/año en la zona de sierras, clasificándose como "ligeras", en total la pérdida de suelo por se incrementa a 6,353.78 ton/año en la totalidad de la superficie del AP una vez removida la vegetación.

Tabla 26. Resultados de la estimación de erosión eólica en condiciones de suelo desnudo en el AP.

Zona	Indicador	AP (suelo desnudo)
1. Llanuras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	0
	Pérdida de suelo (ton/año)	0
	Clasificación	-
2. Bajadas	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	14.82
	Pérdida de suelo (ton/año)	1,108.09
	Clasificación	Ligera
3. Sierras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	16.25
	Pérdida de suelo (ton/año)	5,245.69
	Clasificación	Ligera
Total	**Pérdida de suelo (ton/año)**	**6,353.78**

V. Conclusiones

Al realizar la comparación de ambos escenarios, se obtiene que la erosión hídrica pasa de un total de 317.26 ton/año en la totalidad del área del Proyecto en condiciones actuales a 946.34 ton/año una vez removida la vegetación, lo que significa un incremento de 629.08 ton/año, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 27. Comparación de la erosión hídrica en condiciones actuales y con suelo desnudo.

Zona	Indicador	RE	AI	AP (condiciones actuales)	AP (suelo desnudo)
1. Llanuras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	1.20	2.91	0.00	0.00
	Pérdida de suelo (ton/año)	13,708.35	144.44	0.00	0.00
	Clasificación	Baja	Baja	-	-
2. Bajadas	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	1.13	1.24	0.89	2.58
	Pérdida de suelo (ton/año)	27,339.51	10,524.31	66.20	193.18
	Clasificación	Baja	Baja	Baja	Baja
3. Sierras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	1.10	0.99	0.78	2.33
	Pérdida de suelo (ton/año)	64,695.14	18,547.89	251.05	753.16
	Clasificación	Baja	Baja	Baja	Baja
Total	**Pérdida de suelo (ton/año)**	**105,743.00**	**29,216.65**	**317.26**	**946.34**
	Incremento de la erosión con Proyecto sin medidas (ton/año)			**629.08**	

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Con respecto a la erosión eólica, se obtiene que pasa de un total de 2,407.96 ton/año en la totalidad del área del Proyecto en condiciones actuales a 6,353.78 ton/año una vez removida la vegetación, lo que significa un incremento de 3,945.82 ton/año, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 28. Comparación de la erosión eólica en condiciones actuales y con suelo desnudo.

Zona	Indicador	RE	AI	AP (condiciones actuales)	AP (suelo desnudo)
1. Llanuras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	5.90	13.70	0.00	0
	Pérdida de suelo (ton/año)	67,483.86	679.64	0.00	0
	Clasificación	Sin erosión	Ligera	-	-
2. Bajadas	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	6.35	6.97	5.90	14.82
	Pérdida de suelo (ton/año)	153,414.00	59,177.43	440.83	1,108.09
	Clasificación	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión	Ligera
3. Sierras	Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	5.97	6.09	6.09	16.25
	Pérdida de suelo (ton/año)	351,269.08	114,089.35	1,967.13	5,245.69
	Clasificación	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión	Ligera
Total	**Pérdida de suelo (ton/año)**	**572,166.94**	**173,946.42**	**2,407.96**	**6,353.78**
	Incremento de la erosión con Proyecto sin medidas (ton/año)			**3,945.82**	

Por lo tanto, las medidas de mitigación y compensación deberán mitigar el incremento de erosión hídrica y eólica, los cuales sumados corresponden a 4,574.90 ton/año en el área del Proyecto debido a la ejecución de este, principalmente por remoción de la vegetación.

VI. Anexos

Se anexan las siguientes memorias de cálculo en formato Excel.

- Memoria de cálculo erosión llanuras
- Memoria de cálculo erosión bajada
- Memoria de cálculo erosión sierras
- Resumen resultados

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Metodología para la Identificación de impactos ambientales

Metodología matriz interactiva

El primer paso para la utilización de la matriz de Leopold consiste en construir una matriz de doble entrada (Arboleda, 2008), para lo cual se considerarán primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pudieran ser afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor ambiental) considerados (Cotán-Pinto, 2007).

Por lo tanto, las acciones que comprenden esta fase son las siguientes:

- Discriminación de las actividades y obras relevantes que se contemplan en el establecimiento del **Proyecto**. De todas las actividades que contempla el **Proyecto** se seleccionan aquellas relevantes, es decir, las que puedan ocasionar afectaciones al entorno y que se comprenden en las diferentes etapas del mismo.

De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), las acciones que se identifiquen deben ser:

- Concretas.
- Relevantes: ajustadas a la realidad del proyecto y capaces de desencadenar efectos notables.
- Excluyentes. sin solapamientos que puedan llevar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.
- Fácilmente identificables, susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos del proyecto o diagramas del proceso constructivo y productivo.
- Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto.
- Cuantificables: en la medida de lo posible, medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación posible en términos de magnitud (superficie y volumen ocupados, cantidad, tamaño, etc.), localización espacial, flujo: caudal de vertidos, emisiones de vehículos, etc. y momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.
- Selección de los indicadores susceptibles a impacto. La selección de factores y componentes ambientales que pueden ser afectados por el desarrollo del **Proyecto**.

Como en el caso de las acciones, de acuerdo con Gómez y Gómez (2013), los factores que se identifiquen como relevantes, es decir, susceptibles de recibir impactos significativos, deben reunir condiciones de:

- Relevancia: portadores de información importante sobre el estado y funcionamiento del medio.
- Exclusión, sin solapamientos ni redundancias que lleven a repeticiones de impactos.
- De fácil identificación, es decir susceptibles de una definición nítida y de una percepción fácil sobre campo, mapas o información estadística.
- Localización: atribuibles a puntos o zonas concretas del entorno.
- Medibles, cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos de ellos serán intangibles, directa o indirectamente a través de algún indicador.

Metodología de la identificación de interacciones existentes

A través de la matriz descrita en el apartado “Identificación de las interacciones”, se llevará a cabo la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se toma la primera acción y se examina si tiene o no relación con cada uno de los factores ambientales. Este proceso se hace para todas las acciones consideradas en la matriz (Cotán-Pinto, 2007; Arboledas, 2008).

Caracterización y valoración de los impactos

Para la valoración se procedió a calificar el impacto ambiental considerando los criterios básicos (intensidad del impacto, extensión del efecto y duración de la acción) y complementarios (sinergia, acumulación, controversia y mitigación). Los criterios de valoración se presentan en la Tabla IV.1.

[redacted]

Tabla IV.1. Criterios básicos y complementarios.

Escala	Intensidad Del Efecto (I)	Extensión del Efecto (E)	Duración Del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
Definición	La intensidad de un impacto es la medida en que el componente ambiental considerado se aleja de su estado anterior	Es la medida del espacio que ocupa el impacto	La duración de un impacto es el tiempo que transcurre entre su principio y su fin	Definidas por el grado de interacción entre impactos	Definidas por el nivel de acumulación entre impactos	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil.	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación.
0				**Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	**Nula.** Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	**No existe**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	**Nula**. No hay medidas de mitigación
1	**Mínima:** el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	**Puntual:** cuando se limita a un área menor a la extensión total del Proyecto.	**Corta: c**uando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto.	**Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	**Poca.** Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	**Mínima**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	**Baja**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %
2	**Moderada:** el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%.	**Local:** cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	**Mediana: c**uando los impactos se presenten durante más de una etapa del Proyecto.	**Moderada.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	**Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%
3	**Alta:** el componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%.	**Regional:** cuando tiene un área de influencia que supera notoriamente las adyacentes a las áreas del Proyecto.	**Permanente:** cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	**Fuerte.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	**Alta**. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente.	**Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más

Cuando existe incertidumbre para determinar el valor de un criterio, se asigna el valor más alto. Esta regla es consistente con el principio precautorio para los conflictos ambientales, esto es, resta la oportunidad de subestimar un impacto, lo cual minimiza el riesgo público.
Los criterios de las tablas anteriores se utilizan posteriormente para evaluar los Índices Básico y Complementario, respectivamente. Con la evaluación de estos índices se procede a calcular el Índice de Impacto, a partir de este último y con la valoración de las medidas de mitigación se obtiene la significación del impacto; de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Índice Básico. Este índice se obtiene utilizando tres criterios básicos (intensidad, extensión y duración) mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{I_{ij} + E_{ij} + D_{ij}}{9}$$

Donde:
Iij = intensidad del impacto
Eij = extensión del impacto
Dij = duración de la acción

El origen de la escala de valoración es de 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice va de 0.33 £ IB £1.

Índice complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres criterios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{S_{ij} + A_{ij} + C_{ij}}{9}$$

Donde:
Sij = sinergia del impacto.
Aij = acumulación del impacto.
Cij = controversia.
En este índice el origen de la escala es cero debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente intervalo: 0 ≤ IC ≤ 1.

Índice del impacto sin medidas de mitigación. El índice de impacto está dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del impacto se incrementa. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Donde:
IBij = Índice Básico
ICij = Índice Complementario

Índice del impacto con medidas de mitigación. Obtenidos los indicadores IB, IC e II (índice básico, índice complementario e índice de impacto, respectivamente) se procedió a calcular el índice de impacto con medidas de mitigación, tomando en consideración su existencia y, en su caso, eficiencia esperada (Mij), utilizando las siguientes fórmulas:

Para medio abiótico y biótico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - \frac{M_{ij}}{3}\right)$

Para medio socioeconómico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - M_{ij}\right)$

Donde:
IIij = índice del impacto
Mij = existencia de las medidas de mitigación.

Significancia del impacto. De acuerdo con los valores obtenidos para el índice del impacto, se otorgaron los valores de significancia según los siguientes intervalos:

- Impacto no significativo (NS): 0.000 a 0.200
- Impacto poco significativo (PS): 0.201 a 0.400
- Impacto moderadamente significativo (MS): 0.401 a 0.600
- Impacto significativo (S): 0.601 a 0.800
- Impacto muy significativo (MMS): 0.801 a 1.000

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

La correcta y oportuna ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el presente capítulo e integradas en acciones específicas, podrán prevenir, mitigar, compensar, restaurar los impactos que pudiese generar el **Proyecto**, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad. Sin embargo, es necesaria una supervisión constante, primero, para la ejecución correcta de cada medida y, posteriormente, para corregir cualquier eventualidad o contingencia que llegará a presentarse durante o después de la ejecución física del **Proyecto**. La supervisión en todo momento estará a cargo de personal especialista en medio ambiente.

No obstante que, es importante destacar que el **PVA** en su versión actualizada será integrado y entregado a la autoridad competente, una vez autorizado el **Proyecto** motivo de esta **MIA-R**, de manera que puedan incorporarse las obligaciones impuestas por la autoridad a las medidas propuestas en este capítulo.

Objetivo general

- Definir un sistema de seguimiento para sustentar la toma de decisiones orientadas al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración propuestas en la **MIA-R**, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad en materia de impacto ambiental a través de la resolución que ésta emita.

Objetivos particulares

- Asegurar que el cumplimiento de las obligaciones ambientales sea congruente con los criterios de integración ambiental establecidos en la **MIA-R**, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas y ejecutadas, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados;
- Detectar la posibilidad de que surjan impactos no previstos en la **MIA-R** (impactos supervinientes) y prever la aplicación de las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos;
- Detectar, oportunamente, impactos no previstos en la **MIA-R** e identificar y proponer a la promovente del **Proyecto** la aplicación de las medidas adecuadas para prevenirlos, mitigarlos o compensarlos;
- Informar al promovente y al director de la obra sobre los aspectos objeto de la vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficiente;

- Asegurarse que cada contratista disponga en obra con personal capacitado que sea responsable de la ejecución de las acciones específicas que le competan, el cual contará con conocimientos previos adecuados a las distintas actividades a realizar en el **Proyecto**;
- Documentar todas las acciones procedentes, derivadas del cumplimiento de las obligaciones ambientales que debe atender el promovente.
- Vigilar la eficacia resultante de la ejecución de las obligaciones ambientales, de forma tal que se pueda determinar su eficiencia y, en dado caso, implementar acciones adicionales que mejoren las actividades.

Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental

Meta

El **PVA** se considera como un sistema abierto, con capacidad de modificar, cambiar o adaptarse a las situaciones que se planteen, esto es que, debe servir como mecanismo de retroalimentación mediante el cual los resultados obtenidos sirvan para modificar los objetivos iniciales y en general, permitir la revisión periódica del programa inicialmente planteado, de esta forma, también se permite la detección de efectos no previstos para así adoptar las medidas adecuadas.

Es necesario dar seguimiento a la evolución de los impactos previstos, de forma que no se superen las magnitudes pronosticadas, las cuales se pretenden reducir al mínimo a través de las medidas propuestas en cada uno de los programas planteados y, en caso necesario, diseñar un nuevo sistema de medidas que permitan minimizar las afecciones al medio, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.

En este sentido, las metas esperadas con la ejecución del **PVA** son las siguientes:

- Sensibilizar, concientizar y aportar conocimiento acerca del cuidado del medio ambiente, buenas prácticas ambientales y legislación ambiental vigente al 100% del personal que ingrese al **Proyecto**.
- Obtener un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para el manejo y disposición adecuada de los residuos generados durante todas las etapas del **Proyecto**, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.
- Alcanzar un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para la conservación de suelos, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.
- Lograr un porcentaje de cumplimiento de las acciones propuestas para el rescate y reubicación de fauna silvestre con un umbral mínimo del 90%, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.

Alcance

El **PVA** tiene como principal alcance la verificación de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas para las distintas etapas del **Proyecto**, incluidos los Términos y condicionantes que sean impuestos por la autoridad. Estas aplican tanto para el personal, como para los contratistas, considerando su respectiva verificación en tiempo y espacio; es decir, el lugar y

momento en el cual se ejecutarán dentro del programa de trabajo, describiendo las metodologías a ser implementadas, determinando la funcionalidad de las mismas y evidenciando la evolución que presenta la calidad del ecosistema en el sitio donde se pretende la realización del **Proyecto**. Además, se cuantifican de manera sistemática los efectos ambientales de las obras y actividades a través de la generación de informes anuales de las acciones realizadas por componente ambiental.

Responsables de la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental

La correcta ejecución del **PVA** será responsabilidad del organismo promotor y de las empresas contratistas. A continuación, se presenta la responsiva correspondiente a cada una de las partes involucradas en el cumplimiento del presente **PVA**.

Responsabilidad del organismo promotor

La aplicación del **PVA**, primordialmente, será responsabilidad de la promovente quien deberá tener como responsables en campo al menos a un supervisor ambiental que tendrá la obligación y autoridad para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que pudieran afectar al ambiente.

Los supervisores deberán tener la capacidad técnica y de autoridad para tomar decisiones en caso de que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas no funcionen como se ha previsto o que se detecten impactos que, por su naturaleza, no son perceptibles en etapas anteriores.

Como parte de sus obligaciones, los supervisores ambientales deberán coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del **Proyecto**, llenar las bitácoras de seguimiento y elaborar informes referentes a sus observaciones durante y después de la implementación de las medidas para posteriormente compilarlos en un documento final.

Además, los supervisores ambientales serán responsables de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Ejecutar y coordinar el **PVA**.
- Comprobar in situ la ejecución de las medidas correctoras.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia ambiental.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que se pudieran presentar.
- Elaborar los informes anuales donde se muestre el grado de cumplimiento de cada medida enmarcada en este **PVA**.
- En caso de ser necesario, determinar nuevas medidas de prevención, mitigación o compensación, así como modificar las ya establecidas.

Resulta imperante mencionar que los supervisores ambientales podrán echar mano del apoyo de la gente encargada del **Proyecto** (contratistas, responsables de obra, entre otros), ya que se encuentra la mayor parte del tiempo en el área del **Proyecto**, para que apoyen en el llenado de algunas bitácoras.

Esto con la intención de que todas las medidas sean seguidas durante todo el tiempo que dure cada etapa del **Proyecto** y no sólo durante la presencia de los supervisores ambientales.

Responsabilidad de las empresas contratistas

Para dar cumplimiento a las medidas propuestas será necesario vigilar su aplicación por parte de los contratistas, que en su caso tendrían las siguientes funciones:

- Supervisar y coordinar la ejecución de las medidas según lo previsto en este **PVA**.
- Proporcionar a los supervisores ambientales los medios necesarios para el llenado de las bitácoras y en general para dar cumplimiento del **PVA**.
- Mantener constante comunicación y coordinación con los supervisores ambientales.

Asimismo, es deseable que cada contratista cuente con un supervisor ambiental o personal encargado de las cuestiones ambientales, esto con la finalidad de dar seguimiento al cumplimiento de las medidas y obligaciones que sean impuestas en el oficio resolutivo. Cada contratista elaborará los informes y recabará la evidencia del cumplimiento de las obligaciones para ser entregados al supervisor ambiental de la promovente.

Seguimiento y control de la aplicación del PVA

La promovente contará con al menos un supervisor ambiental el cual realizará visitas de supervisión mediante las cuales verificará el debido cumplimiento de todos y cada uno de los compromisos ambientales de los contratistas y de las acciones específicas incluidas dentro del **PVA**. Durante las visitas de inspección se llenará una bitácora para dar un seguimiento adecuado a las observaciones realizadas durante la visita. Asimismo, se contará con coordinadores ambientales que estarán de manera permanente en el sitio durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, quienes verificarán y tomarán decisiones según lo que reporten los supervisores ambientales.

La bitácora de inspección consiste en un formato donde se llevarán a cabo los registros de incumplimiento de cada medida, conforme se identifiquen durante el recorrido de inspección, por factor e indicador ambiental afectado y anotando las observaciones que correspondan, incluidos los datos de ubicación. Asimismo, se anotará la actividad que generó el incumplimiento.

Además, deberá generarse un anexo fotográfico de evidencias que documente a través de imágenes recuperadas en campo en los frentes de trabajo, los incumplimientos ambientales identificados.

La promovente realizará una supervisión continua en sus frentes de trabajo y de manera mensual se generará un reporte que contenga la aplicación de las medidas de mitigación. Este reporte será firmado por el supervisor ambiental. Se anotarán de manera clara las fechas y el número de folio en cada bitácora y reporte generado mensualmente o de acuerdo con lo que se especifique para cada medida en cada etapa del **Proyecto**.

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución y aplicación de las actividades y medidas de control, prevención y mitigación, éstas serán evaluadas con uno o más indicadores de cumplimiento para cada una de las medidas aplicables en el periodo de revisión. Los indicadores pueden ser de carácter administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento de

una condición que puede constatarse presencialmente, como la extracción del total de individuos de especies en riesgo o la ausencia de concreto tirado sobre áreas forestales, etc.).

En el caso de la resolución de contingencias ambientales que pudieran detectarse durante la inspección, éstas deberán siempre resolverse.

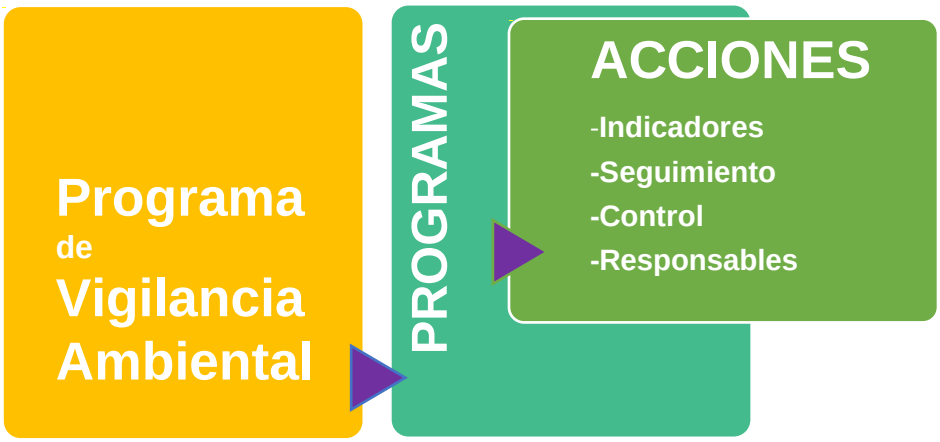
Las reincidencias en incumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación deberán ser nulas, de no ser así, deberán ejecutar medidas de restauración y compensación y se revisarán la aplicación de las acciones específicas incluidas en el **PVA**, con el fin de detectar fallas en su aplicación y así mejorar el cumplimiento de cada medida.

Durante las inspecciones se identificarán todas las actividades del **Proyecto,** así como los componentes ambientales asociados a cada una de ellas. Con base en ello, se identificarán los impactos ambientales, determinando cuáles de ellos se encuentran previstos en la evaluación de impactos e incluidos en el **PVA**, elaborando un plan de acción en caso de que el impacto no se encuentre previsto dentro de evaluación de impactos.

Todos los impactos ambientales no previstos y las desviaciones registradas durante las visitas de supervisión se registrarán y rastrearán a través del tiempo y se establecerá un plan de acción específico para cada uno de ellos. En el formato se detallará la desviación, el factor ambiental afectado, la actividad que lo generó y la normatividad aplicable.

El responsable ambiental analizará la raíz del problema para, posteriormente, generar un plan de acción que incluya responsables, acciones (actividades) y fechas de conclusión. Aunado a esto, deberá verificar y dar seguimiento a las acciones tomadas y aplicadas para mitigar el impacto ambiental identificado. Todas las medidas de mitigación deberán estar documentadas y soportadas con anexos con la finalidad de evidenciar las actividades realizadas.

Figura 1. Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental.



Reportes de seguimiento

Elaboración de informes de seguimiento con las conclusiones de las inspecciones realizadas y en donde se efectuará una valoración general del grado de avance de las obras y de la aplicación de las medidas preventivas y correctoras establecidas en los documentos que rigen la ejecución del **Proyecto**. Con este sistema de documentación se pretende garantizar la

disponibilidad de la información requerida en los informes preceptivos a presentar para su análisis, evaluación y, en su caso validación, a la **Autoridad**.

Se elaborarán **reportes anuales** de cumplimiento del **PVA**, según quede ordenado por la autoridad ambiental competente en el resolutivo que se emita como parte de la evaluación y resolución de la **MIA-R**. Estos reportes deberán contener todas las evidencias de cumplimiento de cada una de las condicionantes y términos del resolutivo de impacto, así como de todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación propuestas y de las acciones específicas que forman parte del **PVA**. Para dar seguimiento a lo anterior, la promovente contará con los siguientes documentos:

- Bitácora de inspección (evento);
- Registros fotográficos de evidencias (mensual);
- Informe de la ejecución del **PVA** (mensual), e
- Informe anual de cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo.

Adicionalmente, se contarán con bitácoras específicas que serán integradas a los informes de ejecución del **PVA**, bitácora de rescate de individuos de fauna silvestre de lento desplazamiento, bitácora de reubicación de individuos de fauna silvestre, bitácoras de residuos (RSU, RME, RP), por mencionar algunas de las bitácoras ambientales operativas que estarán bajo la responsabilidad del supervisor ambiental.

Cronograma de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación del Proyecto

En la tabla se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en las acciones específicas de la **MIA-R** para las diferentes etapas del **Proyecto**. En su momento se incluirán los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad.

Tabla 1. Medidas de control, prevención, mitigación y compensación y acciones específicas del PVA en cada una de las etapas del **Proyecto**.**PS: Preparación del sitio C: Construcción; O&M: Operación y Mantenimiento; CA: Cierre y Abandono.**

Medida	PS y C		O & M					CA
	Años							
	1	2	1	2	3	…	40	1
Se implementarán el **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.**								
Se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.								
Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera. El manejo de materiales con riego puede reducir hasta en un 50% la emisión de partículas.								
Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos.								
Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.								

Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.	■	■						■
Se implementará un **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DEL SUELO.**	■	■						■
Se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.	■	■						■
Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa.		■						
Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.	■	■	■	■	■	■	■	■
Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles.	■	■	■	■	■	■	■	■
Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado.	■	■						■
Se implementará un **PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS.**	■	■	■	■	■	■	■	■
Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.	■	■						■
Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre.	■	■	■	■	■	■	■	■
El desmonte y despalme se llevará a cabo principalmente por medios manuales, y en último recurso mecánicos y de manera paulatina.	■	■						
El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y troceado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento.	■	■						
Se aplicarán un **PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA CON ESPECIAL ÉNFASIS EN LAS LISTADAS EN NOM-059-SEMARNAT-2010.**	■	■						
Se implementarán un **PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN** con especies nativas de la región, fortaleciendo con ello al **Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050,** y en particular robusteciendo los ecosistemas presentes en la región donde se ubica el **Proyecto.**			■	■	■	■		
El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal.	■	■						
Se aplicará un **REVEGETACIÓN NATURAL.** Una vez finalizada la etapa de construcción, se dejará la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en donde sea posible y factible.		■						
Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre.	■	■	■	■	■	■	■	■
Se aplicarán un **PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA**, **CON ESPECIAL ÉNFASIS EN ESPECIES QUE SE ENCUENTREN EN ALGUNA CATEGORÍA DE**	■	■	■	■	■	■	■	■

RIESGO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010. programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**								
El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El.								
En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada.								
Se aplicará un **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**.								
Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan.								
Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre.								
Se realizará un **PROGRAMA DE ANTICOLISIÓN Y ELECTROCUCIÓN DE FAUNA VOLADORA**								
Se realizará un **PROGRAMA DE PROTECCIÓN DEL COMPONENTE HIDRICO**								

Acciones que integran el PVA

El **PVA** se basa en la implementación de un conjunto de medidas y técnicas que constituyen la base necesaria para la realización de una serie de acciones para la protección del ambiente circundante al **AP**, incluidos los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad, además de generar al mismo tiempo una memoria con la cual se informará ante la autoridad del tipo y grado de afección ambiental generada y las medidas de mitigación aplicadas en cada momento por las distintas acciones derivadas del **Proyecto**, de acuerdo con los siguientes Programas y actividades a implementar:

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA CON ESPECIAL ÉNFIASIS EN LAS LISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Se presenta el Programa con la finalidad de proteger a los ejemplares de flora que pudiesen encontrarse en el área de establecimiento del **Proyecto**. La ejecución de este programa es una medida para la conservación de las especies silvestres con el fin de asegurar su sobrevivencia y cumplir con la legislación en la materia para asegurar la sustentabilidad del **Proyecto**, además de ser una herramienta muy útil para el mantenimiento de la biodiversidad local.

Con la implementación de este programa, se espera minimizar el impacto sobre la flora que pudiera ocasionar el **Proyecto** en sus distintas etapas, retirando previamente del área de afectación directa a aquellas especies de plantas que por su biología sean susceptibles a rescate.

En el presente programa se exhiben las acciones que se deberán realizar para el rescate, reubicación y mantenimiento de los individuos de flora con el objetivo de garantizar por lo menos el 80% de supervivencia de los individuos rescatados.

OBJETIVOS

Objetivo General

Disminuir la afectación a la flora silvestre presente en la superficie de establecimiento del **Proyecto**, instituyendo las técnicas adecuadas de rescate, reubicación y manejo de flora que serán desarrolladas previo a las actividades de desmonte y despalme.

Objetivos Particulares

- Establecer estrategias para evitar el deterioro de la vegetación aún existente en el área del **Proyecto**.
- Otorgar las estrategias técnicas para favorecer el rescate de especies, reubicándolas dentro de las áreas propuestas, con características similares al sitio de rescate.
- Minimizar las afectaciones a las comunidades florísticas que existen en el área de establecimiento del **Proyecto**, mediante el rescate de especies susceptibles de ello.
- Ejecutar las actividades de rescate de flora, con énfasis en individuos de difícil regeneración, de lento crecimiento, de importancia ecológica o con algún valor comercial o cultural.
- Considerar el trasplante de las especies de flora en sitios idóneos dentro del **AI** o **SAR**, evitando en la medida de lo posible una sobrecarga en el nuevo sitio.

Metas particulares

- Rescatar el mayor número de individuos posible de flora en el área de establecimiento del **Proyecto**.
- Obtener más del 80% de sobrevivencia de los ejemplares de flora rescatados y reubicados por la ejecución del **Proyecto**.
- Establecer técnicas para la extracción, manejo, traslado y reubicación de los individuos de flora silvestre.
- Ejecutar las actividades de rescate de flora, con énfasis en individuos de difícil regeneración, de lento crecimiento, de importancia ecológica o con algún valor comercial o cultural.
- Establecer los criterios de selección de sitios idóneos para la reubicación de las especies de flora.

RESPONSABLES DEL DESARROLLO

La implementación del presente programa será responsabilidad del Promovente quien se encargará de verificar su cumplimiento a través de un supervisor ambiental.

El Supervisor Ambiental, contará con formación profesional en materia ambiental y experiencia en proyecto eólicos, lo cual será demostrado mediante curriculum vitae.

Las acciones de rescate y reubicación serán organizadas y coordinadas por el Supervisor Ambiental, quien será el responsable del seguimiento del programa y tendrá a su disposición a los especialistas y personal capacitado en las actividades del programa, preferentemente de formación ingenieros forestales o biólogos, quienes a su vez coordinarán las brigadas de trabajadores de campo.

El personal especializado será la persona responsable de coordinar y dar seguimiento a todas las acciones y actividades requeridas para el cumplimiento de las tareas señaladas en este documento,

indicando el cargo, la dirección del centro de trabajo y las funciones que va a desempeñar el personal designado o contratado para la realización de las actividades programadas.

METODOLOGÍA

Por el desarrollo del **Proyecto** se retirará la vegetación que se encuentra presente en este, afectando así la cobertura vegetal y la abundancia de las especies que habiten en el área del **Proyecto**, particularmente se hará remoción de vegetación forestal, con dicha **remoción se afectarán también los servicios ambientales que dicha vegetación brinda al ecosistema, particularmente se disminuirá la absorción de CO_2, la producción de oxígeno, se perderá la regulación del microclima, se perderá el germoplasma y su diversidad genética, se disminuirá la infiltración, la formación de suelo, su producción primaria y principalmente el mantenimiento de la biodiversidad**. Asimismo, se incrementará la fragmentación del ecosistema presente, se disminuirá la conectividad y los posibles micro corredores biológicos, aunado a lo anterior, se puede generar el efecto borde, y se incrementará la presencia de especies exóticas.

El programa de rescate y reubicación de flora silvestre con especial énfasis a las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se llevará a cabo de forma previa a las actividades de retiro de la vegetación, las cuales serán controladas conforme avance la construcción del **Proyecto**.

Los lineamientos planteados son:

- Integrar una cuadrilla, con una persona a cargo para coordinar las actividades que dicho equipo realice. Esta cuadrilla será encargada de ejecutar todas las tareas, rutinas, acciones, levantamiento de registros y actividades que competen al rescate y reubicación de individuos.
- Se recomienda elaborar un catálogo ilustrado de las especies sujetas a rescate, las cuales contendrán información detallada de las características, como forma biológica, disposición de espinas, requerimientos de las especies.

Figura 2. Trabajos de campo en el área del **Proyecto**.





- Una vez que las áreas donde se ubicará cada uno de los componentes del **Proyecto** sean establecidas y delimitadas, se hará un recorrido de prospección, durante el cual se identificarán y señalaran los individuos a reubicar.
- Se registrarán las características ecofisiológicas del sitio donde se ubiquen las especies que serán reubicadas, donde se deben considerar elementos tales como:

- Tipo y características del suelo (composición, profundidad, pedregosidad, entre otros).
- Tipo de iluminación y altura de la vegetación circundante.
- Asociaciones evidentes con otras especies.
- Otras características que puedan ser importantes.

➢ Todas las actividades, así como los individuos que sean rescatados, serán registrados en una bitácora, con la finalidad de llevar un seguimiento preciso de todas las actividades.

Integración de la brigada de rescate

El rescate será ejecutado por una brigada a cago de un especialista en flora que coordinará las actividades a realizar por los técnicos de apoyo; cada uno de los integrantes de la cuadrilla contará con equipo de protección personal y con las herramientas necesarias para el buen manejo de los ejemplares.

El especialista tendrá como responsabilidades:

➢ Asegurarse que el personal de la brigada cuente con el equipo de protección personal y con las herramientas necesarias para realizar el trabajo;

Figura 3. Trabajos de campo en el área del **Proyecto**.






➢ Gestionar los recursos necesarios para asegurar la logística operativa de la brigada;

➢ Identificar las especies susceptibles de ser rescatadas;

➢ Definir la técnica de rescate, en correspondencia con la especie y las dimensiones del ejemplar;

➢ Coordinar el trabajo de rescate;

- Cuidar que los ejemplares rescatados sean correctamente manejados, desde su extracción hasta su reubicación;
- Revisar que las áreas de reubicación tengan características similares al sitio de donde se extrajeron los ejemplares;
- Supervisar que el trasplante se realice de forma correcta;
- Determinar la aplicación de medidas de apoyo que, en su caso, requieran los ejemplares trasplantados, a efecto de garantizar la sobrevivencia comprometida;
- Realizar las evaluaciones de sobrevivencia con periodicidad, a efecto de corroborar que se cumple la meta establecida;
- Elaborar los reportes relacionados con la ejecución del programa, que periódicamente se deban entregar a la autoridad.

Las actividades que van a desarrollar los técnicos de apoyo son:

- Emplear en todo momento, el equipo de protección personal y los aperos necesarios para realizar un trabajo en forma segura y confiable;
- Realizar el marcaje y levantar los registros tanto cartográficos como fisonómicos de los ejemplares seleccionados por el coordinador;
- Realizar el rescate de los ejemplares seleccionados, con base en la técnica que el coordinador determine;
- Reubicar los ejemplares rescatados, en los sitios seleccionados;
- Dar el mantenimiento necesario a los ejemplares reubicados;
- Apoyar las acciones necesarias para cuantificar la sobrevivencia de los ejemplares rescatados y reubicados.

Especies que serán rescatadas y criterios para seleccionar a los ejemplares

Las especies objeto de rescate serán aquellas previamente registradas o de posible ocurrencia en el área del **Proyecto**. Los criterios generales de selección de las especies sujetas a rescate serán determinados por los siguientes supuestos:

- ✓ Encontrarse en alguna categoría de protección de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010**
- ✓ Ser especies endémicas.
- ✓ Encontrarse en los sitios a ser intervenidos por afectación del **Proyecto**.
- ✓ Poseer importancia biológica en el contexto local y regional.
- ✓ Poseer importancia económica y/o comercial.
- ✓ Presentar condiciones fitosanitarias favorables.
- ✓ Poseer las dimensiones que aseguren su establecimiento y con ello su supervivencia.
- ✓ Presentar una capacidad de adaptación aceptable.
- ✓ Lento crecimiento

- ✓ Con importancia ecológica

Asimismo, se tiene que las especies a rescatar serán las que midan menos de 1.20 metros o la medida que aplique por el tipo de especies considerando cactáceas, siempre y cuando se encuentren reverdeciendo y no estén en estado invernal (estado de latencia).

Además, podrían encontrarse otras especies que cubren con los requisitos, aun cuando no fueron registradas durante el trabajo de campo o incluidas en la tabla anterior, no obstante, estas especies también serán registradas y reubicadas.

Delimitación de los sitios donde se implementarán las actividades de rescate, y ubicación de los sitios para reubicar o trasplantar a las especies rescatadas.

Los sitios donde se realizará, primero, la búsqueda de ejemplares que puedan ser susceptibles de rescate, serán aquellas a intervenir para la instalación de los componentes del **Proyecto**. En este sentido, una vez realizada la delimitación precisa de los polígonos autorizados en materia de impacto ambiental para la construcción del **Proyecto**, se procederá a la búsqueda de ejemplares de flora susceptibles de rescate.

La delimitación será realizada por la brigada topográfica, utilizando materiales que permitan la visualización de los límites establecidos, entre los que se pueden mencionar las estacas, cal, mojoneras, banderolas, entre otros.

La reubicación de los ejemplares se prevé se lleve a cabo en áreas que cuenten con las mismas características que los sitios de rescate, para lo cual se llevarán a cabo recorridos que permitan identificar las áreas adecuadas y que éstas cuenten con características ecológicas que permitan la sobrevivencia de los ejemplares rescatados; así como determinar cuáles son los factores adversos del ambiente a los que habrá que enfrentarse para lograr una reubicación efectiva de las plantas.

Los sitios serán seleccionados con base en las siguientes características:

- Estar fuera de los planes de crecimiento, desarrollo o ampliación del **Proyecto**.
- Encontrarse en un predio propiedad de la empresa o contar con los acuerdos necesarios.
- Que cumpla con las características ambientales necesarias para las especies por reubicar.

Técnicas de rescate de flora silvestre

El rescate estará a cargo de una cuadrilla integrada por cinco personas, un especialista de preferencia biólogo, ingeniero ambiental, ingeniero agrónomo o ingeniero forestal. Como fue mencionado, dicha cuadrilla tendrá que tener un responsable que fungirá como representante y coordinador del grupo de trabajo. Las otras cuatro personas que integrarán la cuadrilla deberán tener experiencia en campo y desarrollar actividades relacionadas con el rescate y reubicación de ejemplares, así como en otras relacionadas con el programa.

La cuadrilla deberá contar con el material necesario, para el rescate de flora, así mismo se le solicitará al superintendente de obra, apoyo en determinado momento cuando se requiera algún material para el rescate.

Se realizará un recorrido de prospección antes de iniciar las actividades de desmonte, a fin de identificar a las plantas que serán rescatadas. Es recomendable que el desmonte se programe junto con el rescate para evitar obstaculizar las actividades de la obra.

Los ejemplares que se identifiquen para rescate serán marcados, además de que se les identificará su orientación o norte magnético. Para lo cual se utilizarán marcadores y cinta flagging. Las variantes para el marcaje son:

- Flecha con plumón apuntando hacia el norte o sur;
- Pintura en aerosol indicando la posición del norte o sur.

Es importante realizar el marcaje de una manera eficiente ya que este aspecto influye directamente en la etapa de replante y para algunas especies es factor primordial para su adaptación y sobrevivencia.

El marcaje solo se realizará de acuerdo con aquellas especies que así lo requieran.

Es preciso que el encargado programe una plática con los trabajadores de las obras de desmonte, para que conozcan al grupo de rescate, las actividades a desarrollar y la importancia del rescate y de los ejemplares a rescatar, asimismo pedir su cooperación para que si en determinado momento ellos identificaran algún ejemplar o ejemplares que ameriten su rescate dentro del área de la línea de ceros, será notificado a la cuadrilla de rescate.

Para las acciones de rescate y reubicación, se recomiendan las siguientes consideraciones:

- Procurar que se mantenga la mayor cantidad de sustrato posible adherido al sistema radical.
- En el caso de las cactáceas, marcar una de las espinas que apunten al norte o sur, con la finalidad de conocer la orientación original del individuo[1].
- Se aplicará fungicida, insecticida y cicatrizante, con la finalidad de evitar enfermedades y apresurar el periodo de cicatrización.
- En el caso de las cactáceas, se mantendrán en un área durante el periodo de cicatrización, antes de la disposición final.
- El periodo de cicatrización va a variar dependiendo de las especies y las condiciones climáticas.
- Durante este proceso, se usarán tratamientos post extracción, como, por ejemplo, poda de raíces dañadas, aplicación de fungicidas y cicatrizantes, entre otros.

Áreas de cicatrización

Las áreas de cicatrización deberán proveer a las plantas refugio y protección, de tal forma que no sean depredadas por algún animal o dañadas por el ganado, además de proveer a las plantas de sombra.

Identificación y registro de ejemplares por extraer

[1] Derivado de la posición de la planta, los diversos lados se exponen de manera diferente a los rayos del sol, si la posición no se conserva, se pueden exhibir al sol directo sitios que estaban acostumbrados a recibir poca luz, lo cual puede resultar en quemaduras solares e incluso la muerte, ya sea directa o como consecuencia de infecciones por ataques de hongos o bacterias en las zonas quemadas.

La identificación consiste en registrar cada ejemplar por extraer con la siguiente información:

- Especies
- Estado sanitario
- Altura y diámetro
- Coordenadas de extracción
- Fecha de extracción

Extracción de ejemplares

Este trabajo se realizará en forma manual empleando herramientas tales como picos, palas y tijeras de podar. Se procederá a picar con mucho cuidado la zona inmediata a la base del ejemplar, de manera de ir descubriendo la mayor cantidad de raíces posibles sin dañarlas.

Para prevenir la aparición de alguna enfermedad y acelerar el proceso de cicatrización, una vez extraídos los ejemplares se les aplicará fungicida, insecticida y cicatrizantes.

✓ **Extracción**

Consiste en sacar con suma precaución la planta de su sitio original, con la mayor cantidad de raíces posible, procurando no maltratarla, para esto se utilizarán las herramientas adecuadas. El trabajo de extracción se efectuará previo al inicio de las actividades de desmonte del **Proyecto**, y los equipos de terreno contarán siempre con la supervisión de un especialista en flora.

✓ **Traslado**

Utilizando costales de yute o cajas de plástico, los individuos serán trasladados al lugar donde se encuentre el vehículo o remolque, ahí será cargado y una vez que esté listo se realizará su traslado hacia la zona de reubicación, en donde el mismo equipo de transporte se encargará de colocarlo en las cepas previamente preparadas.

✓ **Preparación del terreno**

En el área de reubicación, se preparará de manera manual el terreno del tamaño adecuado para cada tipo de especie, la distribución de estas cepas se decidirá en el lugar y conforme a las condiciones topográficas del terreno. La preparación del terreno será realizada con la herramienta proporcionada (picos, palas y azadones). Vale la pena señalar, que el terreno debe estar preparado previamente, antes de que los individuos sean extraídos.

✓ **Acomodo y orientación**

Una vez que se ha realizado el transporte de los individuos estos serán colocados en el terreno, previamente preparado y orientados conforme a su ubicación original, lo que facilita el trabajo del equipo de replantación. El diseño del acomodo contemplará pasillos para el acceso de la pipa y vehículos para el riego de los mismos. Cada pasillo debe medir al menos 4 metros de ancho y respetar el espacio suficiente para las maniobras de los mismos.

✓ **Monitoreo**

Una vez reubicados los individuos, se observará y evaluaran las condiciones en que se encuentra las cepas, su estado fitosanitario, así como su vigor vegetativo, de tal forma que los individuos sembrados se encuentren en buenas condiciones para un crecimiento óptimo.

- ✓ **Riego inicial y de emergencia**

El primer riego se aplicará inmediatamente después de haber trasplantado el ejemplar, procurando evitar la saturación del área de plantación. Los aportes de agua solo se mantendrán durante el primer mes desde la fecha de plantación, período durante el cual la dosis y frecuencia del riego irá decreciendo paulatinamente, con el fin de favorecer la adaptación de los individuos a las características propias del área.

La información proporcionada por el monitoreo que se hará a la plantación permitirá evaluar la respuesta de los ejemplares al aporte decreciente de agua, mediante la observación de los signos de establecimiento en las plantas, esto es, cuando se aprecie turgencia en el cuerpo y recuperación de su color original.

En caso de que no se presenten lluvias durante el periodo de rescate, y el suelo no presente las condiciones adecuadas de humedad, será necesario realizar el riego preventivo a los individuos rescatados. Estos riegos se suspenderán una vez que inicie la temporada de lluvia.

Mantenimiento post reubicación

Las actividades de mantenimiento son un pilar fundamental del éxito de la reubicación de plantas reubicadas en campo. Esta abarca diversas actividades entre las que destacan: los Riegos auxiliares; la reposición de planta deteriorada o muerta; la protección individual de los organismos propensos hacer atacados por la fauna silvestre; el control de maleza; la aplicación de fertilizantes, el control de plagas y enfermedades y la gestión de basura en el área de reubicación. La aplicación oportuna y correcta de las acciones mencionadas garantizaran una alta probabilidad de sobrevivencia de las plantas reubicadas y su adaptación al nuevo hábitat.

En las siguientes secciones se presentan las principales acciones que deberán realizarse en las principales actividades del mantenimiento de plantas reubicadas.

Riegos Auxiliares

Es conveniente aplicar riegos auxiliares a las plantas como parte de un programa de mantenimiento de una plantación compuesta de ejemplares rescatados de especies nativas. Esto permite a los organismos reubicados establecerse y adaptarse a su nuevo hábitat, mientras reduce o evita que mueran. Una de las principales actividades de apoyo a la reubicación es el riego auxiliar.

Los riegos auxiliares se aplicarán muy temprano por la mañana, cuando la luz del sol aun no es muy fuerte y/o, por la tarde, cuando la temperatura ha disminuido. Su objetivo es proporcionar a la planta de agua suficiente y que esta aproveche la mayor cantidad del líquido.

Para la especies arbóreas y arbustivas se aplicarán riegos de mantenimiento tres veces por semana durante el primer mes de ser reubicados en campo. En el segundo mes se regarán una vez por semana. Por último, para los meses posteriores, los riegos serán cada quince días. La cantidad de agua suministrada para cada planta dependerá de su altura: en plantas menores a 30 cm se aplicarán de 1 a 3 litros de agua; con alturas superiores a los 30 cm de tallo la cantidad de litros variará de 3 a 10. Los riegos se dejarán de aplicar cuando se presenten las primeras lluvias de la temporada.

Para las especies de cactáceas los riegos de mantenimiento se aplicarán una vez por semana, durante el primer mes de ser reubicados en campo. En el segundo mes se aplicarán solo dos riegos y, posteriormente, se aplicarán una vez al mes. La cantidad de agua suministrada por planta dependerá de la altura: con tallos menores a 30 cm recibirán 2 litros de agua por vez; con alturas superiores a los 30 cm se aplicará un riego auxiliar con 2 a 6 litros de agua. Los riegos dejaran de aplicarse cuando se presenten las primeras lluvias de la temporada.

Dichas acciones de mantenimiento se llevarán a cabo con la finalidad de asegurar la supervivencia del mayor número posible de ejemplares. Las actividades por realizar pueden incluir riego, deshierbe, fertilización y eliminación de pudriciones. En casos extremos, como con la detección de pudriciones avanzadas, la planta puede ser extraída y tratada hasta su recuperación o remplazo.

Aunado a lo anterior, se considera una sobrevivencia mínima del 80%, lo que implica que, en caso de que este porcentaje disminuya, se deberá realizar la reposición de ejemplares hasta alcanzar el valor indicado.

Reemplazo de plantas muertas

Se evaluará el estado físico de cada planta reubicada. Con base a los resultados de la inspección visual determinará cuales individuos deberán ser remplazados: Las principales características que deberán evaluarse son: Si la planta está muerta o en mal estado fitosanitario y la presencia de daños de las partes aéreas y marchitamiento en tallos y hojas.

El remplazo se podrá realizar al año siguiente del establecimiento de la reubicación de las plantas. Esta actividad será llevada a cabo con plantas producidas en vivero forestal, las cuales serán adaptadas a las condiciones naturales del área de reubicación. El remplazo de planta muerta debe de realizarse durante los periodos de lluvia con el objetivo de garantizar un alto porcentaje de sobrevivencia, mayor al 80% en el área de reubicación. Todas las actividades de reemplazo de plantas en el área de reubicación se registrarán en sus respectivos formatos.

INDICADORES

Indicadores de realización

Como indicador se utilizará el porcentaje de avance del rescate de flora en la superficie del **Proyecto** autorizado.

$$P = \frac{S_r}{S_i} x100$$

Donde:

P = Avance en el rescate de flora.

Sr = Superficie efectiva donde se ha ejecutado el recate de flora.

Si = Superficie forestal total del **Proyecto**.

Adicionalmente, un indicador cualitativo de la realización de las actividades del Programa, es el mejoramiento del paisaje en las áreas donde se llevará a cabo la reubicación de las plantas.

Indicadores de eficacia

Se utilizará como indicador de eficacia la sobrevivencia de los individuos rescatados:

EVALUACIÓN DE SUPERVIVENCIA

Esta tarea permite tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de árboles que están vivos en relación con los árboles efectivamente plantados. Para obtener la sobrevivencia de la plantación se extrapolan los datos de la superficie de muestreo a la totalidad de la plantación. En dado caso que la sobrevivencia disminuya del 80% de los individuos, la medida para mitigarlo es la plantación de nuevos individuos, los cuales tendrán el mismo mantenimiento que se les dará a los individuos anteriormente plantados.

Fórmula para calcular la estimación de la sobrevivencia:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai}{\sum_{i=1}^{n} mi} x100$$

Donde

Σ= ni=1	Sumatoria de los datos de acuerdo con la variable a o m
p =	Proporción estimada de árboles vivos
ai =	Número de plantas vivas en el sitio de muestreo i
mi=	Número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo i

Se espera un índice de sobrevivencia del 80% o más. Tener un monitoreo de la supervivencia de los individuos permitirá la toma de decisiones o de las medidas emergentes que se pudieran presentar si el número de individuos re-plantados fuera menor al 80%.

Evaluación del estado fitosanitario

Permite conocer la proporción de árboles sanos respecto a los árboles vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras. Si se presentará el caso donde algunos individuos plantados, presenten plagas, como cochinillas, áfidos, virus, bacterias u hongos, etc., se realizará la valoración para darle un tratamiento adecuado que consistirá principalmente en la remoción de la parte vegetativa dañado o invadida, la aplicación de plaguicida dirigido a la plaga (bactericida, fungicida, etc.), en dado caso que el individuo presente un estado de salud muy comprometido, se retirará la planta de su sitio de plantación para que la plaga no se propague hacia las demás plantas, y se eliminará la planta enferma; posteriormente, se reemplazará el individuo que presente las condiciones fitosanitarias adecuadas para un correcto desarrollo y establecimiento en su sitio definitivo.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$pS = \frac{\sum_{i=1}^{n} Si}{\sum_{i=1}^{n} ai} x100$$

Donde
Σ= ni=1 Sumatoria de los datos de acuerdo con la variable S o a
pS = Proporción estimada de árboles sanos
Si = Número de árboles sanos en el sitio de muestreo i

mi = Número de árboles vivos en el sitio de muestreo i

ANÁLISIS, PROCESAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Como parte de las actividades del presente programa, se llevará una bitácora donde se asentarán las actividades realizadas, nombre de la especie, número de individuos rescatados, coordenadas de rescate y reubicación, así como la técnica de rescate utilizada (individuo completo, por esqueje o hijuelo). Posteriormente, la información será concentrada en una tabla de Excel, con la finalidad de poder manejar mejor los datos y realizar los análisis correspondientes.

Tabla 2. Formato de registro de individuos rescatados

Fecha	Especie		Número de identificación	Características		Fecha de rescate	Fecha de trasplante	Ubicación (coordenadas)	Observaciones
	Nombre común	Nombre científico		Diámetro	Altura				

Tabla 3. Formato de registro de monitoreo de plantas rescatadas.

Registros de monitoreo de plantas rescatadas				
Hoja:	de		Fotografías:	
Fecha:		Sitio de reubicación:		
Evaluador				
UTM:	x:	Entidad y municipio:		
	y:	Tipo de vegetación:		

Observaciones: (10)			

ID.	Especie	Condición		Causa	Salud		Acciones recomendadas
		V	M		S	E	

CALENDARIO DE COMPROBACIÓN

La ejecución del rescate y reubicación de ejemplares se propone realizar en un lapso de 1 año, mientras que los mantenimientos, monitoreo y evaluación se realizarán durante principalmente 5 años posteriores. Si en algún momento se observa un decremento porcentual en la cantidad de individuos replantados, se procederá a implementar nuevas medidas que sirvan de correctivas a las acciones planteadas para el éxito de dichos especímenes, para con esto asegurar la supervivencia de los mismos. En la siguiente tabla se presenta el cronograma de las actividades que se implementarán.

Tabla 4. Calendario de comprobación.

Actividad	Bimestres (1er año)						Años							
	1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	….*			
Pláticas al personal de campo de la obra, para la identificación de especies susceptibles de ser rescatadas														
Identificación, selección y marcaje de individuos.														
Rescate (extracción de ejemplares)														
Reubicación de individuos seleccionados.														
Mantenimiento en sitios de acopio temporal.														
Monitoreo y evaluación.														
Seguimiento al rescate y reubicacion de flora														

*Si fuera necesario

PUNTO DE COMPROBACIÓN

Esta medida permitirá mitigar los impactos generados al factor ambiental Fauna y se comprobará con las bitácoras mediante los sitios de rescate y reubicación

MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

Cuando la sobrevivencia de los ejemplares de flora silvestre reubicados sea menor al 80% del total de los individuos rescatados, considerando un período de seguimiento de por lo menos tres años o hasta que derivado de los resultados obtenidos se justifique que ya no es necesario continuar con el seguimiento.

El monitoreo contribuirá a mantener vigiladas a las plantas rescatadas y la ejecución de acciones inmediatas para evitar la muerte de las plantas. Sin embargo, una vez reubicadas éstas, el porcentaje de sobrevivencia calculado es del 80%, aunque este puede disminuir debido a diversos factores. Cuando esto ocurra se deberá determinar el factor que incide en la disminución de la sobrevivencia, entre los cuales existen:

- Ataques de invertebrados o enfermedades por hongos u otros agentes bióticos. Se determinará el organismo que estuviera efectuando el ataque, se realizará el control de la plaga con

productos orgánicos a base de chile, canela y ajo, los cuales tendrán un efecto insecticida, antibiótico y repelente.

- Muerte esporádica. De no observarse una causa de la muerte de las plantas se deberá realizar una reubicación de los individuos, y se deberán de tomar las precauciones pertinentes.
- Extracción inadecuada. Puede ser posible que la extracción de los individuos se haga de una forma inadecuada o incorrecta (al extraerla se dañen las raíces), y que esto cause la muerte de ellos.
- Robo. Es posible que la disminución de los valores de sobrevivencia se deba al robo de las plantas, para ello se deberá reforzar la vigilancia de las plantas.
- Inadaptabilidad. Cabe la posibilidad que el lugar donde se van a reubicar las especies no cumpla con las expectativas que ellas necesitan (clima, tipo de suelo, humedad, rayos de sol, etc.).
- Competencia. Que las especies que ya están en el lugar a reubicar tengan dominancia y esto cause la muerte de las nuevas especies o el crecimiento casi nulo.

PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE CON ESPECIAL ÉNFASIS EN LA ESPECIES EN NOM-059-SEMARNAT-2010

Este programa describe los métodos y técnicas para el ahuyentamiento, rescate, reubicación y el monitoreo de individuos de fauna en las áreas donde se establecerán los componentes del **Proyecto**, a través de labores de protección.

Si bien la fauna tiene la capacidad de desplazarse por sus propios medios, hay especies que debido a su lento desplazamiento (como los reptiles y mamíferos pequeños) son más vulnerables al tener una movilidad limitada; asimismo las especies de hábitos fosoriales, es decir, aquellas especies que se encuentran adaptadas a la excavación y a la vida subterránea, son más susceptibles a ser afectadas por las actividades del **Proyecto**; por lo que es necesario tomar medidas que se enfoquen como primera opción en el ahuyentamiento de la fauna en caso de encontrarse hacia un sitio donde puedan continuar con sus procesos biológicos.

Con base en los resultados de la caracterización de fauna presente en el área de establecimiento del **Proyecto**, en el presente Programa se exhiben la metodología de ahuyentamiento de fauna y las metodologías para el rescate de fauna que fueran susceptibles de rescatar y reubicar, teniendo en cuenta el grupo taxonómico para evitar el estrés de los ejemplares manipulados, así como el monitoreo de la fauna. Los individuos de fauna que pudieran ser rescatados serán reubicados en sitios con condiciones ecológicas similares a donde fueron localizados, aumentando con ello la probabilidad de éxito de su supervivencia en las áreas de reubicación o establecimiento definitivo.

Los esfuerzos de captura serían dirigidos con énfasis sobre especies de lento desplazamiento; mientras que las acciones de ahuyentamiento (sin la captura directa de los ejemplares) estarán enfocadas sobre cualquier ejemplar de fauna encontrado en el área de establecimiento del **Proyecto**, debido a la importancia ecológica de todas las especies dentro de una comunidad.

OBJETIVOS

Objetivo General

Salvaguardar a los individuos de fauna silvestre que se pudieran transitar en la superficie del desarrollo del **Proyecto** durante las diferentes etapas del **Proyecto**, estableciendo las técnicas adecuadas de protección, rescate, reubicación, monitoreo y manejo de fauna para propiciar su conservación dentro de las áreas adyacentes al **Proyecto.**

Objetivos Particulares

- Ahuyentar de la superficie autorizada para la construcción del **Proyecto** a especies de aves, así como cualquier fauna terrestre que se pudiera encontrar en las inmediaciones del **Proyecto**, con la finalidad de disminuir la densidad de fauna, motivando su desplazamiento a áreas aledañas con vegetación similar a la que se encuentra en el sitio del **Proyecto**.
- Rescatar y reubicar las especies de fauna silvestre, que se pudieran encontrar y que no pudieran ahuyentarse dentro del área del **Proyecto** y que sean susceptibles de ello.
- Asegurar mediante una serie de acciones de manejo, que las obras que se pretenden realizar ocasionen el menor daño posible a la fauna.
- Otorgar estrategias para favorecer la reubicación de las diferentes especies, y reubicarlas en áreas con características físicas y biológicas similares a las del área de procedencia de los ejemplares rescatados.
- Conservar, prioritariamente a todas las especies de fauna que pudieran estar presentes en el área destinada al **Proyecto.**

Metas particulares

- Ahuyentar el mayor número de individuos de fauna presentes que se pudieran encontrar en el área de establecimiento del **Proyecto**.
- Rescatar y reubicar a los individuos de fauna del área de establecimiento del **Proyecto** que no se hallan desplazado con las actividades de ahuyentamiento, en caso de encontrar algún ejemplar.
- Minimizar el daño a las especies de fauna presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos presentes.
- Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos de fauna que fueran susceptibles de ser capturados, evitando causar estrés en ellos o manejo excesivo.
- Que el sitio de reubicación de los ejemplares que se pudieran rescatar sea el óptimo y cumpla los requerimientos de hábitat para garantizar su adaptabilidad y supervivencia en el medio.
- Crear conciencia de protección entre las personas involucradas con el **Proyecto**.

RESPONSABLES DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

La responsabilidad de la ejecución del Programa estará a cargo de los contratistas y subcontratistas, quieres serán los encargados de llevar a cabo la aplicación oportuna y efectiva del Programa. La supervisión y vigilancia del Programa a través de la aplicación del **PVA** será del supervisor ambiental de la Promovente, quien será que reporte las desviaciones e incumplimiento al mismo, para lo cual deberá de realizarse una auditoria del presente Programa.

METODOLOGÍA

[redacted]

Las acciones previstas en el presente Programa se encuentran enfocadas a la protección y conservación de todos los vertebrados (reptiles, aves y mamíferos principalmente), siendo la única condición que se pudieran hallar dentro del área de intervención del **Proyecto** y en riesgo de ser afectado por alguna de las actividades de preparación del sitio y construcción. Se optará preferentemente por el ahuyentamiento y solo en casos particulares, así como por la posibilidad de encontrar alguna especie faunística por la captura y reubicación de individuos y su posterior monitoreo.

Criterios de selección para el rescate y reubicación

La fauna responde diferencialmente a las alteraciones en el medio ambiente, después y durante una perturbación, por lo que esta reacciona dependiendo al comportamiento propio de su especie, su grado de movilidad, el estado físico en el que se encuentre y el tipo y velocidad de la perturbación.

Para determinar las especies de fauna a rescatar se tomaron en cuenta las especies de fauna registradas en el predio de acuerdo con la caracterización de la presente manifestación, estableciendo los siguientes criterios de selección:

- Fauna de lento desplazamiento. Aquí se considera la movilidad de los individuos, entendida como la capacidad de escape natural que tienen ante los cambios en su hábitat; mientras menor sea su movilidad (por ejemplo: anfibios, reptiles y pequeños mamíferos) tendrán menor probabilidad de desplazamiento ante las perturbaciones generadas por las actividades realizadas para el desarrollo del proyecto.
- Individuos que se encuentren imposibilitados para desplazarse, heridos en condiciones de recuperarse o de ser reintegrados al medio. Engloba los individuos que aún se encuentran en etapa de desarrollo y que no son capaces de desplazarse por sus propios medios, pese a ser individuos pertenecientes a especies con alta movilidad, como, por ejemplo: crías de aves o mamíferos. Asimismo, incluye individuos heridos que se considere que tienen la posibilidad de recuperarse para más tarde ser reintegrados al medio.
- Especies nativas o endémicas. Este criterio se aplica considerando el endemismo de las especies al país o al estado, como una medida de valor biológico de estas especies, en el sentido de que deberían de ser consideradas como especies prioritarias en su manejo en relación a las no endémicas.

Es importante aclarar que el rescate de fauna que se realizará únicamente dentro del área de aprovechamiento del predio del **Proyecto** y será ejecutado por un equipo de especialistas entre los que se encontrarán biólogos y/o veterinarios de fauna silvestre, pues serán ellos quienes determinarán los ejemplares factibles de rescate. Dicho rescate se llevará a cabo previo al inicio de la etapa de preparación del sitio y solo en caso de ser necesario se realizará el rescate de fauna en las etapas de construcción y de operación.

Integración de la brigada de rescate

El rescate sería ejecutado por una brigada a cargo de un técnico especialista en fauna que coordinará las actividades a realizar por los auxiliares de campo; cada uno de los integrantes de la cuadrilla contará con equipo de protección personal y con las herramientas necesarias para el buen manejo de los ejemplares de fauna.

El técnico especialista en fauna tendrá como responsabilidades:

- Asegurarse que el personal de la brigada cuente con el equipo de protección personal y con las herramientas necesarias para realizar el trabajo;
- Gestionar los recursos necesarios para asegurar la logística operativa de la brigada;
- Identificar las especies rescatadas;
- Coordinar el trabajo de rescate;
- Verificar que los ejemplares rescatados sean correctamente manejados, desde su captura hasta su reubicación;
- Verificar que las áreas de reubicación tengan características similares al sitio de donde se capturaron los ejemplares;
- Supervisar que el rescate y reubicación se realice de forma correcta;
- Elaborar los reportes relacionados con la ejecución del programa, que periódicamente se deban entregar a la autoridad.

Las actividades que desarrollarían los auxiliares de campo son:

- Emplear en todo momento, el equipo de protección personal y las herramientas necesarias para realizar un trabajo en forma segura y confiable;
- Realizar las actividades de ahuyentamiento fauna (ruido, movimiento de troncos, piedras, etc.).
- Realizar la búsqueda de ejemplares, removiendo objetos que pudieran servir de refugio;
- Realizar de ser el caso, la captura de ejemplares, con base en la técnica de acuerdo con el grupo faunístico;
- Georreferenciar los puntos de captura y liberación y recabar las evidencias fotográficas de las acciones realizadas.
- Llevar a cabo el monitoreo de las especies que pudieran ser rescatadas y reubicadas.

Después de haber conformado la brigada de rescate y previo al inicio de las actividades de ahuyentamiento rescate y reubicación de fauna se capacitará al personal que participará en las actividades mediante la impartición de pláticas y cursos de manejo adecuado de los grupos de fauna y posteriormente se procederá a monitorear la fauna que pudiera haber sido rescatada y reubicada.

Figura 4. Metodologías realizadas en el trabajo de campo.

[redacted]








Sitios de rescate y reubicación

Los sitios donde se realizará el rescate y reubicación de ejemplares de fauna susceptibles de rescate y que sean hallados en el **AP**, serán en áreas conservadas y en caso de ser necesario dentro de la **RE** del **Proyecto**, delimitadas por la brigada de topografía para la construcción del **Proyecto**.

La localización de los individuos susceptibles de captura se realizará a través de búsquedas deliberadas que impliquen la remoción de objetos tales como piedras o troncos, hierbas o cualquier otro sitio que sirva como refugio. Para precisar los sitios de rescate, invariablemente se georreferenciarán y reunirán evidencias fotográficas que demuestren el momento de la captura y reubicación del ejemplar.

Para cada ejemplar de fauna que fuera rescatado se efectuaría una caracterización del medio donde se desarrollan naturalmente y donde de ser el caso, sean encontrados. Es importante mencionar que durante la elaboración del estudio ambiental del **Proyecto**, además de haberse realizado el muestreo de fauna en el **AP** y en la **RE**, también fue posible reconocer el tipo de ambientes naturales y modificado, así como las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona, por lo que con base en el conocimiento de la fauna registrada, el conocimiento de la fauna potencial y el conocimiento de las características medioambientales de la zona se podrá identificar las áreas más adecuadas para la reubicación de los organismos faunísticos para garantizar que tenga las mismas oportunidades de sobrevivir.

Se deberá de seleccionar un sitio adecuado para la reubicación de los individuos de fauna, ya que dicha situación juega un papel importante para para garantizar que tenga las mismas oportunidades de sobrevivir, que tenían antes de ser capturados y reubicados.

Considerando que las acciones de captura representan una fuente de estrés para los individuos de fauna, posible daño físico si no se realiza su captura y manejo de forma adecuada, así como la posible transmisión de enfermedades (de una especie de fauna a otra especie de fauna), la captura, manejo y reubicación de los individuos de fauna se realizará por personal que cuente con los conocimientos y experiencia necesaria en el manejo de los diferentes grupos de fauna, evitando manipulaciones indebidas y estrés en los animales. Los animales capturados serán asegurados en recipientes o sacos especiales y transportados al lugar de reubicación, asegurando que el trayecto sea lo menos traumático para ellos. La liberación se realiza con el mismo día de su captura evitando prolongar más de lo necesario el tiempo de cautiverio de los ejemplares capturados.

Con respecto a la ubicación de los sitios destinados para la reubicación de la fauna, en caso de encontrar fauna susceptible de rescate, tanto las áreas de rescate como las de reubicación serán georreferenciadas y reportadas a la autoridad dentro de los informes de cumplimiento; proponiéndose la siguiente área para realizar la reubicación.

Técnicas de rescate de fauna silvestre

El Programa iniciará con la capacitación del personal que participará en las actividades de rescate mediante la impartición de pláticas y cursos de manejo adecuado de los grupos de fauna. Las actividades de rescate y reubicación de fauna irán acorde al avance de la limpieza del terreno.

Para salvaguardar la integridad de los individuos de fauna presentes en el área de establecimiento del **Proyecto**, la primera alternativa será realizar acciones de ahuyentamiento y después se realizará búsqueda activa de individuos que no se hayan desplazado por sus propios medios para proceder de ser el caso, a su rescate y reubicación conforme a la técnica más adecuada dependiendo del grupo taxonómico que se trate.

Acciones de ahuyentamiento

Las acciones de ahuyentamiento serán primordiales y consisten en incitar a los ejemplares a alejarse por sí solos del área de establecimiento del **Proyecto**. Este procedimiento será la principal herramienta para usar con la fauna debido a que este método es el que genera menos estrés al no depender de la captura de los ejemplares y tenerlos en cautiverio hasta la hora de su liberación.

Se prevé utilizar la estimulación auditiva para el ahuyentamiento de ejemplares, que consiste en la reproducción de sonidos que estimulen el desplazamiento de individuos; además de los estímulos mecánicos que consisten en movimiento de arbustos, rocas, troncos o cualquier otro sitio que pueda fungir como refugio; por lo que se requerirá de silbatos y/o instrumentos para generar sonidos tales como altavoces, silbatos o aparatos ultrasónicos. Este tipo de técnicas pueden aplicarse a los diferentes grupos taxonómicos, aunque resulta más efectivo en el caso de especies de rápido desplazamiento y amplio rango de movimiento en términos de su ámbito hogareño.

Se realizarán las acciones de ahuyentamiento con una anticipación máxima de un día previo a que comiencen los trabajos de preparación del sitio y construcción; el lapso de tiempo debe ser corto para evitar la recolonización del área liberada de la presencia de fauna. Estas labores se efectuarán conforme avance la obra, es decir, estarán supeditadas a la calendarización de las obras del **Proyecto**. Cabe mencionar que los trabajos de preparación de sitio y construcción implicarán en sí una actividad de ahuyentamiento debido a la presencia de una mayor cantidad de personas y maquinaria, por lo que conforme se avance la obra se espera la incidencia de una menor cantidad de individuos de especies de fauna silvestre dentro del área del **Proyecto**, en caso de encontrarse.

La brigada de rescate de fauna recorrerá mediante transectos el área de establecimiento del **Proyecto** siendo implementados los estímulos, previo al ingreso de maquinaria y personal, los estímulos auditivos generados deberán ser mayores a 100 dB, con lo que se espera la huida de aves y mamíferos de talla grande cuya capacidad de desplazamiento es mayor. Los sonidos emitidos a través de dispositivos tales como altavoces o sirenas alertarán de peligro a los individuos de fauna local y deberán ser generados en lugares y momentos estratégicos y NO se activarán de forma continua, ya que el estímulo podría volverse común para la fauna y el efecto deseado no se lograría.

Para efectuar las acciones de ahuyentamiento, se tendrán en cuenta los picos de horarios con mayor actividad para cada grupo faunístico.

Tabla 5. Horarios de mayor actividad de la fauna silvestre

Taxón	Horario matutino	Horario vespertino
Reptiles	Entre las 6:30 y las 10:30 am	Entre las 6:00 y las 10:00 pm
Mamíferos	Entre las 7:00 y las 9:00 am	Entre las 6:00 y las 12:00 pm
Aves	Entre las 5:30 y las 9:30 am	Entre las 3:00 y las 6:00 pm

En este tenor, se especifica que el tiempo considerado para la aplicación del presente Programa será durante toda la etapa de Preparación de sitio y Construcción, pudiendo haber monitoreos posteriores a dicha etapa para asegurar que no haya algún ejemplar faunístico dentro de las áreas del **Proyecto**.

Técnicas de captura y reubicación de fauna silvestre

Cualquier tipo de manejo afecta física y emotivamente a los ejemplares de fauna, por lo que se considera un manejo adecuado, aquel que permite la obtención del objetivo deseado en forma eficiente, sin comprometer la salud del animal, ni poner en peligro la seguridad de quien lo realiza. Por lo anterior, el ejemplar se debe mantener lo más tranquilo posible, realizando un manejo suave, seguro y eficiente. El manejo adecuado favorece la adaptación, sobrevivencia y reproducción, ya que contribuye a mantener sanos a los ejemplares y permite el despliegue de las conductas naturales propias de cada especie, por lo anterior, la técnica de captura estará en función de las características de los diferentes grupos de vertebrados hacia los cuales está enfocado el presente programa, mismas que se describen en los siguientes párrafos.

Reptiles

La búsqueda de individuos de este taxón será dirigida revisando piedras, cúmulos de material vegetal o cualquier otro elemento donde pudieran albergarse, teniendo por objetivo maximizar la eficiencia de captura. Los métodos más efectivos para la captura de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa (Mella, 2005; Donoso-Barros, 1996). Dependiendo de las características del ejemplar y el riesgo que represente su manipulación, ésta podrá ser:

Captura directa: Las lagartijas y otros pequeños reptiles podrán ser capturados atrapándolos directamente con la mano, la manera más fácil es sujetándolos rápidamente con la mano abierta, teniendo cuidado de no aplastarlos. Esta manipulación directa de individuos deberá ser mediante el uso de guantes de carnaza, sujetándolos con cuidado por la parte dorsal del cuerpo y nunca por la cola, ya que es desprendible.

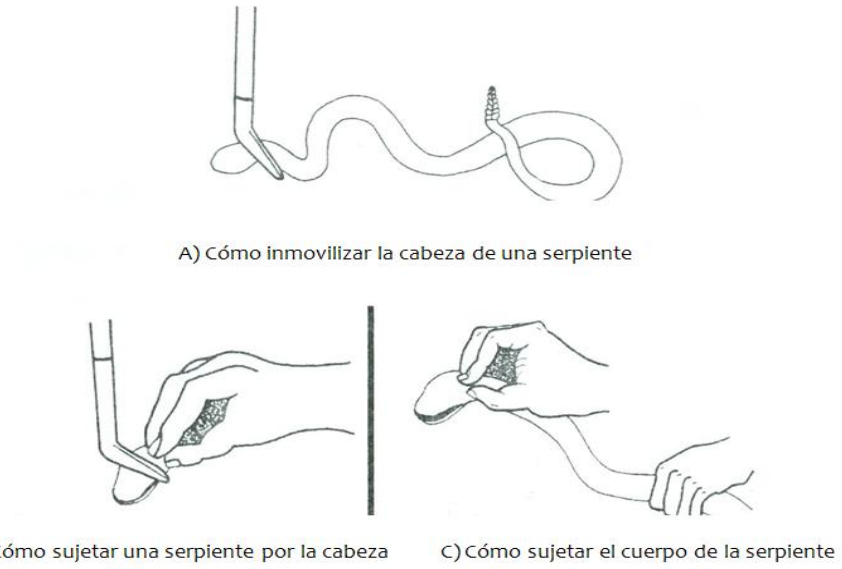
Captura indirecta: La captura indirecta también podrá ser aplicada sobre reptiles de talla pequeña utilizando una vara lazo, que consiste en un tubo ligero y hueco donde atraviesa un cordel delgado, en un extremo del tubo cuelga el cordel en forma de arillo y el otro extremo se utiliza para jalarlo. Para utilizar esta técnica, es necesario acercarse lentamente y con mucho cuidado para no perturbar o espantar al organismo y una vez que se alcanza una distancia aceptable, se coloca el arillo del cordel en la parte del cuello y/o en alguna de las patas para evitar la asfixia e inmediatamente se jala del otro extremo sin presionar demasiado ya que se puede lesionar al organismo atrapado (Aguirre-León en Gallina-Tessaro y López-González, 2011).

Figura 5. Vara lazo para la captura de lagartos de talla pequeña y lagartijas.



Para la captura de culebras y víboras se utilizarán ganchos o bastones herpetológicos; para utilizarlos, una persona deberá presionar ligeramente con uno de estos ganchos la cabeza del individuo contra el suelo, lo cual permitirá que una segunda persona, la que cuente con mayor experiencia en el manejo de estas especies para evitar accidentes y daño sobre las vértebras del animal (Mata-Cruz, 2012), la sujete de la cabeza rodeándola con el dedo pulgar en sentido contrario de los demás dedos, en tanto que con la otra mano sostendrá el cuerpo, en su parte media-baja, para inmovilizarla.

Figura 6. Captura y contención de culebras y víboras.



A) Cómo inmovilizar la cabeza de una serpiente

B) Cómo sujetar una serpiente por la cabeza

C) Cómo sujetar el cuerpo de la serpiente

Las especies particularmente ágiles y peligrosas, podrán manipularse (a consideración de quien esté realizando el manejo de ejemplares) con dos ganchos herpetológicos, de forma que no se tenga contacto directo con el individuo, con uno de ellos se levantará la parte de la cabeza y con el otro la parte media del cuerpo e inmediatamente se depositarán dentro del medio de transporte.

Mamíferos

Es común que los mamíferos respondan positivamente a las acciones de ahuyentamiento alejándose por sí solos de las áreas donde se ejecutan. No obstante, las alternativas metodológicas para la captura de estos individuos se describen a continuación:

Captura directa: La captura podrá ser directa, particularmente para la mastofauna de talla pequeña, como lo son los roedores. En cuyo caso, se emplearán guantes de carnaza como protección ante mordidas, y el individuo se inmovilizará con la palma de la mano hacia abajo y los dedos rodeando su cuerpo, actuando con suavidad y firmeza.

Captura indirecta: La captura indirecta es aplicable por medio del empleo de trampas tipo Sherman y/o Tomahawk que serán colocadas en los sitios de paso donde se juzgue que podrían estar alojándose algún ejemplar de mastofauna y de ser el caso, en entrada de las madrigueras.

Este tipo de trampas tienen un sistema donde la puerta de entrada se mantiene sujeta en un doble piso, sobre el cual se coloca el cebo, al pisar el animal sobre éste, se dispara la puerta accionada por un

resorte, atrapando al individuo. El "cebo" consistirá en una pequeña porción de avena mezclada con crema de cacahuate (Mills et al., 1998) y se colocará antes de activar la trampa.

Las trampas serán activadas y cebadas antes de oscurecer y revisadas en la mañana del día siguiente de su colocación (Mills et al., 1998 Op cit.), para que en su caso los individuos capturados sean reubicados lo antes posible.

Figura 7. Trampas para la captura de mastofauna utilizadas en el trabajo de campo en el área del **Proyecto**.



Trampa tipo Tomahawk para la captura de mamíferos de talla pequeña y medianos



Trampa tipo Sherman para la captura de mamíferos de talla pequeña



Aves

En el caso de las aves, su capacidad de desplazamiento es en cierta forma un atenuante para los casos de pérdida de organismos, realizando en primera instancia durante los recorridos el ahuyentamiento.

No obstante, a fin de propiciar la migración de individuos, será necesario recurrir a técnicas de amedrentamiento (Hawthorne, 1987), encaminadas sobre todo a desplazar o ahuyentar especies de aves.

Se considera menos estresante para las aves provocar perturbaciones de ruido para que se desplacen, que utilizar métodos de trampeo innecesarios que pueden estresarlas considerablemente, además de causarles algún daño físico por la captura.

Figura 8. Técnicas trabajadas en campo en el área del **Proyecto** para Avifauna.



Son pocas las aves con mínima movilidad que requieran ser capturadas para trasladarlas a un lugar más seguro. Solo se capturarán aves que no estén en condiciones de desplazarse por sí mismas, ya sea que se encuentren heridas, o que sean crías de aves en etapas tempranas de crecimiento localizadas en nidos que no puedan esperar a ser reubicados y/o que sus padres hayan abandonado. La captura de aves, involucra el uso de trampas y redes.

- Trampas en forma de corazón: son para capturar aves que están anidando. Las precauciones son con respecto a la ubicación y dirección de la trampa.
- Trampas con una puerta que cae: son para aves que están incubando.
- Trampas con redes: Pueden ser de acción repentina, esta trampa es altamente selectiva y puede utilizarse con mal tiempo.

Figura 9. Ejemplo de métodos para captura de aves.



Traslado y liberación

Generalidades para el transporte y liberación

Para la transportación de los ejemplares del sitio de captura al de liberación, se deberán tomar en cuenta las siguientes medidas:

- La transportación será lo más rápido y tranquilamente posible.
- Los ejemplares serán transportados por separado (aún los de especies gregarias), cada uno en una jaula. En el caso de los reptiles pueden ser transportados en bolsas de tela o costales individuales. En el caso de los anfibios, se transportarán en recipientes de plástico.
- Las jaulas de transporte deben ser cerradas (para algunas especies es recomendable que tengan una ventana hecha con malla metálica), con sistema de aireación, provistas de patas o un pie en su base, puerta con seguro (las corredizas son más seguras que las que tienen bisagras), y manijas para su traslado.
- Las medidas de las jaulas deben permitir un cómodo ingreso y permanencia a los animales que se desee trasladar, así como también su fácil manipulación.
- Cuando se transporten varias jaulas, se deberá acolchar las superficies para evitar que se golpeen.

Se deberán tomar las medidas adecuadas de transportación considerando el tipo de fauna a trasladar, ya que cada grupo de vertebrados tiene conductas propias

El sitio donde se liberen los ejemplares deberá tener las siguientes características, con la finalidad de que sea el sitio más adecuado que permita a los individuos continuar con su desarrollo:

- El área de liberación deberá de tener un grado de similitud con el sitio original de rescate, es decir, deberán ser sitios con vegetación natural y en un estado de conservación apto para asegurar su supervivencia.

- Es preferible que los sitios de reubicación se localicen en las zonas cercanas al área donde se desarrollará el proyecto, con la finalidad de que el traslado sea lo más rápido posible.
- Se deberá considerar el grado de influencia de otras actividades en el sitio de liberación.
- Grado de mejoramiento de las condiciones para aumentar la probabilidad de colonización de los ejemplares liberados.
- Condiciones de la estructura de edades y proporción sexual de los animales liberados (p. e. para especies territoriales, si los machos se liberan en forma separada, si se liberan grupos de machos y hembras, entre otros).

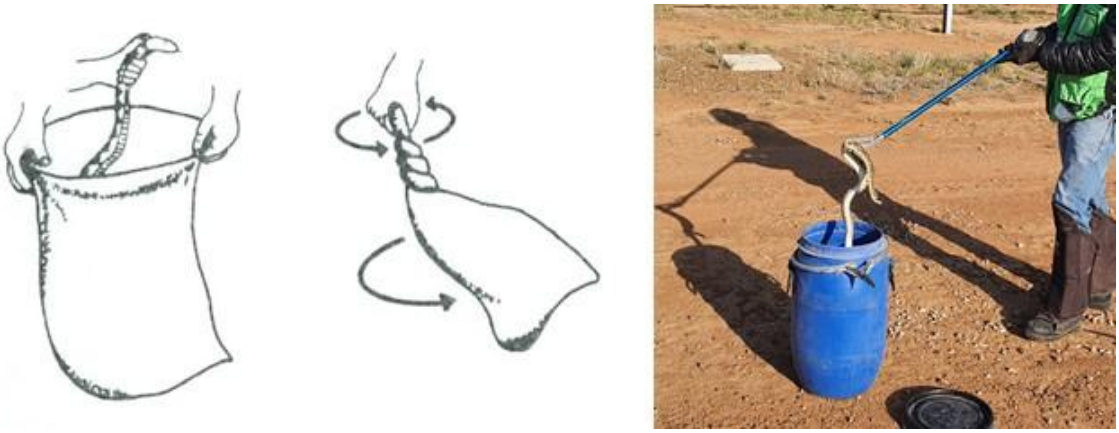
Adicional a lo anterior se buscarán que estos sitios de liberación cuenten con las mismas características del hábitat en el que se encuentran los organismos. De esta manera se evitará en la medida de lo posible que la fauna que habita en el lugar se vea afectada debido a las actividades a desarrollar en el **Proyecto**.

Reptiles

El medio de transporte consistirá en un contenedor profundo de plástico o bien, un costal de manta que una persona deberá sostener, abriéndolo lo suficiente para que una segunda (la que manipula al ejemplar), introduzca al individuo rápidamente y con cuidado para no lastimarlo, introduciendo primero la parte posterior (cola) seguido de la parte anterior (cabeza); una vez adentro el reptil, el costal deberá torcerse, doblarse y amarrarse en el extremo (Aguirre-León en Gallina-Tessaro y López-González, 2011).

En caso de especies venenosas, manipuladas con el uso de dos ganchos herpetológicos, el transporte de ejemplares puede realizarse mediante los contenedores antes mencionados para no tener ningún contacto con el individuo de fauna, éstos deberán contar con ventilación.

Figura 10. Transporte de reptiles para su reubicación.



Al término de cada jornada, los animales que se hayan capturado, serán trasladados hacia los sitios de liberación, seleccionados con forme a los descrito previamente, y sin exceder en ningún caso las 24 horas de cautiverio.

Mamíferos

Una vez capturados, los individuos de este grupo se trasladarán al sitio elegido para su reubicación, dentro de las mismas trampas cubiertas con tela para reducir el estrés derivado del traslado y la presencia humana, y en el menor tiempo posible siguiendo la ruta más corta, pero a través de los caminos que estén en mejores condiciones.

Registro de datos

Todos los individuos que sean rescatados deberán de ser inspeccionados por el especialista en fauna silvestre, de modo que éste podrá determinar si los individuos se encuentran en buena condición física tras su manipulación; asimismo, llenará una hoja de registro en la que se especificará la siguiente información:

- Coordenadas UTM del sitio en el que se rescató.
- Nombre común y científico del ejemplar.
- Condición física, sexo, solo si es posible determinarlo, peso, talla y otros rasgos morfométricos.
- En caso de que el animal requiriera de tratamiento médico, se deberá especificar en qué consistió.
- Coordenadas UTM del sitio de liberación.

Posteriormente, la información será concentrada en una tabla de Excel, con la finalidad de poder manejar mejor los datos y realizar los análisis correspondientes.

Tabla 6. Ejemplo de bitácora de rescate de fauna que se podría emplear para el registro de información.

Técnico responsable:				**Fecha de captura:**	**Coordenadas de captura**		**Coordenadas de liberación**		**Fecha de liberación:**	**Condición física del ejemplar**
Nombre común	**Nombre científico**	**Estatus de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)**	**Distribución**		**X**	**Y**	**X**	**Y**		
Observaciones:										

Con el registro de los datos antes mencionados, se podrán elaborar informes de las actividades de rescate realizadas para el **Proyecto**, mismos que podrán ser presentados a las autoridades correspondientes en caso de así requerirse.

Cuidado de las especies rescatadas

El **Proyecto** contará con personal especializado para atender de manera oportuna, en el caso de que se presentara un evento de alguna especie de fauna silvestre que pudiera verse afectada por las actividades del **Proyecto**, y si por alguna situación la avifauna se vería afectada que es muy poco probable, el personal asignado a esta actividad atenderá a los individuos lesionado y lo comunicará a la **PROFEPA**.

INDICADORES

Indicadores de realización

Como indicador de realización (mide la aplicación y ejecución efectiva del programa) y de ser el caso que hubiera fauna en el **AP**, se utilizará el porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna con respecto al área autorizada para la construcción del **Proyecto**, con base en la siguiente expresión:

$$R_{\%av} = \frac{S_r}{S_t} x100$$

Donde:

R%av = Porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna.

Sr = Superficie efectiva donde se ha ejecutado el ahuyentamiento y rescate de fauna.

St = Superficie total del proyecto.

Para este indicador el umbral permisible es el 100% de la superficie.

Indicadores de eficacia

Los indicadores de eficacia miden los resultados obtenidos por la aplicación del programa, tratándose de fauna silvestre y en virtud de su movilidad, la mayoría son no cuantificables. No obstante, se determinó de utilidad el siguiente:

Sobrevivencia de los ejemplares de fauna al **momento de su liberación**, mediante este indicador se evaluará que las técnicas de manejo y su ejecución hayan sido adecuadas, cumpliendo con el objetivo de salvaguardar el bienestar de los individuos rescatados.

$$E_{\%sv} = \frac{S_l}{S_c} x100$$

Donde:

E%sv = Porcentaje sobrevivencia de los individuos reubicados, al momento de su liberación.

S_I = Número de individuos vivos liberados.

S_C = Número de individuos capturados.

Para este indicador el umbral permisible es el 100%, pues no se admitirán pérdidas derivadas de un mal manejo.

La sobrevivencia de los ejemplares rescatados se registrará desde el momento de su captura y hasta el momento de su liberación, es importante no perder de vista que la fauna rescatada será liberada en un ambiente libre y abierto, es decir no se reubicará en un ambiente confinado, por lo que el seguimiento de sobrevivencia después de su liberación implicaría actividades de colocación de chip, marcaje, captura y recaptura o alguna otra técnica que permita monitorea a los individuos reubicados; situación que sometería a la fauna de forma innecesaria a fuertes presiones de estrés o posible daño físico.

Se considera que si se seleccionan de forma adecuada los sitios de reubicación las oportunidades de supervivencia serán iguales a las oportunidades que se tenía antes de ser rescatados y reubicados ya que la fauna se enfrentará a las mismas bondades y presiones del ecosistema. Es importante no perder de vista que las condiciones presentes en el **AP** se observaron también presente en la **RE**, por lo que se puede asegurar que el **AP** no es un sitio único o con características excepcionales imposibles de encontrar en otro sitio.

Con base en el conocimiento y estudio de **AP** y la **RE**, así como con el conocimiento y experiencia en el manejo de la fauna, además del conocimiento de las especies recatadas y la adecuada selección de los sitios de reubicación se asegura que la fauna reubicada podrá tener las mismas oportunidades de sobrevivencia que tenía en su lugar de origen y además los individuos de fauna no serán sometido al estrés innecesario que representan las actividades de marcaje cualquiera que sea la técnica empleada y captura y recaptura.

Adicionalmente, y de forma cualitativa, podrá evaluarse la efectividad del programa en virtud de que el número de individuos rescatados vaya disminuyendo conforme avanzan los días de trabajo, ya que se espera una recesión natural de la actividad faunística en el área de establecimiento del **Proyecto**, derivada del ahuyentamiento y de las actividades de preparación del sitio y construcción.

ANÁLISIS, PROCESAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Cada supervisor ambiental del contratista o subcontratista será responsable de la ejecución de las actividades o programas específicos, presentando un informe mensual de los resultados obtenidos al supervisor ambiental de la Promovente para este integre el informe anual que deberá de presentarse ante la **SEMARNAT**.

Cabe señalar, que el informe mensual desarrollado por cada supervisor ambiental de las contratistas o subcontratistas deberá de contener la siguiente información de manera enunciativa, pero no limitativa:

- Período de aplicación de las medidas o programas específicos que se integran al presente Programa.

- Descripción de las medidas o programas específicos aplicados ligados al presente Programa con sus responsables a través de la integración de bitácoras de trabajo en los diferentes frentes, debidamente firmadas por los supervisores ambientales.
- Grado de cumplimiento de los indicadores de eficacia y realización comprometidos en los programas específicos aplicados.
- Medidas de urgente aplicación aplicadas para corregir las desviaciones identificadas en la aplicación de las medidas o programas específicos.
- Anexo con la evidencia de las acciones que ha llevado a cabo la promovente en las distintas etapas del proyecto. El anexo deberá contemplar fotografías y/o videos a color, con su respectiva referencia geográfica (coordenadas UTM en formato .csv y/o .kml), así como la fecha y hora de captura como marca de agua en cada fotografía y/o video.
- integrar otros temas relevantes que demuestren un buen desempeño del Programa.
- Análisis, discusión y conclusión de resultados.

CALENDARIO DE COMPROBACIÓN

Este programa solo se ejecutará dentro de la etapa de preparación del sitio y construcción del **Proyecto**.

Tabla 7. Calendario de comprobación.

Descripción / mes	1	2	3	4	5	6	7	8	…
Porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna									
Porcentaje sobrevivencia de los individuos reubicados, al momento de su liberación									

Mientras que, para el monitoreo de la fauna, se tendrá el siguiente calendario.

Tabla 8. Calendario de comprobación para el monitoreo de la fauna

Actividades/años	1	2	3	4	5	…..				
Preparación del sitio										
Recorridos de ahuyentamiento de fauna previo al desmonte										
Recorridos de verificación e inspección física de la existencia de fauna terrestre de lento desplazamiento previo al desmonte										
Rescate y atención de individuos para ser notificados a la PROFEPA										
Informe anual presentado ante la SEMARNAT										

Actividades/años	1	2	3	4	5	…..				
Construcción										
Recorridos de verificación e inspección física de la invasión o existencia de fauna terrestre de lento desplazamiento durante las actividades constructivas										
Rescate y atención de individuos para ser notificados a la PROFEPA.										
Informe anual presentado ante la SEMARNAT										
Operación y mantenimiento										
Desarrollo de acciones de rescate y reubicación si se ubican individuos de fauna en la etapa operativa**										
Informe anual presentado ante la SEMARNAT										

** Refiere únicamente a si se ubica algún individuo de fauna en la etapa operativa, se aplicarán para dicho individuo las acciones de rescate y reubicación.

PUNTO DE COMPROBACIÓN

Los puntos de comprobación del presente programa se indican a continuación.

Tabla 9. Puntos de comprobación.

Punto de comprobación	Temática	Etapa del proyecto de aplicación	Evidencia documental	Componente ambiental
Área del proyecto sobre la huella o frentes de trabajo del Proyecto y sus componentes.	Porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna	**PS y C**	Bitácoras firmadas por el supervisor ambiental de la contratista o subcontratista.	Fauna silvestre
			Informes mensuales firmados por los supervisores ambientales	
	Porcentaje sobrevivencia de los individuos reubicados,	**PS y C**	Bitácoras firmadas por el supervisor ambiental de la contratista o subcontratista.	Fauna silvestre

Punto de comprobación	Temática	Etapa del proyecto de aplicación	Evidencia documental	Componente ambiental
	al momento de su liberación		Informes mensuales firmados por los supervisores ambientales	
Informe anual	Informe de cumplimiento	**PS, C, O y M**	Acuse de cumplimiento del informe presentado ante la SEMARNAT	Fauna silvestre

MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

De presentarse alguna contingencia, ejemplo, que durante el manejo resulte lesionado algún individuo, se transportará mediante por el uso de cajas de transporte (kennels), adecuados a los servicios médicos veterinarios para asegurar su salvedad, posteriormente una vez recuperado será liberado en los sitios dispuestos para estos, o en su caso comunicará a la **PROFEPA** para que sea traslado a los Centros para la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre (**CIVS**) que se utilizan para recibir, conservar y recuperar ejemplares de vida silvestre que han sido rescatados.

PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN

OBJETIVO

Objetivo general

Desarrollar acciones de reforestación y restauración en las **Áreas destinadas para la restauración** dentro del **Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050**. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación forestal en una superficie total de **396.5957 ha** por la implementación del **Proyecto**. Este programa de compensación se llevará a cabo en una superficie total de **396.5957 ha**.

Objetivos específicos

- Realizar acciones de restauración y reforestación en **áreas destinadas para la restauración** dentro del **Programa Nacional de Restauración 2025-2050**, con fines de compensación forestal y con el objetivo principal de incrementar las zonas de restauración, y para incrementar la conectividad de los ecosistemas presentes en la región.
- Reforestar con plantas nativas de la zona.
- Realizar reposición de las pérdidas de plantas durante los años de revisión del desarrollo de la restauración y reforestación.

Procesos de planeación de la restauración y reforestación ecológica

El desarrollo de la restauración y reforestación en las **Áreas destinadas para la restauración** dentro del **Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050** depende principalmente de cinco factores fundamentales:

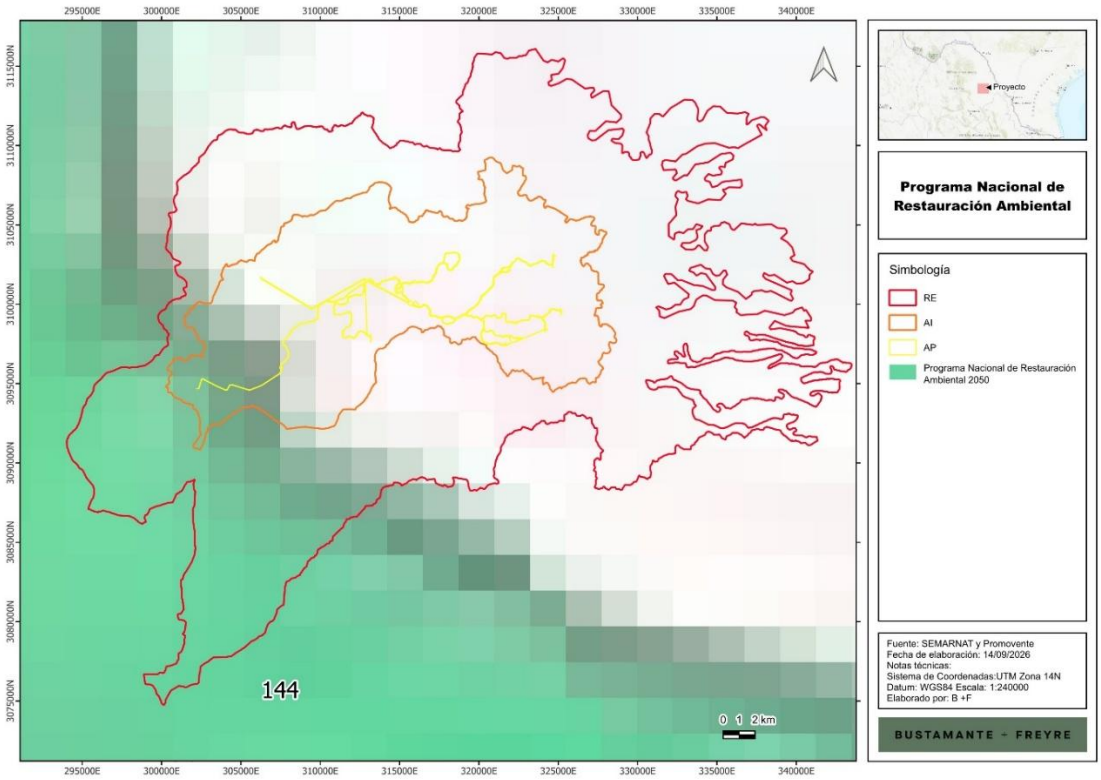
1. La selección correcta de especies en el sitio a restaurar y reforestar.
2. El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
3. Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar.
4. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
5. La aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Además de lo anterior, se deben considerar los siguientes puntos (secciones) de la planeación para obtener un mayor éxito.

Selección del sitio a reforestar

Las áreas donde se establecerán las acciones de restauración y reforestación en las **Áreas destinadas para la restauración** dentro del **Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050**, y comprenderán una superficie de **396.5957 ha**, con especies nativas de la región, provenientes de viveros. De acuerdo con lo anterior a continuación mostramos la propuesta de áreas para su restauración y reforestación.

Figura 11. Sitos del programa nacional de restauración ambiental.



Asimismo, es importante manifestar que la ubicación seleccionada considera principalmente incrementar el área que el **Proyecto** protegerá y con ello incrementar los hábitats naturales para el uso de la fauna silvestre que ahí habita.

Resulta importante establecer que el **Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050 es una iniciativa del Gobierno Federal Mexicano, encabezada por la SEMARNAT**, donde la restauración es un elemento fundamental para garantizar la justicia ambiental y el bienestar humano.

Esto a través de medidas urgentes para detener y revertir la pérdida de la diversidad biológica con el fin de encauzar la naturaleza hacia su recuperación en beneficio de las personas y del planeta,

Con el objetivo principal de revertir la degradación ambiental en el territorio mexicano, el Programa será un proceso abierto, continuo, a corto, mediano y largo plazos; a través de un enfoque integral que permita la transversalización de las responsabilidades en cada nivel de gobierno y la corresponsabilidad de la sociedad civil, la academia y el sector empresarial: así como garantizar el cumplimiento de los compromisos establecidos a nivel nacional social y económico del país.

Y donde los criterios considerados para la elección de los sitios a restaurar por parte de la Autoridad, consideraron los criterios biológicos, los criterios ecosistémicos, el beneficio socioambiental, el cambio climático, el patrimonio biocultural, el tema social y finalmente el tema económico.

En ese sentido, la Autoridad estableció una serie de sitios con diferentes estrategias de plazos para su aplicación del Programa de Restauración, con metas al 2025, 2030 y 2050.

Elección de las especies para restauración y reforestación

El éxito de la restauración y reforestación está basado en la elección de especies adecuadas para reforestar, ya sea que se haga la restauración por semilla, por propagación vegetal (partes de las plantas) o con individuos completos. Para esto conviene elegir las especies provenientes de las actividades de rescate de vegetación, así como especies de la región que mejor se adapten a las condiciones del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras. Para elegir la especie o especies adecuadas hay que realizar un recorrido previo y documentar las especies presentes cercanas al área a reforestar.

El objetivo del presente trabajo de restauración y reforestación tiene fines de restauración, por lo que se deben seleccionar preferentemente las especies forestales nativas con posibilidades de cubrir de manera más rápida de las superficies desprovistas de vegetación.

En este sentido, se tiene que, del inventario de la totalidad de las especies a remover serán de acuerdo con lo señalado en el Capítulo III de la presente **MIA-R**, así como lo señalado en las bases de datos del mismo Capítulo.

La cantidad de los individuos para emplear en la reforestación depende de las especies, así como de los individuos por hectárea (ind/ha) registrados en los muestreos, además de considerar las densidades recomendadas por la CONAFOR para los tipos de vegetación que presenta el **Proyecto**.

Es así como, de acuerdo con el inventario, la compensación por la pérdida de la cobertura vegetal se establecerá de acuerdo con los siguientes criterios:

1. No se considerarán las especies herbáceas ni los pastos que se someterán a afectación.
2. Se compensarán los individuos que se removerán al 100% que tengan menor índice de Valor de Importancia (IVI).
3. Se compensará el 100% de los individuos que sean menores a 1.5 metros, para las especies arbustivas.
4. Se compensarán con especies nativas de la región, particularmente para las áreas destinadas a la reforestación dentro del **Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050.**

Criterios a considerar en las áreas a restaurar y reforestar

Las características ambientales mínimas que se eligen para la restauración y reforestación son las siguientes:

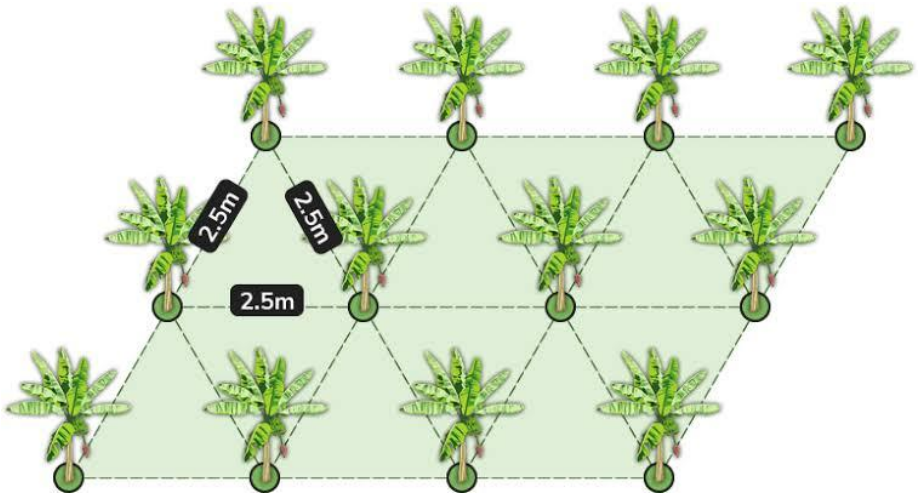
- Áreas donde se pueda incrementar las zonas de conectividad.
- Áreas donde se incrementará la superficie de conservación y protección para la flora y fauna silvestre.
- Profundidad de suelo de por lo menos 30 cm.
- Textura de suelo que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados y textura adecuada).
- Existencia de un estrato herbáceo que al menos alcance a cubrir el 80% del terreno.

- Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo, que si se acompañara la restauración y reforestación con obras de apoyo.

Restauración y reforestación en tres bolillos

Las plantas se colocarán formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Este arreglo se deberá utilizar en terrenos con pendientes mayores a 20%, aunque también se puede utilizar en terrenos planos. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

Figura 12. Diseños a tres bolillos**.**



Maniobras de la restauración y reforestación

A. Embalaje y transporte

Para asegurar el éxito de la restauración y reforestación se debe evitar la excesiva manipulación de las plantas, en ese sentido, si la distancia entre el vivero y la plantación es considerable, las plantas se deberán de transportar con el mayor cuidado posible utilizando un método de embalaje apropiado para la manipulación y exposición de plantas al aire libre y viento.

Al comenzar la restauración y reforestación, se iniciará conjuntamente un traslado intenso y movilización de plantas desde el vivero hacia las áreas donde se posicione la planta para las cuadrillas de plantación.

Se recomienda evitar el traslado, manipulación y movilización excesiva de plantas ya que cuando el sistema radicular de la planta se expone a la acción desecante del viento y del sol, el cual produce deshidratación dé la raíz, se provoca un bajo prendimiento de la plantación.

Para la plantación se asegurará que cada plantador use una caja de plástico chica con capacidad para 100 plantas por charola.

No se debe de manipular la planta tomándola del follaje ya que puede producir daños mecánicos como la rotura del tallo.

Además, las raíces no deben exponerse por demasiado tiempo a condiciones de altas temperaturas.

B. Selección de plantas

Uno de los aspectos importantes a considerar una vez preparado los sitios de la restauración y reforestación, es la condición de la planta a utilizar, lo que garantiza en gran medida la sobrevivencia deseada. En la actualidad, la producción de plantas tiende a efectuarse en contenedores especiales que ofrecen mayores beneficios en el cuidado y manipulación tanto en el lugar de producción como en el traslado hacia la plantación.

Es necesario que la planta tenga suficientes raíces finas que son las que crecen más rápido y absorben mejor los nutrientes y el agua y el sustrato debe ser lo suficientemente firme de manera que no se disgregue al extraer la planta del contenido.

- ✓ **Las raíces no deben presentar enrollamientos ni deformaciones**

Se debe desechar toda aquella planta que presente daños en el tallo, raíces o inserciones de las hojas al tallo bien sea por hongos o cualquier otro tipo de agente patógeno.

La planta debe presentar una sola guía principal no muy tierna ya que será más sensible a daños tanto físicos como de tipo fitosanitario.

- ✓ **Procedencia de las plantas**

La procedencia de la planta es muy importante para asegurar su sobrevivencia y permanencia en los sitios después de la restauración y reforestación.

Para la producción de planta en vivero lo más conveniente es que la recolección de semillas forestales provenga de la misma zona y que además cuente con las mismas características ecológicas del área a reforestar.

C. Técnica y establecimiento de la plantación

Para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la Restauración y Reforestación con mayor eficiencia y economía.

Es importante considerar además la experiencia en actividades de Restauración y Reforestación por parte de los ejecutantes y los asesores. En caso de identificar deficiencias en alguno de los factores es necesario implementar acciones de capacitación práctica que ayuden a mejorar las actividades de restitución ecológica.

El tipo de técnica aplicada será manual, para lo que se utilizarán herramientas tales como pala y un pico con el que se le da la forma de media luna.

Se recomienda regar las plantas en el vivero donde se adquieran, previo al traslado para facilitar la extracción del recipiente que la contiene, sin que se destruya el sustrato que la sostiene y asegurar el aprovisionamiento de agua para los primeros días después de la plantación.

D. Durante la plantación

Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario

podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.

Retirar del envase sin dañar la raíz (retirar la planta de la cavidad de la charola).

Después de haber colocado la planta, se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.

Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero donde se adquieran hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el movimiento.

Para el caso de restauración y reforestación con material vegetativo, se recomienda su recolección de plantas sanas y vigorosas, así como al ser plantadas, tienen que tener la herida cicatrizada o con el nacimiento de raíces si es el caso.

E. Temporada de la restauración y reforestación

Este factor tiene influencia directa en la sobrevivencia de la planta y en el crecimiento inicial, de tal forma que la plantación se debe establecer cuando se presente el balance hídrico más adecuado (alta humedad atmosférica y coeficiente de evaporación mínimo).

La mejor época de plantación es cuando el sitio cuenta con las siguientes condiciones: suelo húmedo, precipitación presente, mínima evapotranspiración, sistema radicular de la planta en latencia.

Considerando lo anterior, se propone que se realice el trabajo de plantación en los meses de julio y agosto, por ser la época de lluvias.

F. Seguimiento de la restauración y reforestación

En esta etapa se realizan diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la restitución ecológica, para asegurar su permanencia. Para el presente trabajo de restauración y reforestación se plantea que se desarrolle a cinco años. Las actividades de seguimiento son las siguientes:

Control de maleza - El control de la maleza es recomendable y consiste en eliminar toda vegetación indeseable que limite el desarrollo de las plantas reforestadas. Este trabajo puede hacerse de manera manual o mecánica empleando diferentes tipos de equipo y herramientas. La maleza removida es susceptible de ser utilizada como arrope para guardar humedad.

Fertilización - Es recomendable usar fertilizaciones a base de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos naturales son más inocuos con el medio ambiente, aunque su disponibilidad es limitada para proyectos de grandes dimensiones.

Reposición de plantas muertas - Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas muertas a un año de esta, contemplando un 20% de mortandad.

Monitoreo de plagas y enfermedades - Se realizarán recorridos periódicos para detectar posibles brotes de plagas y enfermedades y así aplicar las medidas correctivas correspondientes.

Cronogramas de actividades - Es importante llevar un control temporal de las actividades que se van a realizar durante la restauración y reforestación, pues esto permite darle seguimiento al plan de trabajo

establecido. En la siguiente tabla se muestra el cronograma de actividades. La restauración y reforestación se ejecutará durante la etapa de operación del **Proyecto**.

Tabla 10. Cronograma de actividades para la restauración y reforestación.

Actividad	Meses													Año				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5
Revisión de las áreas para restauración y reforestación: **-En áreas destinadas para la restauración y reforestación**																		
Determinación de cantidad y especies requeridas																		
Obtención de planta de vivero																		
Recolección de planta de material vegetativo																		
Preparación del terreno																		
Transporte de planta																		
Plantación																		
Fertilización de la plantación																		
Seguimiento (5 años)																		
Mantenimiento de áreas reforestadas (1 año)																		
Mantenimiento de otras obras (5 años)																		
Recorridos de monitoreo																		

Maniobras de restauración y reubicación.

Para medir los resultados obtenidos por la aplicación de las medidas propuestas, se proponen los siguientes indicadores de eficacia:

Tabla 11. Indicadores de Eficacia.

Objetivo	Nombre del Indicador	Método del Cálculo	Unidad	Medición	Meta (%)
Evaluación general de la reforestación, revegetación, y obras de conservación de suelo	Porcentaje de superficie forestal atendida con acciones de recuperación forestal	(Superficie acumulada atendida con acciones de reforestación y restauración de suelos / Superficie programada con acciones de reforestación y restauración de suelos *100	Porcentaje	Anual	100
Sobrevivencia de la restauración y reforestación	Porcentaje de sobrevivencia en campo de la restauración y reforestación	((plantas vivas) / (plantas vivas + plantas muertas)) * 100	Porcentaje	Anual	80
Superficie con acciones de restauración y reforestación ejecutados	Porcentaje de avance en las acciones de restauración y reforestación.	(Superficie con acciones de reforestación) / (Superficie comprometida para la ejecución de acciones de reforestación) *100	Porcentaje	Trimestral	100
Cobertura de la restauración y reforestación,	Porcentaje de cobertura de la meta programada de restauración reforestación.	(Superficie comprometida para la ejecución de acciones de reforestación/Superficie programada para la ejecución de acciones de reforestación) *100	Porcentaje	Trimestral	80
Obras de conservación de suelo	Porcentaje de cobertura de la meta programada de las obras de conservación de suelo	(Superficie comprometida para la ejecución de acciones las obras de conservación/Superficie programada para la ejecución de acciones de las obras de conservación de suelo) * 100	Porcentaje	Trimestral	100

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

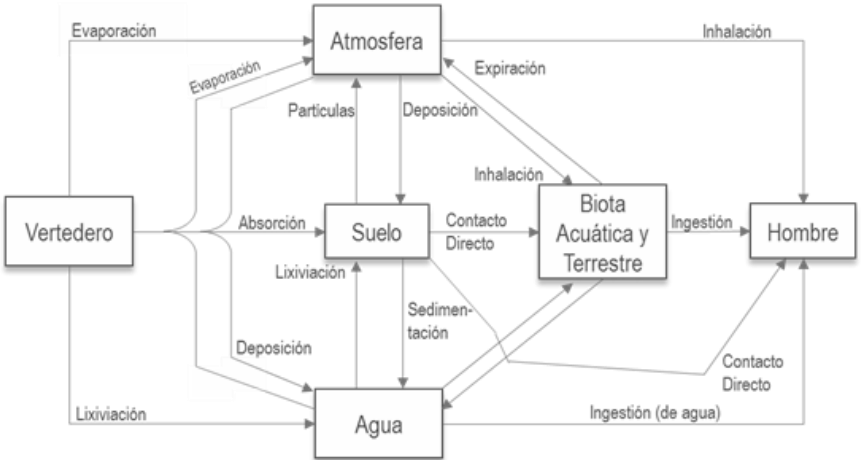
INTRODUCCIÓN

Se consideran como elementos clave de la política ambiental nacional la protección del ambiente y la conservación de la biodiversidad, siendo que la correcta gestión de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y peligrosos, es un tema primordial en la problemática ambiental del país. Debido a la generación de residuos, el agotamiento de los recursos naturales que sirven como insumo para la producción de bienes de consumo se encuentra implícito, siendo su disposición final en los basureros sin un manejo adecuado de reciclaje. La problemática ambiental más importante en la generación y disposición inadecuada de los residuos sólidos municipales y peligrosos, entre los que se encuentran:

- Los suelos son degradados, con lo cual disminuye su fertilidad y capacidad de retener y filtrar el agua;
- Los cuerpos de agua subterráneos y superficiales sufren deterioro, haciéndolos inconvenientes para el consumo humano;
- Los drenajes y el movimiento en los cauces del agua son bloqueados, provocando inundaciones durante la época de lluvias; e

- Incremento en el riesgo de incendios forestales, contaminación atmosférica y se agravan los problemas ambientales a nivel regional y global (efecto invernadero, lluvia ácida y deterioro de la capa de ozono), derivado de la emisión de gases, partículas y sustancias volátiles que se originan en los basureros.

Figura 13. Interacción de los residuos con los diferentes componentes ambientales.



Si bien es cierto que la generación de residuos sólidos urbanos (**RSU**) representa un problema a escala nacional al verse incrementada la población y el crecimiento de las ciudades, agravando la situación con respecto a dicha problemática, el problema no es exclusivo de los centros urbanos, los residuos sólidos urbanos son generados en cualquier lugar donde existan actividades antrópicas, dado el caso del **Proyecto** en cuestión, considerando tener un número importante de empleados, principalmente durante la etapa de preparación de sitio y construcción, razón por la cual se prevé que se generará una cantidad considerable de **RSU**, que requerirá un adecuado manejo.

En el caso de los residuos de manejo especial (**RME**) serán generados durante la etapa de preparación de sitio y construcción y, se prevé sean clasificados correctamente y dispuestos de la misma manera de acuerdo con lo estipulado en la legislación aplicable en la materia.

Finalmente, para los residuos peligrosos (**RP**), será necesario implementar una línea de acción en el que se tenga planeada una correcta gestión de estos, permitiendo así primeramente la reducción en su producción, un manejo integral durante el desarrollo del **Proyecto**, la generación de un reusó una vez originado el residuo, y una disposición final adecuada; cumpliendo con los esquemas establecidos en las disposiciones legales.

El Promovente tiene como compromiso principal la protección a su personal laboral, así como del medio ambiente que caracteriza el entorno en el cual se sitúa y de los asentamientos humanos cercanos a sus instalaciones, conforme al desarrollo de políticas de seguridad, salud y protección ambiental.

Siguiendo el mismo orden de ideas, se presentan los lineamientos del Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual será desarrollado y ejecutado a lo largo del desarrollo del **Proyecto**, tomando en consideración como eje rector las Leyes, Reglamentos y Normativas en materia ambiental y de residuos aplicables y vigentes.

OBJETIVOS

General

Plantear los lineamientos a seguir para determinar las acciones encaminadas a un correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos generados en las diferentes etapas del **Proyecto** en completo apego a la normatividad ambiental aplicable y vigente.

Particulares

- Establecer los lineamientos para el manejo de residuos, considerando los instrumentos jurídicos vigentes y aplicables en la materia;
- Caracterizar por tipo, los residuos generados en cada una de las etapas;
- Priorizar la reducción de la generación de residuos mediante iniciativas como las buenas prácticas durante la preparación y construcción (3 R’s);
- Determinar las medidas y procedimientos que se llevaran a cabo durante el acopio, almacenaje y disposición final, considerando la naturaleza de cada residuo; y
- Establecer los lineamientos básicos a seguir en caso de contingencias por derrame de hidrocarburos.

METAS

El presente programa tendrá la finalidad de reducir la cantidad de residuos producidos y que los generados tengan en su totalidad un control, manejo y disposición adecuada por medio de procedimientos establecidos al interior de la operación del **Proyecto** en todas sus etapas.

METODOLOGÍA

En las diferentes etapas que involucra la implementación del **Proyecto**, se prevé la generación de residuos; los cuales, de carecer de un manejo adecuado podrían ocasionar afectaciones e impactos al ambiente, alteraciones a la calidad de aire, agua, suelo, paisaje; así como afectaciones a la vegetación y a la fauna.

A fin de evitar o minimizar las potenciales afectaciones, se prevé la aplicación de medidas que prevengan o minimicen los impactos, mediante el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y los residuos peligrosos.

A continuación, se detallan los residuos que podrían generarse durante el desarrollo del **Proyecto**, así como la metodología propuesta de manejo.

Generación de residuos

Considerando las actividades asociadas a cada etapa del proceso de desarrollo de los **Proyecto**s, los residuos a generar difieren; sin embargo, las cantidades precisas deberán ser registradas por la empresa que realice las actividades inherentes a cada etapa. En el presente apartado, únicamente se enuncian los tipos de residuos que se prevé podrán generarse en cada etapa del **Proyecto** con el propósito de elaborar un programa sobre la base del tipo de generador que podría llegar a ser, atendiendo a los volúmenes producidos.

Tabla 12. Residuos generados por actividad a realizar en las etapas del **Proyecto.**

Residuo	Valor estimado
Residuos sólidos urbanos	140 t
Restos de cables	20,000 m

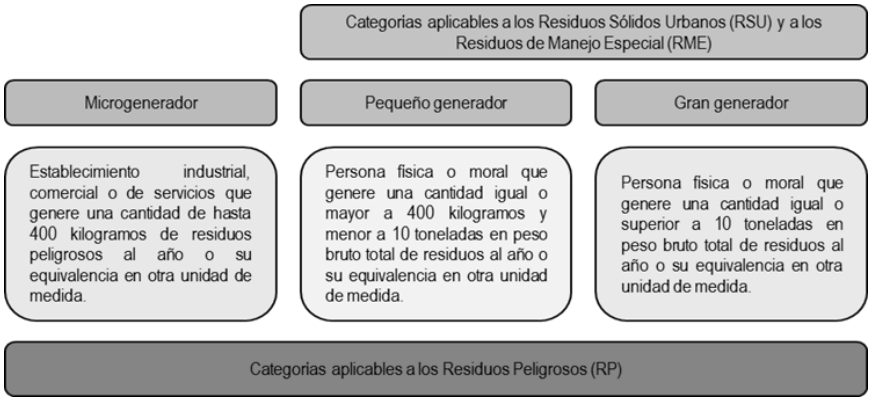
Cartón	6 t
Fierros y metales	80 t
Madera	0.5 t
Restos de materiales de construcción	50 t
Escombros	20 t
Residuos metálicos inertes	35 t
Aceites, grasas y lubricantes usados	1.5 t

Al partir de la consideración de que cada **Proyecto** es único y que, si bien se pueden considerar impactos tipo dependiendo de la naturaleza de los **Proyecto**s, en la realidad es que existen variables tan específicas como el sitio mismo y, éstas interfieren con los resultados previstos. En este sentido, si bien es posible determinar, en términos generales, los tipos de residuos que se obtendrán, las cantidades que se incluyen solo son de referencia y fueron reportadas en un **Proyecto** de la misma naturaleza.

Ahora bien, la regulación de los residuos está dada de acuerdo con las atribuciones en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias de los tres órdenes de gobierno prevista en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Para la correcta gestión de los residuos generados también es importante conocer el tipo de generador al que pertenece el **Proyecto**, de acuerdo con la clasificación propuesta por la LGPGIR en sus artículos 5 (fracción XII, XIX y XX) y 44.

Figura 14. Categorías aplicables a los RSU, RME y RP de acuerdo con la cantidad de residuos generados al año.



Residuos sólidos urbanos (RSU)

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en su artículo 5°, fracción XXXIII, define los residuos sólidos urbanos como:

> *"Los generados en las casas habitación, que resulten de la eliminación de materiales* que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares

> públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole."

En este sentido, se prevé la generación de **RSU** durante todas las etapas del **Proyecto**, aunque en diferentes volúmenes. La recolección, traslado, tratamiento y disposición final de este tipo de residuos estará a cargo del municipio donde se ubica el **Proyecto**, atendiendo a las atribuciones de la **LGPGIR** asigna a los tres órdenes de gobierno en materia de gestión integral de residuos.

Siguiendo el mismo orden de ideas, y atendiendo a las atribuciones que la **LGPGIR** asigna a los tres órdenes de gobierno en materia de gestión integral de residuos, corresponde al municipio< la regulación de los residuos sólidos urbanos, para lo cual, en su artículo 10 señala tres funciones aplicables al programa que se presenta:

> III. Controlar los residuos sólidos urbanos;
> IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos;
> V. Otorgar las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral de los residuos sólidos urbanos.

Al referirse a las actividades comprendidas en la prestación de servicios de manejo integral, la LGPGIR considera la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos.

En su artículo 18, el ordenamiento citado señala que este tipo de residuos podrá subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria. Dicha clasificación corresponde a:

- Residuos orgánicos: son restos de alimentos, residuos de jardinería, residuos agrícolas, animales muertos, huesos, otros biodegradables excepto la excreta humana y animal.

- Residuos inorgánicos: son los desechos no biológicos derivados de procesos antropogénicos. Por su naturaleza, son residuos no biodegradables o degradables a largo plazo. Se subclasifican en: papel, cartón, vidrio, plásticos, metal, electrodomésticos y desechos sanitarios.

Residuos de manejo especial (RME)
La misma **LGPGIR** define a los RME en el artículo 5°, fracción XXX, como:

> *"Aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características* para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son *producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos."*

Y, en el mismo instrumento, se clasifica a los **RME** en ocho categorías de acuerdo al origen que tengan (artículo 19), de los cuales solo algunas de éstas aplican al **Proyecto**:

I. Residuos de rocas o los productos de su descomposición que solo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados.
III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;
VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;
VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico;
IX. Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.

Cabe mencionar que, algunos residuos que usualmente son clasificados como **RSU**, derivado del volumen generado, principalmente durante la fase de construcción, se reclasifican como **RME**; tal es el caso del cartón, plásticos, madera, PET y los productos de la poda y desbroce de vegetación.

Segregación y almacenaje de RSU y RME

Al considerar el volumen que se prevé sea generado durante algunas etapas del **Proyecto**, algunos residuos usualmente clasificados como **RSU** tendrán un manejo de **RME**; tal es el caso del plástico, madera, cartón, principalmente; por lo que se abre un apartado específico para abordar las acciones a seguir para el manejo de estos residuos.

Se prevé que en cada frente de trabajo se instalen contenedores debidamente rotulados y con tapa, que permitan la correcta segregación de residuos. Para aquellos residuos que, por su volumen, no puedan concentrarse en contenedores, se destinarán áreas específicas donde se puedan almacenar de forma temporal, las cuales estarán debidamente delimitadas y rotuladas. Asimismo, se propone el uso de una gama de color, tal como se indica a continuación:

- Residuos orgánicos: cáscaras de frutas y vegetales, granos de café, cáscaras de huevo, hojas y restos de plantas. Estos residuos serán depositados en contenedores de color verde.
- Papel y cartón: periódico, cartón, revistas, folletos. Este tipo de residuos serán depositados en contenedores de color amarillo.
- Madera: Encofrados, embalajes de piezas, pallets, tarimas. serán depositados en contenedores de color café.
- Plásticos: PET, envases no retornables, bolsas plásticas, desechables, lonas y material de embalaje. Estos residuos serán depositados en contenedores de color azul oscuro.
- Metales: Latas de bebidas, de atún o sardina, latas de vegetales, papel aluminio sin comida, restos de varillas y perfiles metálicos. Estos residuos serán depositados en contenedores de color azul claro.
- Residuos inorgánicos: Son residuos que no entren en alguna otra categoría; dentro de esta clasificación entra el vidrio, tetra pack, unicel. Este tipo de residuos serán depositados en contenedores de color gris**.**

Figura 15. Código de colores para la separación de residuos.



La separación de los residuos inorgánicos permitirá su promoción a reutilizar o reciclar; tanto dentro de actividades inherentes del **Proyecto**, como beneficiando a terceros. Por otro lado, los residuos orgánicos (restos de alimentos, residuos de jardinería y otros biodegradables), pueden ser destinados a elaboración de composta.

Al finalizar la jornada laboral, el personal encargado deberá verificar y recolectar aquellos residuos que hayan sido dispersados por acción del viento y deberán ser trasladados a contenedores de mayor tamaño (6 o 14 m^3), donde serán almacenados de forma temporal en el **AP**. Su traslado y disposición final será de acuerdo con lo estipulado por las autoridades municipales, a través de la autorización que esta autoridad proporcione. Para el acopio temporal de los **RME** en el sitio del **Proyecto**, se delimitarán y rotularán áreas específicas, donde no se afecte la vegetación circundante.

De forma adicional se consideran las siguientes actividades:

- Se establecerán puntos limpios para evitar el vertido de concreto o material de construcción en cualquier área durante el lavado de ollas.
- Periódicamente, los residuos serán vaciados a contenedores concentradores y se registrará el volumen generado.
- La cantidad y tipo de residuo generado será asentado en la bitácora correspondiente, donde, además se registrará la fecha de generación y de entrega para su disposición final, tipo de residuo y volumen generado.

Para la disposición final de los **RSU**, éstos podrán ser entregados a camiones recolectores o transportarlos directamente al sitio de disposición final. Es importante mencionar que corresponde a cada municipio la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los **RSU**, de conformidad con el artículo 10.

En este sentido, de forma previa al inicio de los trabajos de preparación del sitio y construcción, se deberá llevar a cabo el acercamiento con las autoridades municipales, con la finalidad de determinar los sitios de disposición final disponibles más cercanos al **AP**.

Ahora bien, en lo que respecta a los **RME**, una vez realizada la separación, serán almacenados de forma temporal en el área del **Proyecto**, en zonas predeterminadas y perfectamente delimitadas; se

determinará el volumen de **RME** que serán canalizados a reciclaje y se identificará la empresa a la que serán remitidos éstos. Se llevará el control y registro en bitácora del volumen generado, para la disposición final, la promovente o contratista determinará a conveniencia de disponer directamente de los **RME**, o bien, de contratar los servicios de una empresa especializada y debidamente acreditada.

Si la promovente optara por disponer directamente los **RME**, gestionará ante la autoridad estatal las autorizaciones correspondientes para el acopio, transporte y disposición de residuos; conservará los manifiestos de entrega-recepción correspondientes; y mantendrá actualizada la bitácora que refleje las entradas y salidas de residuos.

En caso de optar por la contratación de una empresa gestora, la promovente seleccionará del padrón estatal de prestadores de servicios a una empresa que se responsabilice del acopio, transporte y disposición final de los **RME** generados en el **Proyecto**.

La integración del informe de cumplimiento de términos y condicionantes que derivan de la autorización ambiental del **Proyecto**, la Promovente presentará copia del contrato suscrito con una empresa prestadora de servicios, incluyendo los documentos que corroboren que ésta se encuentra inscrita en el padrón estatal y que cuenta con las autorizaciones necesarias para realizar la gestión de los **RSU** y **RME**.

Para cerrar el círculo de la responsabilidad compartida, la empresa gestora deberá entregar copia de los manifiestos donde conste que dispuso correctamente de los **RSU** y **RME** que le fueron entregados.

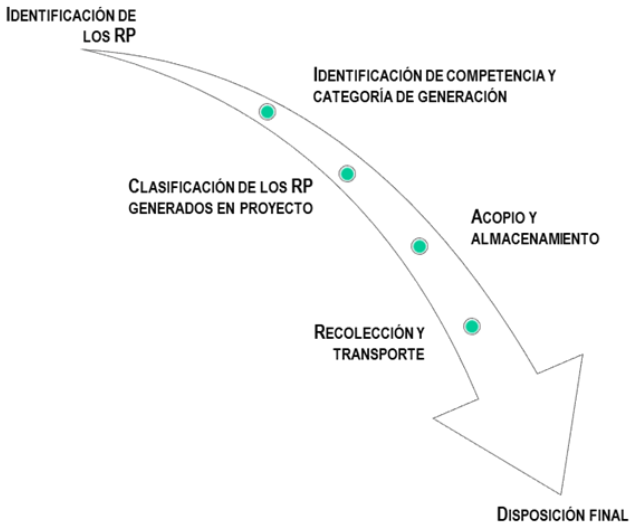
Es importante hacer del conocimiento del personal de obra que está estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo o el depósito de éstos en áreas no autorizadas para tal fin. Asimismo, todos aquellos residuos susceptibles de reciclaje serán destinados a empresas cuyo giro sea el reúso o reciclaje. Se llevará registro de la entrega de cada material a recicladores, tarea que estará a cargo del supervisor ambiental.

Aunado a lo anterior, será necesario considerar la normatividad estatal, derivado de los volúmenes previstos que se podrán generar durante las etapas de preparación del sitio y construcción, con la finalidad de determinar si será necesario la presentación de un Plan de Manejo.

Residuos peligrosos

La gestión de los residuos peligrosos constará de seis etapas:

Figura 16. Metodología aplicable para la gestión integral de RP.



Identificación de RP

De acuerdo con la definición contenida en el artículo 5°, fracción XXXII de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), por residuos peligrosos, habremos de entender:

> Son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que establece la Ley.

Por sus características, los residuos peligrosos se clasifican de acuerdo con sus características CRETIB, las cuales son estipuladas en la NOM-052-SEMARNAT-2005, tal como se indica a continuación:

Tabla 13. Clasificación de los RP de acuerdo con las características CRETIB.

Característica	Definición
Corrosivo (C):	Capacidad de un compuesto de disolver a otro. Se indica por el pH y se identifica como una característica dentro.
Reactivo (R):	Cuando presenta las siguientes propiedades: Ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar; Reaccionar violentamente con agua; Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua; Poseer, entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción, libere gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente; Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.

Característica	Definición
Explosivo (E):	Cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonarte o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.
Tóxico (T):	Capacidad de una sustancia para producir daños en los tejidos vivos, lesiones en el sistema nervioso central, enfermedad grave o en casos extremos la muerte, cuando se ingiere, inhala o se absorbe a través de la piel.
Inflamable (I):	Un residuo es inflamable si presenta cualquiera de las siguientes propiedades, Ser líquido y tener un punto de inflamación inferior a 60.5°C, con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24% de alcohol en volumen; No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente; Es un gas que, a 20°C y una presión de 101.3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad; Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material.
Biológico-Infeccioso (B):	Son aquellos que contienen sangre o componente de ésta, así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (hemoderivados); cultivos o cepas de agentes biológico infecciosos; cultivos generados en procedimientos de diagnóstico e investigación; utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos; patológicos como tejidos, órganos o partes que se extirpan o remueven; materiales que contengan sangre líquida, materiales de curación, materiales punzocortantes.

Tabla 14. Códigos de peligrosidad de los residuos peligrosos.

Características	Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)
Corrosividad	C
Explosividad	E
Toxicidad	T
Ambiental	Te
Aguda	Th
Crónica	Tt
Inflamabilidad	I
Biológico-Infeccioso	B

Identificación del orden de competencia y categoría de acuerdo con la generación anual de RP

La regulación de los **RP** es de competencia federal, por conducto de la SEMARNAT, para lo cual, la LGPGIR en su artículo 7 señala dos funciones al programa que se presenta:

VII. La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores o de microgeneradores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas.

VIII. Regular los aspectos ambientales relativos al transporte de residuos peligrosos.

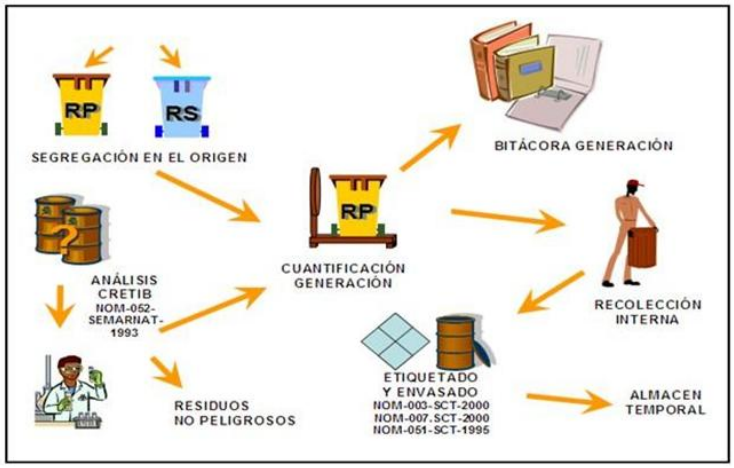
Para determinar la categoría en la cual se encuentra la promovente, se considera lo establecido en el artículo 42 del Reglamento de la **LGPGIR**, que indica:

> 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. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Clasificación de los RP en el Proyecto

Se prevé llevar a cabo capacitaciones a los empleados, con la finalidad de proveer de información sobre la importancia de los residuos peligrosos, de la lectura de los pictogramas de seguridad, las medidas que se deben seguir para evitar derrames potenciales y los pasos a seguir en caso de un incidente de esta naturaleza; el uso de kit anti-derrames que se entregará a los choferes de maquinaria y vehículos, de las formas de realizar el mantenimiento preventivo en sitio y la importancia de llevar a cabo estas acciones. En la siguiente figura se muestra un esquema general con las actividades a considerar para el manejo de **RP.**

Figura 17. Generación y recolección de RP.



Derivado de que, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se van a emplear sustancias como gasolina o diésel para la maquinaria que será utilizada en la construcción de los componentes del **Proyecto**, aceites y combustible diésel para la maquinaria que será utilizada para las actividades de construcción, así como solventes y pinturas para los acabados, existe la posibilidad de contaminación del estrato edáfico por derrames accidentales, por lo que **los RP serán almacenados en contenedores rotulados de color rojo**, de forma tal que se puedan diferenciar del resto de los depósitos que sean habilitados en el área del **Proyecto**.

Adicional a lo anterior, para evitar los derrames o vertimientos accidentales que se puedan producir al suelo, se deben aplicar medidas preventivas, como el uso de kit anti-derrames, colocación de materiales impermeables durante la recarga de hidrocarburos, o cuando la maquinaria se encuentre estacionada, mantenimiento preventivo al equipo y maquinaria; todo esto con la finalidad de que éste se encuentre en óptimas condiciones y no tenga fugas. Ahora bien, en caso de detectar un derrame, se recomienda seguir las siguientes acciones[2]:

- Identificar la fuente,
- Aislar el lugar,
- Recuperar el producto que se encuentre sobre el suelo,
- Retirar el material contaminado,
- Realizar el tratamiento o disposición final del mismo en un lugar determinado que reúna las condiciones necesarias sin afectar al medio ambiente.

Una vez recolectado el suelo contaminado, éste será trasladado al almacén de residuos peligrosos que será habilitado; para la disposición final o remediación del material edáfico, se hará a través de una empresa certificada.

Aunado a lo anterior, se deberá identificar el tipo de derrame, siendo el derrame simple el que comúnmente se presenta, cuyas características son:

- No se esparce rápidamente.
- No es peligroso excepto por contacto directo.
- Involucra un solo envase de menos de 200 litros.

Se deberá asegurar el área:

- Notificar incidente al área correspondiente.
- Alertar a toda persona cercana al área del derrame.
- Apagar toda fuente de ignición.
- Señalizar y acordonar (barreras, cintas rodeando la zona contaminada)
- El área del derrame debe aislarse.
- Se debe usar el adecuado equipo de protección personal (guante, lentes, etc.)
- Localizar el origen del derrame.
- Identificar la categoría del residuo (etiqueta del envase).

Cabe mencionar que, debido a la naturaleza del **Proyecto**, los posibles derrames que se prevén no son de grandes cantidades y podrán ser de diésel o aceites.

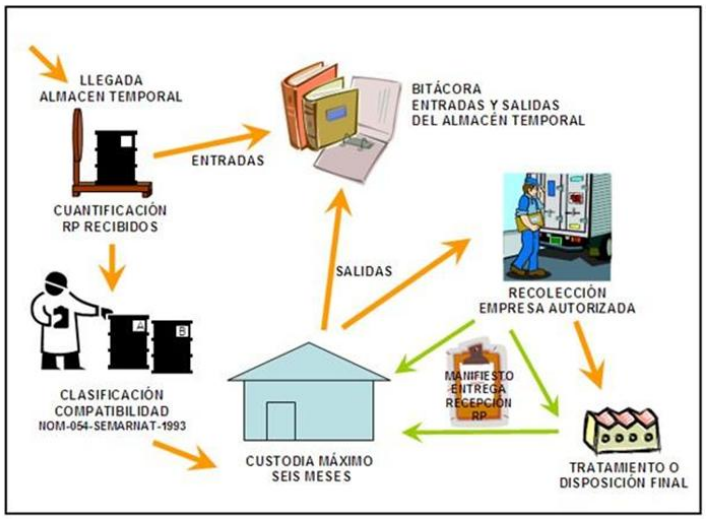
Acopio y almacenamiento de los RP

El acopio es la acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo, mientras que el almacenamiento es la acción de retener temporalmente los **RP** en áreas que cumplan con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para: su aprovechamiento, aplicación de un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos. Estas definiciones están asociadas a las actividades de los generadores de **RP**; en el caso de prestadores de servicio, se asocia con sus áreas de almacenamiento.

[2] S/N. (2016, septiembre). Derrame de hidrocarburos: técnicas para su control y contención. Seguridad Minera, p. 28 - 31. Obtenido de: https://drive.google.com/file/d/0B-EFWHwBvMWfNGhXa1ZDazFXVVk/view

El principal objetivo del acopio y almacenamiento seguro es, manejar adecuadamente los **RP** y minimizar su liberación, con objeto de evitar el ocasionar daños al ambiente o a la salud de la población. Así, previo al traslado de los **RP** a los sitios de disposición final, será necesario considerar algunas actividades; además del llenado de un formato específico y la bitácora respectiva.

Figura 18. Almacenaje y disposición final de RP.



De acuerdo al artículo 56 de la LGPGIR, **se prohíbe el almacenamiento de los RP por un periodo mayor a seis meses a partir de su generación**, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente; dicho periodo puede ser prorrogable una sola vez, por otro periodo igual, lo que hace que el tiempo máximo en total sea de un año; la prórroga puede ser solicitada por el generador, poseedor o el prestador de servicios ante la Autoridad con veinte días hábiles de anticipación a la fecha en que venza el plazo autorizado. En el **Proyecto**, quedará prohibido el almacenamiento de residuos peligrosos por más de seis meses, a fin de evitar la acumulación y posible contaminación del sitio.

El almacén de confinamiento temporal de residuos peligrosos se ajustará a las disposiciones de la normatividad vigente, con contenedores especialmente diseñados para facilitar su manejo durante las operaciones de entrega a la empresa especializada. Las características y diseño constructivo del almacén se ajustarán a las disposiciones del artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR, de conformidad con las condiciones básicas para las áreas de almacenamiento y las condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, las cuales disponen lo siguiente:

Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con

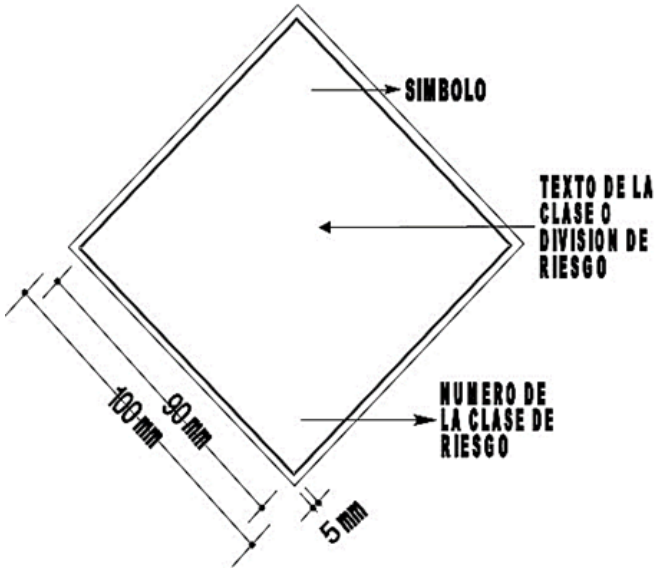
capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño.
- Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia.
- Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados.
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles.
- El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios.
- La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las condiciones básicas de almacenamiento:
- Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona.
- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados.
- En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados.
- En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

Para el etiquetado de los envases destinados a **RP**, se recomienda aplicar las especificaciones contenidas en la **NOM-003-SCT/2008**; dicha norma establece las características, dimensiones, símbolos y colores de las etiquetas que deben portar los envases y embalajes, que identifican la clase de riesgo que representan durante su transportación y manejo de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
En ese sentido, todos los envases y embalajes destinados a transportar materiales o residuos peligrosos cuya masa neta o capacidad no exceda de 400 kg o 450 litros, deben portar una etiqueta o etiquetas adheribles, impresas o rotuladas que permita identificar fácilmente, mediante apreciación visual, los riesgos asociados con su contenido; a excepción de los envases y embalajes que transporten “cantidades limitadas” o “cantidades exentas”. Los principales objetivos del etiquetado de los envases y embalajes son:
- Reconocer por su aspecto general de color, forma y símbolo, los envases y embalajes que contienen materiales y residuos peligrosos.
- Identificar la naturaleza del riesgo potencial del material o residuo peligroso mediante símbolos.
- Prevenir situaciones de peligro en el manejo y estibado de las substancias, materiales o residuos peligrosos.

En ese orden de ideas, el modelo general de las etiquetas se presenta en la siguiente figura;

Figura 19. Modelo general de las etiquetas, aplicables a los residuos peligrosos.



Para garantizar la seguridad del personal que tratará directamente con los RP, se recomienda revisar la NOM-017-STPS-2008[3], referente al Equipo de Protección Personal (EPP) para los centros de trabajo. Entiéndase por EPP al conjunto de elementos y dispositivos, diseñados específicamente para proteger al trabajador contra accidentes y enfermedades que pudieran ser causados por agentes o factores generados con motivo de sus actividades de trabajo y de la atención de emergencias.
Con base en lo anterior, es obligación de la promovente y contratistas:

- Identificar y analizar los riesgos de trabajo a los que están expuestos los trabajadores por cada puesto de trabajo y área del centro laboral.
- Determinar el equipo de protección personal, que deben utilizar los trabajadores en función de los riesgos de trabajo a los que puedan estar expuestos por las actividades que desarrollan o por las áreas en donde se encuentran.

Recolección y transporte de los RP

- La operación de trasvase de los contenedores del almacén temporal al vehículo de la empresa que se contrate se realizará con auxilio de un montacargas, cuando sea necesario.
- El transporte de residuos peligrosos, requiere autorización de la SEMARNAT según el artículo 50, fracción VI de la LGPGIR, por lo que la promovente optará por la contratación de un tercero que preste este servicio. Para ello, del formato SEMARNAT-07-025 seleccionará una empresa que se encuentre debidamente registrada ante la SEMARNAT y cuente con las autorizaciones vigentes.
- En apego a la normatividad, la promovente requisitará el manifiesto correspondiente y lo entregará al prestador de servicios. Por cada embarque, el generador tendrá que entregar al

[3] NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Ultima reforma publicada en el DOF el 09 de diciembre de 2008. México

transportista un manifiesto en original, firmarlo con dos copias del mismo al momento de entrega de los residuos.

- El transportista conservará una de las copias que le entregará el generador para su archivo, y firmará el original del manifiesto.
- El transportista entregará al destinatario el original y una copia del manifiesto en el momento de entregar los residuos para tratamiento o disposición final.
- El destinatario conservará copia del manifiesto que le entregará el transportista, para su archivo, y firmará el original que deberá de remitir de inmediato al generador.
- El generador recibirá el manifiesto original en un plazo no mayor a sesenta días a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo recibió los residuos para su transporte, de lo contrario el generador deberá avisar inmediatamente a la SEMARNAT.

Disposición final

Todos los **RP** generados, serán entregados a una empresa registrada ante la SEMARNAT, que cuente con las autorizaciones necesarias para acopiar, transportar y disponer de éstos, debiendo entregar a la promovente los manifiestos de entrega-recepción correspondientes. Por lo que, la disposición final de los mismos será responsabilidad de la empresa contratada por la promovente.

Residuos líquidos

Los residuos líquidos que se prevé generar durante el desarrollo del **Proyecto** consisten en el agua residual proveniente de los sanitarios que serán colocados en cada frente de trabajo, en una proporción de 1:25, es decir, un sanitario por cada 25 trabajadores. El agua residual requerirá de un manejo adecuado, con la finalidad de evitar la contaminación del suelo por derrame o infiltración de este tipo de residuos.

En este sentido, se establecerán contratos con una empresa que preste el servicio de renta de los sanitarios portátiles, quien, además, proporcionará el mantenimiento periódico. Potencialmente, esta misma empresa podrá realizar el retiro y disposición final de las aguas residuales.

La generación de este tipo de residuos será asentada en una bitácora, además de que la empresa contratada proporcionará los permisos de transporte y disposición de aguas residuales, así como del mantenimiento que proporcioné a cada uno de ellos.

El servicio de limpieza deberá incluir el acondicionamiento del tanque del W.C. con productos aromatizantes y desinfectantes, dotación de papel sanitario, lavado de caseta por dentro y por fuera y la tarjeta de control de servicios realizados. La recolección de residuos se realizará en promedio cada tercer día, dependiendo de la programación y el volumen de uso, esto de acuerdo con los resultados de la supervisión continua.

Como parte del control de estos residuos, se llevará la bitácora para su registro, donde se asentará la fecha de salida del agua residual, número de manifiesto entregado por la empresa autorizada, nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios, además del volumen.

MEDIDAS ESPECÍFICAS

Se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

Las medidas fueron propuestas para garantizar el manejo integral de los residuos inician desde la capacitación que se brinde a los trabajadores, la cual deberá estar encaminada a disminuir la producción de residuos, el manejo adecuado de éstos, la correcta segregación y la importancia de la separación permitirán minimizar los impactos relacionados con este tema durante las diferentes fases del **Proyecto**.

Las medidas propuestas en la **MIA-R** para garantizar minimizar,

reducir y evitar los impactos relacionados con la generación de residuos a través de la gestión integral de éstos; pero si a pesar de ello, se detectaran impactos relacionados con un mal manejo de residuos, se implementarán medidas correctivas que subsanen las deficiencias identificadas.

Tabla 15. Medidas de mitigación consideradas.

Id	Medidas de mitigación
1	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.
2	Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos
3	Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.
4	El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit anti-derrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.
5	Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente
6	El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente
7	Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.
8	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, entre los cuales deberá considerarse el manejo integral de residuos
9	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del **Proyecto**

Es importante considerar que cada una de las etapas del **Proyecto** generarán diferentes cantidades y tipos de residuos, por lo que los impactos podrán variar; razón por la cual, es preciso atender de forma puntual cada una de las etapas. De forma adicional, es recomendable reforzar la concientización del personal a través de la instalación de señalética que incite a la gestión integral de los residuos, así como de la importancia del manejo adecuado, la correcta segregación y la disposición final que minimice los impactos, no solo en el área del **Proyecto**, sino en las áreas adyacentes.

Ahora bien, administrativamente, el Promovente cumplirá con las siguientes obligaciones:

- Registrarse ante la SEMARNAT mediante el formato SEMARNAT-07-017, así como consultar y los requisitos complementarios al trámite[4].
- Llevar una bitácora de residuos peligrosos, que es un documento que conservan los generadores y prestadores de servicios durante un periodo de 5 años, en el cual se registran los residuos peligrosos y cantidad generada, proceso que los generó, ingreso y salida de almacén, actividades de manejo, entre otros.
- Llenar el manifiesto de registro de actividades de manejo: Un manifiesto es un documento en el cual se registran las actividades de manejo de residuos peligrosos, que deben elaborar y

[4] http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/tramites-relacionados-al-tema-de-residuos-peligrosos

conservar los generadores por un periodo de cinco años y, en su caso, los prestadores de servicios de manejo de dichos residuos.

- Avisar el cierre de sus instalaciones o actividad generadora.
- Se debe notificar a la SEMARNAT el cese de operaciones o el cierre de instalaciones, mediante los trámites SEMARNAT-07-034-A y SEMARNAT-07-034-C a través de los cuales se notifica a SEMARNAT el cese de actividades de generación y el cierre de instalaciones, respectivamente.
- El transportista o destinatario (poseedor o prestador de servicios) está obligado a registrar y firmar la actividad de manejo en que participa.
- Lo anterior permite tener un control de las distintas actividades de manejo de los residuos peligrosos y los sujetos que participan en dichas actividades, y permite definir la responsabilidad de cada sujeto que participa en caso de un mal manejo.

INDICADORES DE REALIZACIÓN

Para medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas, se consideran los siguientes indicadores de realización:

- Porcentaje de capacitaciones realizadas por etapa

$$\%\ Pláticas\ de\ concientización = \left(\frac{N°\ de\ pláticas\ realizadas}{N°\ de\ pláticas\ propuestas}\right) * 100$$

- Porcentaje de participación en las pláticas de concientización

$$\%\ Participación = \left(\frac{N°\ de\ personas\ que\ asistieron}{N°\ de\ personas\ que\ laboraron}\right) * 100$$

Donde:
No. de personas que asistieron. Se puede determinar mediante un registro de asistencia a la plática de concientización.
No. de personas que laboraron. Se puede determinar mediante el chequeo de entrada y salida del personal por jornada laboral y únicamente se contabilizará de acuerdo al día en que se lleven a cabo las pláticas.

- Porcentaje de contenedores con etiquetado adecuado y en buenas condiciones

$$\%\ Contenedores = \left(\frac{N°\ de\ contenedores\ con\ tapa\ y\ etiqueta}{N°\ total\ de\ contendores\ colocados}\right) * 100$$

- Además de lo anterior, existen otros indicadores que permitirán evaluar la efectividad de las medidas y de la aplicación del programa, los cuales son:

    - Segregación de residuos de acuerdo a su tipo;
    - Saturación de los contenedores generales;
    - Reportes de residuos dispersos en los frentes de trabajo;
    - Reportes de falta de contenedores o que estos no cuenten con tapa o señalética;
    - Volumen de residuos destinados a reciclaje.

INDICADORES DE EFICACIA

Para medir los resultados obtenidos por la aplicación de las medidas propuestas, se proponen los siguientes indicadores de eficacia:

- Porcentaje de residuos entregados para su disposición final. Este indicador puede ser empleado tanto para los RSU dispuestos en el relleno sanitario autorizado o para los RME entregados a empresas recicladoras y RP entregados a empresas certificadas ante la SEMARNAT para la disposición de los mismos.

$$\%\ Residuos\ entregados = \left(\frac{Cantidad\ de\ residuos\ entregados}{Cantidad\ de\ residuos\ generados}\right) * 100$$

- Porcentaje de residuos reutilizados o reciclados. Este indicador también puede ser utilizado tanto para los RSU y RME.

$$\%\ Residuos\ reutilizados = \left(\frac{Cantidad\ de\ residuos\ reutilizados}{Cantidad\ de\ residuos\ generados\ que\ pueden\ ser\ reutilizados}\right) * 100$$

En el caso de que los RP sean destinados para diferentes empresas de disposición final de acuerdo con su valor económico, también se determinará el porcentaje de RP que la Promovente está otorgando para su reciclaje o reutilización en nuevas actividades productivas, de aquellos que solo serán confinados.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

INTRODUCCIÓN

El concepto general clave para el logro de un desarrollo sostenible durante la construcción de un **Proyecto** es el mejoramiento en la calidad de vida y el desarrollo económico, sin que ello implique un deterioro ambiental.

Está por demás decir que las construcciones tienen un alto impacto sobre el ambiente: utilizan recursos renovables y no renovables en grandes cantidades; generan altos consumos energéticos antes, durante y después de construidas; algunas propician emisiones de CO y llegan a verter al medio residuos líquidos, sólidos y gaseosos que en su mayoría no tienen tratamiento alguno, causando un deterioro en la calidad de los distintos ambientes y sus componentes bióticos y abióticos.

Si bien el **Proyecto** por sus características propias no causará afectaciones importantes al ambiente, se presentan los siguientes lineamientos, con la finalidad de minimizar los impactos ocasionados por la presencia del personal de obra.

OBJETIVO

Plantear los lineamientos que permitan el desarrollo de un programa de capacitación dirigido al personal de obra, subcontratistas y visitantes, con la finalidad de minimizar las posibles afectaciones generadas por su presencia mediante las mejores prácticas durante la construcción, operación, mantenimiento y abandono del **Proyecto**, así como cumplir con aspectos ambientales.

Metas

- Sensibilizar al personal de obra sobre la importancia del cuidado del ambiente, específicamente a individuos de flora y fauna.
- Concientizar al personal de obra sobre las buenas prácticas ambientales durante la preparación del sitio, construcción y abandono principalmente.
- Brindar las herramientas base para un buen cuidado del ambiente.
- Hacer del conocimiento del personal de obra de conocimientos básicos de la legislación ambiental vigente, su importancia y cumplimiento.

Alcance

Los lineamientos que se presentan en este documento servirán de base para que cada contratista pueda elaborar un programa de capacitación una vez que el **Proyecto** sea aprobado en materia de impacto ambiental. Asimismo, el programa pretende crear conciencia en los trabajadores involucrados de tal manera que no se causen afectaciones al ambiente y tendrá una impartición puntual de acuerdo a cada etapa de desarrollo.

DESARROLLO DEL PROGRAMA

Durante la construcción de un **Proyecto**, las buenas prácticas ambientales buscan:

- Promover el uso racional de los recursos naturales a utilizar;
- Diseñar procedimientos que aseguren la eficiencia y el ahorro energético;
- Identificar los residuos generados, clasificarlos en su fuente de generación, verificar la manipulación interna de los mismos y gestionar una adecuada disposición final;
- Promover la reutilización en origen de materiales y productos;
- Tener en cuenta a la población circundante evitando ocasionar impactos al entorno y ruidos molestos innecesarios;
- Tender a la implementación de buenas prácticas de construcción.

METODOLOGÍA

Durante el desarrollo del **Proyecto** se contemplan cuatro etapas, las cuales son: preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono; mientras que el programa contempla tres temas principales a desarrollar:

- Implementación de buenas prácticas ambientales;
- Ambiente físico; y
- Gestión sostenible de residuos.

Cabe hacer mención que cada contratista o subcontratista será responsable de la impartición de los temas, considerando cada una de las etapas de desarrollo del **Proyecto**. Se prevé que el personal de obra, al integrarse al trabajo, reciba una capacitación, la cual será retomada cada seis meses; además de que, mediante charlas diarias se refuerce el conocimiento.

Durante la operación, todo el personal que labore en el **Proyecto**, deberá recibir al inicio información y capacitación ambiental, la cual será retomada de forma semestral.

Aunado a lo anterior, se prevé la instalación de señalética para reforzar los temas, normas y prohibiciones. A continuación, se indican de manera enunciativa más no limitativa, lo tópicos a desarrollar por cada uno de los temas.

Implementación de buenas prácticas

Con la finalidad de reducir el impacto ambiental negativo causado por las actividades cotidianas ligadas a las diferentes etapas de desarrollo del **Proyecto**, se plantea el uso de buenas prácticas. Los tópicos que se propone desarrollar son:

- Manejo de materiales;
- Almacenamiento;
- Manejo de sustancias;
- Manejo de herramientas, maquinaria y equipo.

Ambiente físico

Mediante el fomento de una cultura ecológica con base en conocimientos, actitudes, aptitudes y valores enfocados a la interrelación entre el ser humano y la naturaleza, se busca proteger al ambiente, para lo cual se recomienda abordar los siguientes temas:

1) Buenas prácticas con respecto al cuidado del factor edáfico:
   - Importancia de mantener en óptimas condiciones el parque vehicular, maquinaria y equipo mediante el mantenimiento periódico;
   - Protección del suelo con materiales impermeables durante operaciones de mantenimiento o recarga de combustible a maquinaria, vehículos y equipo.

2) Buenas prácticas para reducir las emisiones a la atmósfera:
   - Señalización de pasos peatonales y límites de velocidad;
   - Planeación del tráfico dentro del área del **Proyecto**, considerando la operación de maquinaria;
   - Importancia de la implementación de buenas prácticas de manejo a fin de evitar accidentes y disminuir el consumo de combustible mediante la regulación de aceleración;
   - Importancia de que el parque vehicular cuente con la verificación correspondiente, tramite mediante el cual se podrá dar cumplimiento a:
     - NOM-041-SEMARNAT-2015 respecto a la emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
     - NOM-044-SEMARNAT-2017 y NOM-045-SEMARNAT-2017, que se refiere a emisión de gases de vehículos automotores que utilizan diésel como combustible.

3) Preservación del agua, considerando:
   - Importancia del cuidado del agua;
   - Importancia del uso de kit antiderrames;
   - Uso de letrinas portátiles;
   - Protección del suelo con materiales impermeables durante operaciones de mantenimiento o recarga de combustible a maquinaria, vehículos y equipo.

4) Ahorro de energía:
   - En la medida de lo posible, uso de focos y/o lámparas ahorradoras;
   - Apagado de luz cuando no se ocupe (en estaciones).

5) Protección de flora y fauna silvestre:
   - Importancia del cuidado y protección;
   - No introducir especies domésticas, exóticas o invasoras.

6) Delimitación correcta y precisa del área de ocupación del **Proyecto** (autorizada).

Gestión sostenible de residuos: ciclo de vida, clasificación, tratamiento y disposición final

Una deficiente gestión de residuos se convierte en un problema ambiental, debido a que se crea un impacto negativo por el manejo inadecuado, amenazando la sustentabilidad ambiental; por lo que es necesario vigilar el manejo que se da a los residuos generados durante las diferentes etapas del **Proyecto**, haciendo énfasis en los siguientes temas:

- Gestión sostenible de residuos;
- Caracterización y clasificación de residuos;
- Establecimiento de medidas preventivas durante la recarga de combustibles (gasolina y diésel), aceites y lubricantes que sean requeridos por vehículos, maquinaria y equipo como el uso de una malla geotextil impermeable; y
- Buenas prácticas ambientales para la identificación, clasificación, manejo y disposición final de los residuos.

Aspectos para llevar a cabo las buenas prácticas ambientales

- Reduce, reutiliza y recicla;
- Los residuos deben ser separados y depositados en contenedores adecuados;
- Consume la energía necesaria;
- Cuando un vehículo no se utilice, no se deberá dejar en marcha;
- No usar los desagües para el desecho de desperdicios;
- El ruido genera contaminación, por lo que se deberán tomar medidas que permita atenuarlo;
- Poner en práctica diariamente el ahorro de agua;
- Evitar el uso de agentes agresivos con el ambiente; y
- Al ser manipulados los residuos peligrosos se deberá usar equipo de protección personal y tratados por una empresa certificada.

Acciones complementarias

- Con la finalidad de corroborar la impartición de capacitación al personal, se usarán formatos y/o bitácoras;
- La capacitación que sea dirigida al personal involucrado en las actividades de desmonte, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, así como de la conservación de suelos, deberá ser clara, precisa y contar con material didáctico de apoyo;
- Durante la capacitación será necesario promover la participación y reflexión;
- Mediante el registro de asistencia quedará asentada la participación del personal, el cual deberá contar con el nombre, firma y cargo de cada participante;
- Instalación de señalética que ayude a reforzar la información impartida.

Resultados esperados

[redacted]

Cada contratista o subcontratista será responsable de que su personal sea capacitado en los temas planteados en el presente documento, lo cual se verá reflejado en la aplicación de las buenas prácticas, evitando al mínimo los incidentes que puedan afectar el entorno natural, social, de bienestar y de salud.

Mediante la aplicación de la capacitación se prevé facilitar la aplicación de las medidas de mitigación, además de reducir algunos de los impactos ambientales residuales del **Proyecto**, permitiendo también medir los resultados de capacitación y concientización mediante el éxito de los programas de rescate y reubicación de flora y fauna, manejo de residuos y, de forma general, a partir de la disminución de los impactos secundarios.

Evaluación del programa

Para poder conocer el alcance del programa, será necesario plantear la metodología que permita su evaluación a partir de un sistema de indicadores que proporcionen la efectividad de la capacitación, pudiendo ser consideradas las siguientes disposiciones:

Tabla 16. Indicadores de cumplimiento.

Indicador	Forma de medir el cumplimiento
Diseños finales de la señalización para protección, prevención, restricción, manejo y/o uso sustentable de ecosistemas, flora y fauna en el marco del proyecto.	El éxito de esta sección del programa será medida mediante la relación de señalizaciones colocadas en los sitios destinados. Se considerará que esta sección del programa sea totalmente exitosa mediante la colocación del 100% de las señalizaciones previstas y necesarias conforme a lo visto en campo, y que ellas se mantengan en su lugar durante el lapso de tiempo que el proyecto lo amerite.
Talleres o presentaciones elaboradas y presentadas al personal involucrado en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.	Este indicador tendrá éxito cuando el 100% del personal haya observado las presentaciones o medios audiovisuales, lo cual quedará comprobado mediante listas de asistencia.
Trípticos elaborados o información entregada para el cuidado de los ecosistemas, obligaciones y buenas prácticas ambientales, en el marco del proyecto.	Este indicador tendrá éxito cuando el 100% del personal haya recibido los trípticos o información mediante otros medios, lo cual se controlará mediante evidencia fotográfica.
Numero de reportes de daños o eventos no considerados de contaminación al ambiente.	Los responsables del programa llevarán un registro de cualquier daño o contaminación ocasionada al medio ambiente, con la finalidad de dar nuevos cursos o plantear nuevas estrategias de capacitación que eviten nuevos incidentes. Es así, como este punto del programa se considerará realizado cuando los cursos o talleres de capacitación se vuelvan a impartir de forma posterior a los incidentes ambientales, lo cual se prevé que contribuirá a disminuir dichos hechos y mismos que para su comprobación deberán ser evidenciados con fotografías

Además, se puede hacer uso de evaluaciones por observación, para lo cual es importante la supervisión y verificación de la aplicación de los conocimientos impartidos, considerando los siguientes puntos:

- Incremento de conservación in situ;
- Conciencia de respeto hacia la flora y fauna silvestre;
- Cambio positivo de valores, comportamientos y prácticas respecto al ambiente;
- Respeto de los límites de velocidad y circulación exclusiva en los caminos;
- Uso correcto del equipo de protección personal;
- Implementación de buenas prácticas ambientales.

La capacitación ambiental deberá ser impartida a todo el personal que tenga relación con el **Proyecto** en cualquiera de sus etapas, si bien durante las etapas de preparación del sitio y construcción la capacitación deberá ser constante, también durante la operación el personal involucrado con el **Proyecto** deberá recibir capacitación, mínimo una vez antes de iniciar actividades en el **Proyecto**.

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

INTRODUCCIÓN

Mediante el presente Programa se busca implementar una serie de técnicas encaminadas a la conservación y protección de los suelos en el área de establecimiento del **Proyecto**, con la finalidad de evitar un incremento en la erosión, así como el manejo del recurso edáfico.

El área destinada para aplicar estas acciones corresponde a la superficie donde será establecido el **Proyecto**; sin embargo, de encontrarse áreas que requieran de la aplicación de las técnicas para evitar un mayor deterioro que pueda comprometer alguno de los componentes del **Proyecto**, se evaluará la aplicación de técnicas de manejo.

Las tareas que pueden afectar los suelos son, sobre todo, la limpieza y despalme de vegetación no forestal de todas las superficies necesarias para la ejecución de las obras.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar las acciones de conservación de suelos para evitar en la medida de lo posible el incremento de la erosión del suelo en el área el **Proyecto**. Las acciones ejecutadas durante el inicio de obra y la etapa de construcción para la mitigación de impactos negativos al medioambiente, así como las medidas de conservación de suelos son implantadas para mantener los indicadores dentro de los límites requeridos para la instalación del **Proyecto.**

Objetivo particulares

- Establecer acciones que permitan remover, transportar y conservar el horizonte orgánico del suelo en las zonas afectadas por las obras.

- Reutilizar el suelo orgánico rescatado para incentivar la restauración, mediante dejar la regeneración de herbáceas, dentro de las zonas donde sea factible del **Proyecto**

ALCANCES

Siendo el suelo un recurso de carácter no renovable en términos de la escala temporal humana, su correcto manejo permitirá disminuir los cambios en sus características físicas, químicas y biológicas, permitiendo así aprovecharlo íntegramente la revegetación natural.

Las acciones planteadas en este programa tienen como finalidad rescatar, conservar y restaurar el suelo orgánico producto del despalme de las zonas donde se construirá el **Proyecto**.

Las acciones planteadas en este Programa tienen como finalidad rescatar, conservar y restaurar el suelo orgánico producto del despalme de las zonas donde se construirá el **Proyecto** y en el cuál se encuentran depositados las semillas de especies vegetales nativas y microorganismos.

Una vez terminado el proyecto este suelo rescatado será utilizado en la restauración de las zonas afectadas por la obra y que queden libres de infraestructura, estas deberán ser rehabilitadas y dejar la regeneración natural de vegetación.

ACCIONES

Acción 1. Rescate de suelos

A continuación, se presentan las acciones de manejo y conservación de suelos las cuales serán ejecutadas durante la etapa de preparación de sitio y construcción del **Proyecto**:

- Ocupación de terreno estrictamente en las áreas autorizadas en materia de impacto ambiental para la ejecución de obras y actividades relacionadas con el **Proyecto.**
- Aprovechamiento máximo de los caminos, accesos e infraestructuras existentes respetando áreas delimitadas. Evitar la circulación y el estacionamiento de vehículos fuera de áreas autorizadas durante las actividades de construcción.
- Cercado, balizado y señalización adecuada en las distintas áreas de obra autorizadas para determinar adecuadamente la superficie de ocupación.
- Las hierbas y pastos durante las actividades de limpieza y deshierbe del terreno, serán esparcido y se homogenizará con la capa superficial del suelo natural, siendo dispuesto en la misma superficie del suelo despalmado. Esta actividad favorece la conservación de suelo, mejorando las condiciones del mismo para su revegetación natural, evitando así, la perdida de suelo por acción de la erosión.
- El personal destinado a las labores de despalme y movimiento del suelo orgánico recibirá capacitaciones previas sobre las acciones de conservación de suelo. Asimismo, personal operario de vehículos ligeros y maquinaria será capacitado en temas de control de erosión, contaminación y cuidado de la biodiversidad.
- Personal de supervisión ambiental realizará recorridos con el fin de identificar incidencias en frentes de trabajo, procurando que el material orgánico no sea contaminado con residuos.

Acción 2. Regeneración de herbáceas

Dentro de las áreas donde sea susceptible, se dejará la regeneración de vegetación natural principalmente de herbáceas del **AP**.

Desarrollo del programa

Durante la construcción de un **Proyecto**, las buenas prácticas ambientales buscan:

- Promover el uso racional de los recursos naturales a utilizar;
- Diseñar procedimientos que aseguren la eficiencia y el ahorro energético;
- Identificar los residuos generados, clasificarlos en su fuente de generación, verificar la manipulación interna de los mismos y gestionar una adecuada disposición final;
- Promover la reutilización en origen de materiales y productos;
- Tener en cuenta a la población circundante evitando ocasionar impactos al entorno y ruidos molestos innecesarios;

- Tender a la implementación de buenas prácticas de construcción.

METODOLOGÍA

Durante el desarrollo del **Proyecto** se contemplan cuatro etapas, las cuales son: preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono; mientras que el programa contempla tres temas principales a desarrollar:

- Implementación de buenas prácticas ambientales;
- Ambiente físico; y
- Gestión sostenible de residuos.

Cabe hacer mención que cada contratista o subcontratista será responsable de la impartición de los temas, considerando cada una de las etapas de desarrollo del **Proyecto**. Se prevé que el personal de obra, al integrarse al trabajo, reciba una capacitación, la cual será retomada cada seis meses; además de que, mediante charlas diarias se refuerce el conocimiento.

Durante la operación, todo el personal que labore en el **Proyecto**, deberá recibir al inicio información y capacitación ambiental, la cual será retomada de forma semestral.

Aunado a lo anterior, se prevé la instalación de señalética para reforzar los temas, normas y prohibiciones. A continuación, se indican de manera enunciativa más no limitativa, lo tópicos a desarrollar por cada uno de los temas.

IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS

Con la finalidad de reducir el impacto ambiental negativo causado por las actividades cotidianas ligadas a las diferentes etapas de desarrollo del **Proyecto**, se plantea el uso de buenas prácticas. Los tópicos que se propone desarrollar son:

- Manejo de materiales;
- Almacenamiento;
- Manejo de sustancias;
- Manejo de herramientas, maquinaria y equipo.

Ambiente físico

Mediante el fomento de una cultura ecológica con base en conocimientos, actitudes, aptitudes y valores enfocados a la interrelación entre el ser humano y la naturaleza, se busca proteger al ambiente, para lo cual se recomienda abordar los siguientes temas:

7) Buenas prácticas con respecto al cuidado del factor edáfico:
    - Importancia de mantener en óptimas condiciones el parque vehicular, maquinaria y equipo mediante el mantenimiento periódico;
    - Protección del suelo con materiales impermeables durante operaciones de mantenimiento o recarga de combustible a maquinaria, vehículos y equipo.
8) Buenas prácticas para reducir las emisiones a la atmósfera:
    - Señalización de pasos peatonales y límites de velocidad;
    - Planeación del tráfico dentro del área del **Proyecto**, considerando la operación de maquinaria;

- Importancia de la implementación de buenas prácticas de manejo a fin de evitar accidentes y disminuir el consumo de combustible mediante la regulación de aceleración;
- Importancia de que el parque vehicular cuente con la verificación correspondiente, tramite mediante el cual se podrá dar cumplimiento a:
    - NOM-041-SEMARNAT-2015 respecto a la emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
    - NOM-044-SEMARNAT-2017 y NOM-045-SEMARNAT-2017, que se refiere a emisión de gases de vehículos automotores que utilizan diésel como combustible.

9) Preservación del agua, considerando:
    - Importancia del cuidado del agua;
    - Importancia del uso de kit antiderrames;
    - Uso de letrinas portátiles;
    - Protección del suelo con materiales impermeables durante operaciones de mantenimiento o recarga de combustible a maquinaria, vehículos y equipo.
10) Ahorro de energía:
    - En la medida de lo posible, uso de focos y/o lámparas ahorradoras;
    - Apagado de luz cuando no se ocupe (en estaciones).
11) Delimitación correcta y precisa del área de ocupación del **Proyecto** (autorizada).

Gestión sostenible de residuos: ciclo de vida, clasificación, tratamiento y disposición final

Una deficiente gestión de residuos se convierte en un problema ambiental, debido a que se crea un impacto negativo por el manejo inadecuado, amenazando la sustentabilidad ambiental; por lo que es necesario vigilar el manejo que se da a los residuos generados durante las diferentes etapas del **Proyecto**, haciendo énfasis en los siguientes temas:

- Gestión sostenible de residuos;
- Caracterización y clasificación de residuos;
- Establecimiento de medidas preventivas durante la recarga de combustibles (gasolina y diésel), aceites y lubricantes que sean requeridos por vehículos, maquinaria y equipo como el uso de una malla geotextil impermeable; y
- Buenas prácticas ambientales para la identificación, clasificación, manejo y disposición final de los residuos.

Aspectos para llevar a cabo las buenas prácticas ambientales

- Reduce, reutiliza y recicla;
- Los residuos deben ser separados y depositados en contenedores adecuados;
- Consume la energía necesaria;
- Cuando un vehículo no se utilice, no se deberá dejar en marcha;
- No usar los desagües para el desecho de desperdicios;
- El ruido genera contaminación, por lo que se deberán tomar medidas que permita atenuarlo;
- Poner en práctica diariamente el ahorro de agua;
- Evitar el uso de agentes agresivos con el ambiente; y

- Al ser manipulados los residuos peligrosos se deberá usar equipo de protección personal y tratados por una empresa certificada.

Acciones complementarias

- Con la finalidad de corroborar la impartición de capacitación al personal, se usarán formatos y/o bitácoras;
- La capacitación que sea dirigida al personal involucrado en las actividades de desmonte, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, así como de la conservación de suelos, deberá ser clara, precisa y contar con material didáctico de apoyo;
- Durante la capacitación será necesario promover la participación y reflexión;
- Mediante el registro de asistencia quedará asentada la participación del personal, el cual deberá contar con el nombre, firma y cargo de cada participante;
- Instalación de señalética que ayude a reforzar la información impartida.

RESULTADOS ESPERADOS

Cada contratista o subcontratista será responsable de que su personal sea capacitado en los temas planteados en el presente documento, lo cual se verá reflejado en la aplicación de las buenas prácticas, evitando al mínimo los incidentes que puedan afectar el entorno natural, social, de bienestar y de salud.

Mediante la aplicación de la capacitación se prevé facilitar la aplicación de las medidas de mitigación, además de reducir algunos de los impactos ambientales residuales del **Proyecto**, permitiendo también medir los resultados de la aplicación de los otros Programas requeridos por la autoridad, esto es de forma general, a partir de la disminución de los impactos secundarios.

EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

Para poder conocer el alcance del programa, será necesario plantear la metodología que permita su evaluación a partir de un sistema de indicadores que proporcionen la efectividad de la capacitación, pudiendo ser consideradas las siguientes disposiciones

Tabla 17. Indicadores de cumplimiento.

Indicador	Forma de medir el cumplimiento
Diseños finales de la señalización para protección, prevención, restricción, manejo y/o uso sustentable de ecosistemas, vegetación y fauna en el marco del proyecto.	El éxito de esta sección del programa será medida mediante la relación de señalizaciones colocadas en los sitios destinados. Se considerará que esta sección del programa sea totalmente exitosa mediante la colocación del 100% de las señalizaciones previstas y necesarias conforme a lo visto en campo, y que ellas se mantengan en su lugar durante el lapso de tiempo que el proyecto lo amerite.
Talleres o presentaciones elaboradas y presentadas al personal involucrado en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.	Este indicador tendrá éxito cuando el 100% del personal haya observado las presentaciones o medios audiovisuales, lo cual quedará comprobado mediante listas de asistencia.
Trípticos elaborados para el cuidado de los ecosistemas, obligaciones y buenas prácticas ambientales, en el marco del proyecto.	Este indicador tendrá éxito cuando el 100% del personal haya recibido los trípticos, lo cual se controlará mediante una lista de entrega y evidencia fotográfica.
Numero de reportes de daños o eventos no considerados de contaminación al ambiente.	Los responsables del programa llevarán un registro de cualquier daño o contaminación ocasionada al medio ambiente, con la finalidad de dar nuevos cursos o plantear nuevas estrategias de capacitación que eviten nuevos incidentes.

Indicador	Forma de medir el cumplimiento
	Es así, como este punto del programa se considerará realizado cuando los cursos o talleres de capacitación se vuelvan a impartir de forma posterior a los incidentes ambientales, lo cual se prevé que contribuirá a disminuir dichos hechos y mismos que para su comprobación deberán ser evidenciados con fotografías.

Además, se puede hacer uso de evaluaciones por observación, para lo cual es importante la supervisión y verificación de la aplicación de los conocimientos impartidos, considerando los siguientes puntos:

- Incremento de conservación in situ;
- Conciencia de respeto hacia la biodiversidad;
- Cambio positivo de valores, comportamientos y prácticas respecto al ambiente;
- Respeto de los límites de velocidad y circulación exclusiva en los caminos;
- Uso correcto del equipo de protección personal;
- Implementación de buenas prácticas ambientales.

La capacitación ambiental deberá ser impartida a todo el personal que tenga relación con el **Proyecto** en cualquiera de sus etapas, si bien durante las etapas de preparación del sitio y construcción la capacitación deberá ser constante, también durante la operación el personal involucrado con el **Proyecto** deberá recibir capacitación, mínimo una vez antes de iniciar actividades en el **Proyecto**.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

INTRODUCCIÓN

Por medio del presente Programa, se pretende obtener la reducción de fallas que pueden ocasionar retrasos en las actividades del **Proyecto**, además se maximiza el aprovechamiento de la maquinaria, su disponibilidad y mantenibilidad. Se deberán tener en cuenta, no solo los aspectos técnicos, sino también los relacionados con la gestión y la organización, considerando factores, económicos, de seguridad y medio ambiente.

La necesidad del mantenimiento preventivo se basa en que cualquier maquina o equipo sufre degradaciones a lo largo de su vida útil, que si no se evitan o eliminan no alcanzan el objetivo para el que fueron creados, el rendimiento disminuye y su vida útil se reduce.

El programa de mantenimiento de maquinaria y equipo brinda mayor seguridad a los operadores de maquinaria, es uno de los principales objetivos reduciendo los índices de accidentabilidad de la empresa.

OBJETIVOS

General

Para el desarrollo del **Proyecto**, la promovente se ha comprometido para lograr el correcto funcionamiento de los diversos equipos y vehículos que formarán parte del proyecto, mediante el presente “**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO**”, por ellos se han establecido las medidas de supervisión, gestión y control de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo.

Por lo anterior, el presente Programa está integrado por objetivos, una descripción detallada de las actividades que se realizarán, un cronograma y diversos formatos en los que se asentarán los resultados obtenidos.

El Programa es una guía detallada de las actividades que deben desarrollarse para mantener en óptimas condiciones los quipos como maquinaria y equipos, además de representar un ahorro de tiempo para la detección de fallas de los mismos.

Asimismo, se busca cumplir con las normas establecidas en cuanto a nomenclaturas de nombres de quipo, nombres de usuario y direcciones de red. Por lo cual, se han desarrollado procedimientos que garanticen el correcto funcionamiento de la maquinaria utilizada en el desarrollo del **Proyecto**, mismos que se dividen en:

- **Mantenimiento Preventivo.-** Es la actividad que permite prevenir daños mayores a los equipos, de forma que se ahorre tiempo y dinero.
- **Mantenimiento Correctivo.**- Cuando un equipo deje de funcionar, es necesario diagnosticarlo y llevar a cabo su reparación.

Específicos

Los objetivos específicos de este Programa son:

a) **Mantenimiento preventivo:** detectar fallas repetitivas, aumentar la vida útil de los equipos, disminuir costos de reparaciones. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceite y lubricantes, etc.

b) **Mantenimiento correctivo:** Reparar diferentes partes de los equipos y vehículos en el momento en que dejan de funcionar o fallar.

c) **Mantenimiento vehicular:** Conservar en óptimas condiciones de uso los vehículos y equipos; gestionar las necesidades para el mantenimiento preventivo correspondiente.

Metas

1. Conservar la maquinaria en condiciones óptimas de funcionamiento, previniendo las posibles averías y fallos, consiguiendo así que el trabajo se realice con los mayores niveles de calidad y seguridad.

2. Cumplir con lo esperado en las medidas establecidas para la mitigación de los impactos a los factores aire y suelo.

METODOLOGÍA

En el presente Programa se establecerán los tiempos en los cuales se retirarán las máquinas para ser llevadas a talleres autorizados (fuera del área del **Proyecto**), para su reparación, con lo cual se evitará que el equipo emita contaminantes a la atmósfera fuera de los niveles permitidos o presente derrames de aceite y/o combustible. Posteriormente a los mantenimientos y, en caso de que durante una inspección visual se detecten emisiones no controladas, los vehículos tendrán que ser remitidos nuevamente al taller para repetir el procedimiento de reparación.

[redacted]

En caso de que existan empresas contratistas trabajando en el área del **Proyecto**, estas deberán ajustarse a los mantenimientos periódicos empleando el programa interno de mantenimiento preventivo o elaborando uno propio, en cualquier supuesto deberán elaborar reportes e indicadores necesarios para los informes de desempeño ante la Autoridad.

Es importante mencionar que el mantenimiento constante también servirá para mitigar la cantidad de ruido y contaminación generada, al mejorar el desempeño de los vehículos y maquinaria, acercándolos a su diseño original.

ACCIONES

Acciones específicas

Las medidas que se realizarán dentro de este Programa son:

Acción 1. Mantenimiento de maquinaria

El cual mitigará los efectos negativos que se pueden causar a la calidad del aire por dispersión de ruido y contaminantes, así como la afectación que pueda ocurrir al suelo por derrame de aceites u otros químicos automotrices o hidrocarburos por algún desperfecto en la maquinaria.

Acción 2. Diagnósticos y supervisión

Dentro del Programa de prevé la formación de un equipo de trabajo que de manera periódica realice revisiones a los componentes que se monitorean de los vehículos, equipos y maquinaria sujeta a mantenimiento.

Dicho equipo de trabajo ejecutará dos funciones principales: diagnósticos con respecto a la operación de los equipos y sus componentes y supervisiones conforme a los procedimientos y lineamientos establecidos por la promovente.

En ambos casos, la correcta detección de anomalías o desviaciones ayudará a prevenir el mal funcionamiento de los equipos evitando así afectaciones al entorno, principalmente al componente ambiental de hidrología.

Acción 3. Análisis de fallas

Este concepto incluye la predicción y probables fallas que puedan ocurrir. Este análisis es realizado por un grupo de expertos y toma en cuenta todos los datos registrados por los usuarios del programa. De esta manera es posible determinar cuál es la probabilidad de ocurrencia de una falla específica por falta de mantenimiento, tales como el desgaste en las bandas de un motor o la oxidación de una pieza de metal.

Acción 4. Procedimiento de mantenimiento vehicular

Cada marca y tipo de vehículo tiene características individuales que determinan el procedimiento de rutina necesario. Por lo anterior, es necesario seguir de forma fiel el procedimiento de mantenimiento recomendado por el fabricante en sus cuadros y manuales de servicio.

Es importante establecer un programa definido y efectivo, registrar cada labor de mantenimiento o reparación para asegurar un funcionamiento regular y continuo. A continuación se presentan algunos aspectos relacionados con el mantenimiento de los vehículos:

Lubricantes:

[redacted]

Dentro del programa de mantenimiento preventivo, se debe poner especial cuidado a la selección del aceite que debe usarse, así como al periodo del cambio del mismo. Lo anterior depende de diversos factores, tales como el tipo de vehículo, el tipo de combustible, la calidad y clase del aceite.

Los lubricantes desempeñan seis funciones principales en los motores de combustión interna, y estos son:

a) Lubricación: Cuando se lubrican superficies sujetas a movimientos relativos, se está disminuyendo la fricción entre ellas y con ello evitan el desgaste, el recalentamiento y la pérdida de potencia del motor. Esta es la principal función del lubricante.

b) Refrigeración: El aceite lubricante a la circular absorbe parte del calor que se genera dentro del motor y lo disipa al exterior a través del cárter del motor.

c) Sellador: Lubricar, el aceite forma una película que impide que se filtre al cárter, la mezcla de aire combustible.

d) Limpiador: El aceite posee ciertas propiedades que se encargan de mantener en suspensión las partículas contaminantes, evitando que éstas se depositen en la superficie del motor y por lo tanto se mantiene limpio interiormente.

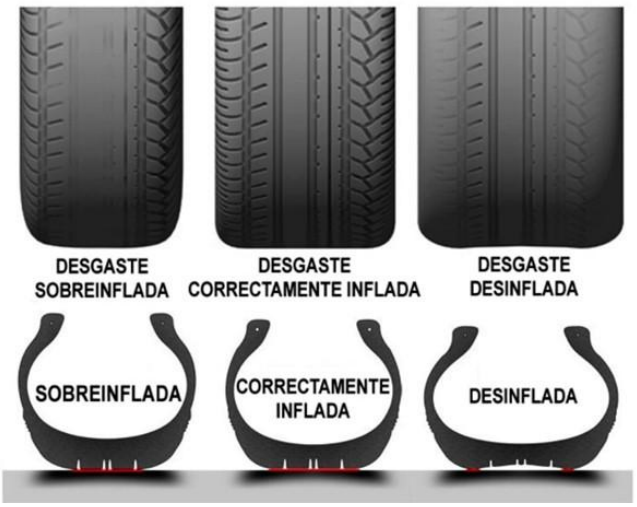
e) Protección contra la corrosión: El aceite contiene ciertos neutralizantes contra los producíos formados de la combustión, protegiendo el motor contra la corrosión.

f) Protección contra el desgaste: En determinados descansos (cojinete), como por ejemplo en la biela, la película de aceite sufre periódicamente grandes aumentos de presión. Las propiedades de resistencia de películas del aceite deberán ser capaz de soportar estos aumentos de presión, de modo que impidan el contacto metálico directo entre eje y descanso.

Acción 5. Llantas (neumáticos)

El tipo de neumático, la adecuada presión y el alineamiento correcto, son factores importantes para la economía de combustible, y también para alargar la vida útil de los mismos, obtener una mayor seguridad en el viaje y una mayor estabilidad del vehículo.

Tabla 18. Presión de las llantas.



-Presión adecuada del neumático

Cada neumático tiene sus elementos constitutivos que están calculados y coordinados para que resistan los esfuerzos ejercidos por la presión de inflado prevista. Cuando ésta es más baja o más alta que la recomendada, el equilibrio de las fuerzas se modifica, provocando una destrucción prematura del neumático a consecuencia de los esfuerzos anormales que sufre.

Una presión más baja provoca una mayor oposición al rodado, por otro lado, una presión más alta produce una pérdida de agarre. En ambos casos se está dando una pérdida de energía, con la consecuencia de un mayor consumo de combustible. Para no romper ese equilibrio de fuerza es indispensable.

-Alineamiento

El correcto alineamiento de los neumáticos, le permitirá tener una mejor estabilidad de su vehículo, por lo tanto, una mayor seguridad en el viaje.

Por el contrario, un mal alineamiento produce una serie de defectos entre los que se puede enumerar.

- Un desgaste prematuro de las bandas de rodamiento.
- Se debe invertir parte de la energía producida por el motor para vencer la fuerza adicional que se produce por el desalineamiento.
- El rápido desgaste producido por el desalineamiento del tren puede afectar adversamente la estabilidad, debido a las fuerzas adicionales que se producen.

-Afinación del motor.

El motor de los vehículos funcionará de manera más suave y económica cuando esté correctamente afinado. Normalmente el afinamiento del motor consiste en realizar lo que se llama un tune-up y que incluye las siguientes actividades, las cuales varían según el tipo de combustible del vehículo.

-Diésel

- Calibrar bomba de inyección
- Cambio de filtros de aire, aceite y combustible
- Cambio de puntas de inyección
- Revisión de candelas de precalentamiento.

Las ventajas que resultan de un adecuado afinamiento se pueden resumir de la siguiente forma:

(Para diésel y gasolina)

- Mejora la combustión, implica ahorro de combustible.
- Alarga la vida útil del motor, evitando desgastes prematuros.
- Mayor seguridad a la reducción de la posibilidad de una falla mecánica.
- Mayor economía, ahorro de combustible, ahorro de un mantenimiento correctivo.
- Disminuye la contaminación ambiental.

-Justificación

a) Al realizar el tune-up se afina el motor por lo que éste mejora las condiciones aptas dentro del motor para que se realice una mejor combustión y por lo tanto un mejor aprovechamiento de la energía.

b) Al darse una combustión mejor, el motor sufre menor desgaste por lo que la vida del mismo se puede ver alargada. Al realizarse una buena combustión, se evitan esfuerzos innecesarios en el motor.

Revisión de rutina del vehículo

1. ACEITE DE MOTOR: Medir y rellenar si hay faltante con el mismo tipo de aceite que le puso cuando hizo el cambio.

2. AGUA: Revisar y rellenar.

3. BATERIA: Revisar, corregir la falta de líquido o suciedad en los bornes.

4. LÍQUIDO DE FRENOS: Revisar en bomba de frenos y embrague, rellenar si es necesario.

5. LLANTAS: Revisarla presión, las ranas, (no olvide la llanta de repuesto)

6. Revisión de las mangueras del radiador y la faja del abanico.

SUPERVISIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

El cumplimiento oportuno y eficaz de cada una de las medidas de control, prevención y mitigación propuestas, se logrará mediante la aplicación de Acciones de vigilancia ambiental. Se pretende dar seguimiento a las actividades del **Proyecto** para evaluar su desempeño ambiental a los vehículos, equipos y maquinaria de los contratistas y personal operativo de la empresa.

Las Acciones de vigilancia ambiental se realizarán diariamente durante la ejecución de las diferentes etapas del **Proyecto**, a lo largo de la vida útil del mismo.

Indicadores de realización

Se realizará el mantenimiento constante de los vehículos y maquinaria, con la finalidad de evitar ruido o emisión de contaminantes permitidos.

Los indicadores de realización serán las bitácoras de los mantenimientos realizados y los reportes de incidentes que ocurran con la maquinaria que se utilice en estas tareas:

- El número de vehículos que reciben mantenimiento.
- El tipo de mantenimiento realizado.

A su vez, se obtendrán otros indicadores encaminados a aspectos, como: residuos peligrosos generados y retirados (grasas, aceites, combustibles, material impregnado), etc.

Junto al programa de mantenimiento y con el fin de cumplir con las medidas de mitigación del aire es obligatoria la humectación diaria de caminos. Las actividades deben especificar el tipo de riego, tiempos y rutas más eficientes para mantener el gasto de combustible y la generación de emisiones al mínimo. Los indicadores a obtener serán el volumen de agua empleado, la eficiencia de rutas y vehículos empleados.

INDICADORES DE EFICACIA

Los indicadores de realización serán las bitácoras de los mantenimientos realizados y los reportes de incidentes que ocurran con la maquinaria que se utilice en estas tareas que reflejen el cumplimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	
NOM-041-SEMARNAT-2015.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible
NOM-042-SEMARNAT-2003.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos 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 provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.
NOM-044-SEMARNAT-2006.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.
NOM-045-SEMARNAT-2006.	Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

De acuerdo con lo anterior, los indicadores de realización y de eficiencia son los siguientes:

Norma	Descripción de la medida	Indicador de realización	Indicador de eficacia
NOM-041-SEMARNAT-2015.	Cumplimiento de los límites máximos permisibles	100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa.	100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se encuentran en servicio del proyecto.
NOM-042-SEMARNAT-2003.	Cumplimiento de los límites máximos permisibles	100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa.	100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se encuentran en servicio del proyecto.
NOM-044-SEMARNAT-2006.	Cumplimiento de los límites máximos permisibles	100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa.	100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se encuentran en servicio del proyecto.
NOM-045-SEMARNAT-2006.	Cumplimiento de los límites máximos permisibles	100% de los vehículos de los contratistas y de la empresa.	100% de cumplimiento de la flota total de vehículos que se encuentran en servicio del proyecto.

ANÁLISIS DE DATOS

Se analizarán los resultados obtenidos de los reportes de incidentes y las bitácoras de mantenimiento para verificar el cumplimiento de los objetivos y las metas del presente Programa, de conformidad a las siguientes actividades:

Medida ejecutada	Unidad de Medida	Resultado de campo	Valor esperado	Aceptable / No aceptable
Programas de mantenimiento correctivo anual,	Número de reparaciones correctivas realizadas.		Medición de 365 días	
Programa de mantenimiento preventivo anual	Número de equipos y maquinaria con mantenimiento oportuno en tiempo y forma		Determinación de 4 trimestres al año	
Programas de verificación vehicular	Número de vehículos en cumplimiento de las NOM respectiva		De ser aplicable en el municipio, Cada seis meses	

CALENDARIO DE COMPROBACIÓN

Esta medida se comprobará cada vez que una maquinaria sea enviada a mantenimiento preventivo o correctivo en su defecto, de conformidad a los tiempos establecidos para su realización y reporte.

Medida	Periodicidad de ejecución	Plazo de reporte
Mantenimiento preventivo de equipo y maquinaria	Trimestral	Dentro de los primeros 5 días después del corte.
Mantenimiento correctivo de maquinaria y equipo	Al momento de las reparaciones mayores	Dentro de los primeros 5 días después del corte.
Mantenimiento y verificación vehicular	Semestral	Dentro de los primeros 5 días después del corte.

PUNTO DE COMPROBACIÓN

Esta medida se corroborará con las bitácoras que revelen un funcionamiento óptimo de la maquinaria, y con la evidencia fotográfica que se capture en el área de **Proyecto** que ayude a evidenciar que no se están presentando derrames de químicos o hidrocarburos al suelo por algún mal funcionamiento en la maquinaria.

MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

De observarse en campo un desperfecto en la maquinaria que implique un incremento en el ruido normal de la maquinaria o un aumento en la cantidad de emisiones a la atmósfera, se enviará inmediatamente esa maquinaria a los talleres autorizados y mencionar en la bitácora de salida la causa de la misma.

De presentarse algún derrame de químicos o hidrocarburos al suelo, este será retirado y clasificado como residuos peligrosos, donde se envasará en un contenedor adecuado con tapa y etiquetado con el CRETIB que le corresponda (de haber sido contaminado con algún hidrocarburo y por tanto, considerarse un residuo peligroso), posteriormente será retirado del área de proyecto por la empresa autorizada que se contrate para el transporte, manejo y disposición final de este tipo de residuos, misma que entregará un manifiesto del manejo.

Tabla 19. Formato de guías para elaboración de mantenimiento vehicular y equipos y máquina.

	VEHÍCULO	PLACAS	FECHA DE MANTENIMIENTO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

PROGRAMA DE PROTECCIÓN DEL COMPONENTE HÍDRICO

INTRODUCCIÓN

Este programa busca dar valor a los escurrimientos superficiales, promoviendo su gestión sostenible como fuente vital de agua en una región.

Este programa busca proteger los posibles escurrimientos intermitentes que se formen en el área del Proyecto, asegurando su permanencia y funcionalidad ecológica a través de acciones integradas.

OBJETIVOS

General

Implementar un programa de protección integral del componente hídrico (escurrimientos superficiales) mediante estrategias de conservación y educación ambiental.

Específicos

- Identificar y delimitar los escurrimientos superficiales prioritarios para su protección.
- Prevenir la contaminación y degradación de los posibles escurrimientos que se formen posterior al desarrollo del Proyecto, principalmente en el área de aerogeneradores, a través de las acciones del **Programa de Manejo de residuos**.
- Fomentar la reforestación y conservación de la cobertura vegetal en zonas de captación, esto a través de acciones de revegetación natural.
- Impulsar el conocimiento sobre su importancia a través de talleres (ver **Programa de educación ambiental**).

MATERIALES Y METODOLOGÍAS

Las metodologías y materiales a utilizar están ampliamente desarrollados en los diferentes programas que este directamente vinculados con este programa, tales como el Programa Integral de manejo de

residuos, las acciones de revegetación y el programa de educación ambiental. Asimismo, con respecto a las obras de prevención, dichas obras fueron descritas en la descripción del Proyecto, dentro de las obras de drenaje, principalmente.

MEDIDAS ESPECÍFICAS QUE SE EMPLEARÁN PARA PREVENIR, MITIGAR, O COMPENSAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ACCIÓN 1.

Protección, restauración y mantenimiento (acciones de prevención y control de proceso de erosión y arrastre)

- Acciones de revegetación de manera natural.
- Uso de barreras vivas, zanjas de infiltración y terrazas para reducir la erosión.
- Eliminación de puntos de contaminación.
- Mejorar los bordos perimetrales y establecer un sistema de drenaje interno que incorpore cunetas para manejar los flujos de agua. es necesario garantizar el libre paso de estos flujos hacia el sur del terreno, donde se encuentran las elevaciones más bajas y que constituyen la vía natural para los escurrimientos. Estas obras podrán incluir cunetas longitudinales trapezoidales revestidas en hormigón o suelo compactado, alcantarillas tubulares o de tipo cajón de hormigón armado, badenes o pasos de agua y disipadores de energía mediante enrocado o piedra acomodada. En caso de requerirse cruces de cauces, escurrimientos o zonas federales, se podrán construir obras hidráulicas tales como alcantarillas, badenes, cajones de concreto u otras estructuras equivalentes. Previamente a la ejecución de cualquier obra dentro de cauces o zonas federales, se obtendrán las autorizaciones, permisos y demás instrumentos que resulten aplicables ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y las autoridades competentes, las características particulares de estas obras están en la memoria técnica del Capitulo I.
- Plan de mantenimiento de las obras de prevención y protección

ACCIÓN 2.

Educación y limpieza del Agua

- Talleres sobre los beneficios de los escurrimientos superficiales.
- Organización de campañas de limpieza y revegetación natural.

ACCIÓN 3.

Monitoreo y Evaluación

- Indicadores de éxito ecológico.
- Revisión y ajuste anual del programa según resultados.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Para el desarrollo del presente programa se propone desarrollar las siguientes actividades principales:

Tabla 20. Actividades a realizar.

Actividad	Periodicidad
Revegetación natural	Cada temporada de lluvias
Instalación de infraestructura de protección	Durante año 1 y 2
Talleres de educación ambiental	Anual
Acciones de limpieza	Semestral

INDICADORES DE REALIZACIÓN Y EFICACIA

Para verificar la eficiencia y eficacia de las actividades a desarrollar se presentan los siguientes indicadores:

Tabla 21. Indicadores de realización y eficacia**.**

Indicador	Meta a varios años
Escurrimientos delimitados y protegidos	100% de los priorizados
Superficies revegetadas naturalmente (ha)	Metros cuadrados
Número de talleres realizados	5
Disminución de contaminación en cauces	% en residuos sólidos

PUNTO DE COMPROBACIÓN

La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental se comprobará en sitios específicos denominados **Puntos de Comprobación**, los cuales se encontrarán delimitados geográficamente dentro del **Área del Proyecto (AP)** y su **Área de Influencia (AI)**. Estos lugares permitirán el seguimiento sistemático de la evolución de las acciones del Programa, tomando en cuenta donde y cuando se desarrollaron las medidas del presente programa.

MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

Una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

PROGRAMA DE ANTICOLISIÓN Y ELECTROCUCIÓN DE FAUNA VOLADORA

INTRODUCCIÓN

El Programa de Anticolisión y Electrocución de Fauna Voladora (PAEFV) en Parques Eólicos es un conjunto integral de medidas y protocolos diseñados para minimizar la mortalidad de aves y murciélagos causada por colisiones con aerogeneradores y electrocuciones en líneas eléctricas asociadas.

Estos programas combinan acciones preventivas y protocolos de actuación ante incidentes.

Componentes Clave

Aislamiento de Líneas Eléctricas: Implementación de aisladores más largos y configuración segura de los puentes (cables) en las líneas de transmisión para evitar contactos accidentales que deriven en electrocución, especialmente en estructuras terminales donde el riesgo es mayor.

Monitoreo Post-Construcción: Programas continuos de vigilancia ambiental que incluyen la búsqueda y recolección de cadáveres, el monitoreo acústico y el seguimiento de las poblaciones de fauna para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y ajustar los protocolos si es necesario.

Protocolos de Actuación: Establecimiento de pasos claros a seguir en caso de colisión o electrocución, incluyendo análisis del accidente, adopción de medidas preventivas adicionales y seguimientos específicos, que pueden llevar incluso al desmantelamiento de aerogeneradores si registran una alta mortalidad de especies protegidas.

Estos programas buscan un equilibrio entre la generación de energía renovable y la conservación de la biodiversidad, siendo obligatorios en muchos casos por normativas ambientales y directrices internacionales (como las directrices de SEO/BirdLife en España).

OBJETIVOS

General

El objetivo principal de un **Programa de Anticolisión y Electrocución de Fauna Voladora** en parques eólicos es **evitar, minimizar y reducir la mortalidad de aves y murciélagos** causada por la colisión con las palas de los aerogeneradores y la electrocución en las líneas eléctricas asociadas.

Particulares

- Proteger las poblaciones de fauna voladora: Asegurar la conservación de las especies locales, migratorias y, especialmente, las amenazadas o vulnerables, como rapaces y otras aves de gran tamaño.
- Implementar medidas de mitigación efectivas: Desarrollar e instalar tecnologías y prácticas para disminuir el riesgo de accidentes.
- Evaluar y monitorear el impacto ambiental: Realizar estudios de vigilancia post-construcción para cuantificar la tasa de mortalidad real de aves y murciélagos (mediante la búsqueda de cadáveres, monitoreo acústico o visual), y así verificar la eficacia de las medidas aplicadas.
- Garantizar el cumplimiento legal y normativo: Asegurar que la operación del parque eólico cumple con la legislación ambiental nacional e internacional vigente en materia de protección de la fauna silvestre.

METAS

- Establecer las acciones de protección contra electrocución y anticolisión principalmente de las especies de fauna voladora, así como el control y seguimiento de la incidencia del **Proyecto** sobre la avifauna durante la etapa de operación y funcionamiento del **Proyecto**.
- Proponer y describir el protocolo de monitoreo ante posibles situaciones que se consideren de riesgo potencial de colisión y electrocución de aves presentes sobre la Línea de Transmisión y el Parque Eólico.

RESPONSABLES DEL DESARROLLO DEL PLAN

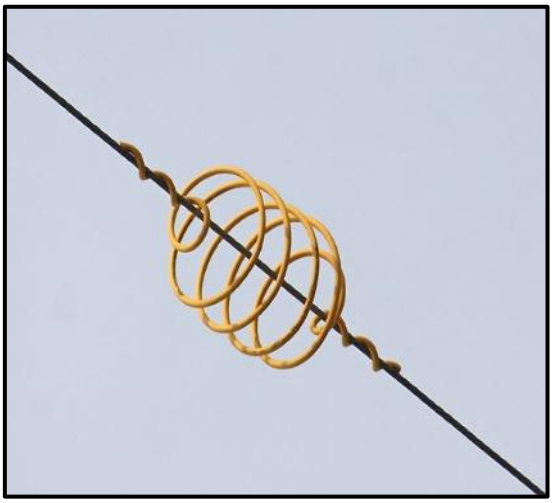
Para la implementación del Programa, la empresa **Energía Renovable La Noria, S. DE R.L. DE C.V** contempla la contratación de técnicos especializados con amplia experiencia en la ejecución de actividades y acciones de protección a la fauna voladora. En función de estos técnicos especializados se realizará un estudio para determinar las zonas de más alto riesgo, con la finalidad de determinar el número de medidas y accesorios que reduzcan hasta cero la mortandad de la avifauna presente por riesgo de colisión y electrocución.

MEDIDAS ESPECÍFICAS

Disuasores de vuelo o salva pájaros: Los disuasores de vuelo o salva pájaros cumplen la función de aumentar la visibilidad de los cables para las aves que se encuentra en vuelo. Los cables que deben marcarse son especialmente los cables de guardia. Se postula que la reacción de las aves ante este método sería la de volar más alto para evitarlos, aunque también podrían cambiar de dirección hacia cables no marcados, lo que aún no ha sido comprobado. Estos elementos pueden ser esferas, platos móviles (que se balancean), elementos espirales que vibran, tiras, cintas, aletas, banderas, flotadores de pesca, bolas para aviación, bandas cruzadas, etc. Existe un amplio margen para mejorar los dispositivos, pero hay que tomar en cuenta las características de la visión de las aves, que es diferente a la del ser humano. Las aves poseen algo llamado "macularidad universal" lo que significa que tienen una baja relación de células ganglionares en la periferia de la retina, lo que se traduce en una alta agudeza visual, incluso en la visión periférica. Además, las aves rapaces poseen dos regiones foveales, una para la visión frontal y otra para mirar al suelo. A esto se suma, el que las aves tienen diversos métodos ópticos para mantener los objetos a distintas distancias simultáneamente.

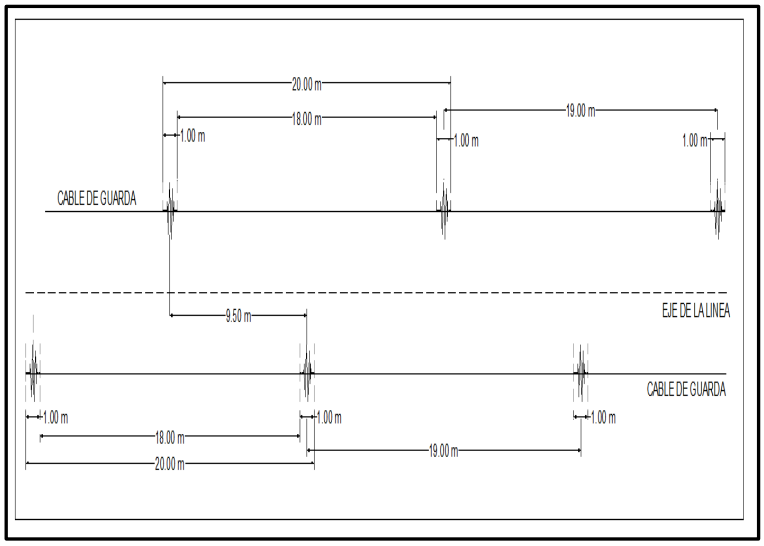
Asimismo, poseen un sistema de visión tetracromático (todos los mamíferos poseen sistemas de visión tricromáticos), pudiendo ver otros colores, e incluso ver algunos de los colores de manera diferente a los mamíferos. Igualmente, muchas aves son sensibles a longitudes de onda ultravioleta, las cuales son invisibles para los seres humanos.

Figura. 20. Dispositivo señalizador para prevenir la colisión de aves tipo espiral.



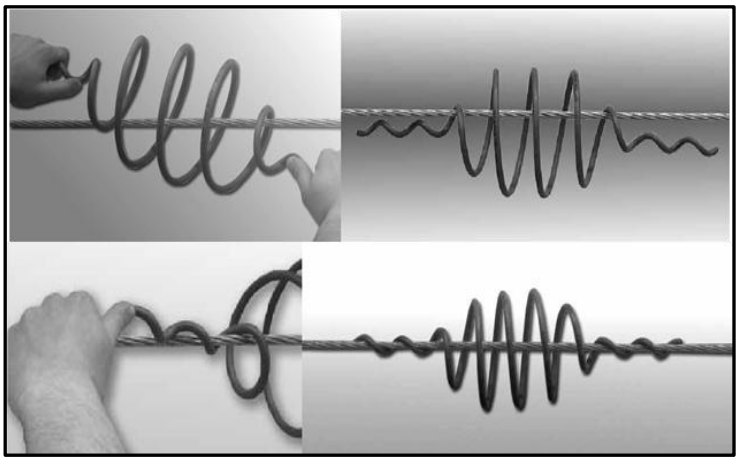
Los dispositivos se colocarán a cada 19 m de distancia uno de otro, en los dos cables de guarda, utilizando dispositivos de color rojo para un cable y de color amarillo para el otro, se instalarán en tresbolillo.

Figura. 21. Distribución de los dispositivos señalizadores para prevenir la colisión de aves.



La **Promovente** tomará las precauciones debidas al momento de instalar los dispositivos señalizadores, con la finalidad de evitar daños físicos en los cables de guarda.

Figura. 22. Procedimiento de instalación de los disuasores de vuelo de aves.



Colocación de balizas: Estas balizas se instalan en aquellos tramos donde se conocen casos de colisión y de manera preventiva en aquellas zonas o tramos considerados sensibles o de alto riesgo, existen de diferentes tipos y materiales han sido probados: espirales de PVC de diversos tamaños, tiras plásticas, tiras de neopreno, colgantes plásticos reflectantes fijos y giratorios, dispositivos luminosos alimentados por el propio conductor.

La señalización reduce la colisión, si bien el grado de efectividad de los diferentes tipos no está muy claro. La proporción de esa reducción es muy variable, entre menos del 10% a más del 90%, si bien

suele superar el 50%. Los estudios más recientes parecen indicar que aquellos marcajes con elementos móviles y reflectantes son los más eficaces. Aparte del movimiento, las superficies reflectantes los hacen muy visibles en bajas condiciones de luz, como al amanecer y al atardecer, cuando la visibilidad de los conductores o de otro tipo de balizamientos es mucho menor.

Con respecto a la colocación en la línea de las balizas, en las de alta tensión las señales se colocan en el cable de tierra, con una separación recomendada de 5 m, si solo hay un cable de tierra, o 10 m de forma alterna si hay dos paralelos.

En las de distribución donde no hay cable de tierra se colocan al menos en el superior, mejor en los dos superiores si es una zona especialmente problemática, colocándose en ese caso también de forma alterna. La misma pauta se sigue en el caso de líneas con doble circuito; para triple o cuádruple circuito es suficiente con el balizamiento de los dos conductores externos.

La colocación de balizas hay que considerarla como una medida temporal, pues su efectividad a lo largo del tiempo puede disminuir por pérdida de la coloración inicial, roturas, desprendimientos, etc., de manera que son necesarias revisiones periódicas e incluso la sustitución de elementos en mal estado.

Figura 23. Colocación de balizas en la LT.



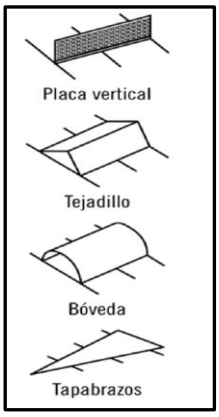
En cualquier caso, para aquellas especies de hábitos nocturnos o que migran de noche, la señalización, excepto si es luminosa, no es efectiva. Hay algunas experiencias positivas respecto a señalización luminosa nocturna, pero hay que tener en cuenta que se conocen efectos negativos de otros tipos de señales luminosas nocturnas en las aves, como desorientación durante las migraciones y atracción hacia la fuente luminosa, aspectos que no han sido estudiados para esos dispositivos. Los dispositivos

señalizadores deberán instalarse posterior al tendido y tensado de los cables de guarda, asegurándose que éstos no interfieran con el funcionamiento y seguridad física del hilo de guarda.

Disuasores de posada o guardaperchas: La función de estas estructuras es evitar se acerquen o se perchen las aves en postes no adecuados, es decir aquellos que no cumplan ni con las distancias ni con el aislamiento de partes energizadas. En su mayoría estos elementos tienen la función de evitar que el ave tome contacto fase-tierra, a excepción de las varillas blancas verticales, que también podrían evitar el contacto fase-fase.

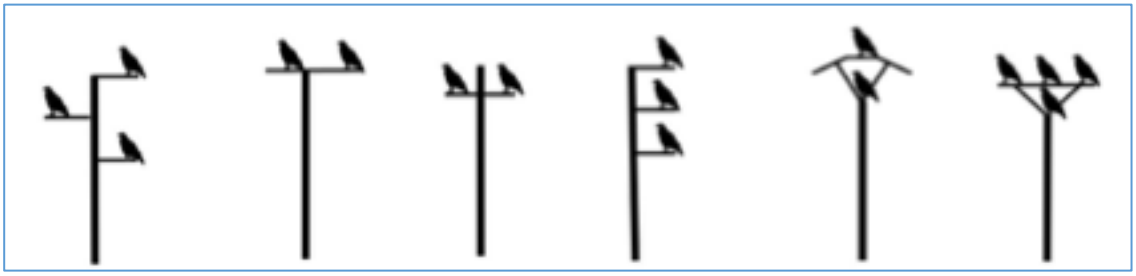
Disuasores de nidificación: Son dispositivos que evitan la nidificación en los apoyos mediante elementos que dificultan la fabricación de los nidos.

Figura 24. Disuasores de nidificación.



Colocación de crucetas con menor impacto sobre las aves: Dado que como se ha visto la electrocución normalmente tiene lugar por contacto de dos zonas del ave no cubiertas por plumas (muñeca, cabeza, patas), esas distancias críticas de seguridad tomarían como referencia la medida entre ambas muñecas de las alas y la distancia entre la muñeca y las patas. En climas húmedos donde la situación de plumaje mojado puede ser muy habitual, había que considerar distancias mayores, tomando como referencia el extremo del ala.

Figura 24. Tipos de crucetas.



Teniendo en cuenta la envergadura (longitud de punta a punta de las alas) de las especies, las grandes carroñeras, con casi 3 m, y una longitud corporal de hasta 1.20 m, habría que considerar una distancia segura entre conductores de 1.5 m para evitar un doble contacto en vuelo. Respecto a la posada, la distancia de seguridad hasta el punto en tensión más próximo debería ser de al menos 1 m hacia abajo, 1.5 m hacia arriba, 1 m en el caso de los apoyos en bóveda y 1 m en horizontal.

En el caso de la distancia de seguridad horizontal de 1 m, en zonas de climas muy lluviosos, con presencia de grandes águilas y carroñeras, podría ser aconsejable aumentar esa distancia hasta 1.5 m, especialmente si el dispositivo de amarre (aislador polimérico liso, cadena de aisladores con alargaderas) puede permitir que las aves se posen sobre él.

En síntesis, los diseños menos peligrosos son:

- Crucetas con aisladores suspendidos en disposición horizontal o al tresbolillo, siempre y cuando la separación entre la rama inferior y el conductor de la rama superior sea mayor a 1.5 m y la distancia entre la semicruceta y su conductor sea de al menos 1 m.
- Crucetas con aisladores suspendidos en bóveda, siempre y cuando la distancia entre el extremo inferior de la bóveda, donde se puede posar un ave, y el conductor central, sea mayor de 1 m, al igual que la distancia entre la parte superior de la bóveda y los conductores.

Plataformas de anidación: La implementación de plataformas seguras para la anidación ha resultado ser una medida útil evitando las electrocuciones en aves. Esta solución consiste en alentar la anidación en los lugares deseados, a través del posicionamiento de plataformas en lugares seguros, ayudando además a la mantención de las líneas.

Las plataformas pueden construirse con maderas descartadas de la construcción de los postes y deben ser lo suficientemente anchas como para cubrir las estructuras energizadas, ubicándolas en la parte superior o en medio del poste, lo más alejado posible de las partes riesgosas. Otra opción son los tubos de PVC, colocados horizontal o verticalmente, con uno hoyo para respiración y drenaje.

Es importante mencionar que las medidas preventivas para disminuir el riesgo de colisión y/o electrocución de aves en la línea de transmisión de la energía eléctrica que solicita la **SEMARNAT** deben ser reguladas por la normatividad aplicable y vigente de la Comisión Federal de Electricidad. Actualmente no existen especificaciones o lineamientos publicados para tal efecto. Los especialistas concuerdan en que se hace necesario revisar el marco normativo del sector, así como el corresponde a Vida Silvestre e Impacto Ambiental que permita que las medidas preventivas propuestas constituyan un elemento efectivo para la prevención que se busca.

Figura 25. Ejemplos de anidación.



Equipo ahuyentador de aves

Los equipos ahuyentadores de aves son equipos ultrasónicos, que consiste en un equipo de “todo en uno” con cobertura de 4,050 m² hasta 10,000 m^2 y que funciona como ahuyentador sónico programable, para diferentes especies de aves.

Basado en una tecnología sonora sofisticada, cada repelente sónico programable emplea el propio sonido de angustia producido por las aves, bajo condiciones de peligro, para así comunicar a la parvada una señal de alarma de “zona insegura”, lo que hace alejarlos del lugar.

- Los sonidos se reproducen durante pocos segundos de forma cíclica. La duración del ciclo es ajustable.
- Contienen una combinación entre los 8 sonidos naturales de aves, incluyendo un depredador para ayudar a ahuyentar a todas las aves.
- Personalizados mediante la selección de la frecuencia, volumen, dirección y horarios de operación.
- Resistente para usarse en exterior.
- Son dispositivos inofensivos para las aves, solamente emplea el sonido para ahuyentarlas y ecológicamente mantenerlas fuera del área tratada con el alcance del sonido programado.
- Resuelve las necesidades de control de aves actuales y futuras, ya que se puede reconfigurar según las circunstancias lo requieran.

Estos equipos pueden ser utilizados para distintas especies de aves, entre las que se encuentran:

- Versión 1: Palomas, Estorninos, Gorriones, Gaviotas Y Mirlo Americano.
- Versión 2: Cuervos, Mirlos, Zanates, Cormoranes Y Urracas
- Versión 3: Pajaros Carpinteros y Gorriones.

Por su gran alcance puede usarse, con alto rango de percepción de las aves, en zonas al aire libre:

Dimensiones de la unidad: 6" x 9" x 4"

Peso: 1.82 Kg.

Alimentación: 110 ó 220Vac ó 12Vdc (Incluye adaptador de 110Vac; batería no incluida.)

Nivel de sonido: 105 - 110 dB @ 1 metro.

Frecuencia: 3 - 5 kHz.

Figura. 27. Equipo ahuyentador de aves.



MEDIDAS EN LA OPERACIÓN DEL PROYECTO

- Se evitará la deposición de residuos en el área de servidumbre para evitar la llegada de aves carroñeras;
- Mantenimiento de dispositivos que aumenten la visibilidad de los cables para evitar la colisión: balizas o espirales de colores, discos giratorios, guarda percha y o “salvapájaros”.
- Control de iluminación nocturna.

INDICADORES DE REALIZACIÓN

De manera general, para todo el programa se presentan los siguientes indicadores por fase de ejecución del mismo.

Tabla 22. Indicadores de realización.

Etapa del Programa	Parámetro	Formula
Ahuyentamiento	Número de medidas construidas con base en el estudio de zonas de alto riesgo de colisión y electrocución	**P_{MR}= MA_C / MA_P** MA_C = #total de medidas y accesorios construidos. MA_P = # total de medidas y accesorios programados.
Informes	Porcentaje de Informes realizados	**P_{IR} = N_{IMR}/NCM_P 5*100** P_{IM} = Porcentaje de informes de monitoreo elaborados N_{CMR} =Número de informes de monitoreo elaborados. N_{CMP} =Número de informes de monitoreo programados. 5 = Corresponde al valor de los informes a elaborar por estaciones del año (invierno, primavera, verano y otoño) y a un informe anual.

ANÁLISIS, PROCESAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Como se puede observar de la revisión de las diferentes secciones anteriores de este documento, durante la mayoría de las fases del proceso de aplicación de las actividades se registra información que permite su posterior análisis, procesamiento e interpretación. Esto permite evaluar si el resultado de la aplicación de las acciones consideradas es el adecuado y, en caso contrario, modificar los aspectos que sea necesario para mejorar dichos resultados.

Una vez recogida toda la información existente, deberá evaluarse si es suficiente y si cuenta con un nivel de calidad aceptable para realizar la evaluación, ya que todas las carencias deberán ser completadas con trabajo de campo. Para realizar esta evaluación deberá construirse una bases de datos con todos los elementos recopilados en la fase de monitoreo y exponer la información obtenida y una justificación del grado de adecuación de la misma al objetivo del trabajo, con la finalidad de preparar las bases de datos para utilizar software estadísticos EstimateS 9.1 (Colwell 2013) para la determinación de la curva de acumulación de especies con intervalos de confianza de 95% (Colwell et al., 2004 y Colwell et al. 2012) y verificar que se alcance la asíntota. También se calcula el índice de completitud para evaluar la representatividad del muestreo.

PUNTO DE COMPROBACIÓN

Como se menciona el monitoreo se realizará para el componente ambiental avifauna en cada uno de los componentes del **Proyecto**, para el levantamiento de la información, su procesamiento y elaboración de informes para determinar la eficacia de las acciones propuestas. De esta forma se podrá determinar el cumplimiento, total o parcial, de estas acciones a través de los índices de eficacia.

MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

A pesar de que las actividades relacionadas con este programa están sujetas a una estricta supervisión, que permite identificar aspectos irregulares y definir acciones inmediatas para su corrección, es posible que aparezcan situaciones no consideradas previamente. En estas situaciones, el Parque contratará los servicios de un experto, para que las acciones emergentes se definan con ayuda logística y técnica, y atender la contingencia de forma adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

American Ornithologists’ Union. 1998. Check-list of North American Birds. 7a ed. American Ornithologists’ Union.Washington, D. C., USA.829 pp.

American Ornithologists’ Union.2000. Forty-second supplement to the American Ornithologists’ Union Check-list of North American Birds. Auk 117: 847-858.

Asociación Mexicana de Energía Eólica, 2012. El Potencial Eólico Mexicano, oportunidades y retos en el nuevo sector eléctrico. pp. 8-10.

Band, W, Madders, M, & Whitfield, D.P. (2007) Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In: Janss, G, de Lucas, M & Ferrer, M (eds.) Birds and Wind Farms. Quercus, Madrid. 259-275

Banks, R. C.; C. Cicero; J. L. Dunn; A. W. Kratter; P. C. Rasmussen; J. V. Remsen, Jr; J. D. Rising y D. F. Stotz. 2002. Forty-third supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. Auk 119: 897-906.

Banks, R. C.; C. Cicero; J. L. Dunn; A. W. Kratter; P. C. Rasmussen; J. V. Remsen, Jr; J. D. Rising y D. F.

Banks, R. C.; C. Cicero; J. L. Dunn; A. W. Kratter; P. C. Rasmussen; J. V. Remsen, Jr; J. D. Rising y D. F. Stotz. 2004. Forty-fifth supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. Auk 121(3): 985-995.

Banks, R. C.; C. Cicero; J. L. Dunn; A. W. Kratter; P. C. Rasmussen; J. V. Remsen, Jr; J. D. Rising y D. F. Stotz. 2005.Forty-sixth supplement to the American Ornithologists' Union Check-list ofNorth American Birds. Auk 122(3):1026–1031.

Banks, R. C.; C. Cicero; J. L. Dunn; A. W. Kratter; P. C. Rasmussen; J. V. Remsen, Jr; J. D. Rising y D. F. Stotz. 2006. Forty-seventh supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds.Auk 123(3): 926–936, 2006.

Banks, R. C.; C. Cicero; J. L. Dunn; A. W. Kratter; P. C. Rasmussen; J. V. Remsen, Jr; J. D. Rising, D. F. Stotz y R. T. Chesser. 2007. Forty-eighth supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. Auk 124(3): 1109-1115.

Banks, R. C.; C. Cicero; J. L. Dunn; A. W. Kratter; P. C. Rasmussen; J. V. Remsen, Jr; J. D. Rising, D. F. Stotz, R. T. Chesser, I. J. Lovette, y K. Winker. 2008. Forty-ninth supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North AmericanBirds. Auk 125(3): 758–768.

Banks, R. C.; C. Cicero; J. L. Dunn; A. W. Kratter; P. C. Rasmussen; J. V. Remsen, Jr; J. D. Rising, D. F. Stotz, R. T. Chesser, I. J. Lovette, K. Winker y F. K. Barker. 2009. Fiftieth Supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. Auk126 (3): 705–714.

Banks, R. C.; C. Cicero; J. L. Dunn; A. W. Kratter; P. C. Rasmussen; J. V. Remsen, Jr; J. D. Rising, D. F. Stotz, R. T. Chesser, I. J. Lovette, K. Winker y F. K. Barker. 2010. Fifty-first supplement to the American Ornithologists' Union Check-List of North American Birds. Auk 127(3): 726-744.

Banks, R. C.; C. Cicero; J. L. Dunn; A. W. Kratter; P. C. Rasmussen; J. V. Remsen, Jr; J. D. Rising, D. F. Stotz, R. T. Chesser, I. J. Lovette, K. Winker y F. K. Barker. 2011. Fifty-second supplement to the American Ornithologists' Union Check-List of North American Birds.Auk 128(3): 600-613.

Chao, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. Scyinavian Journal of Statistics 11:265-270.

Chazdon, R. L., R. K. Colwell, J. S. Denslow y M. R. Guariguata. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary ad secondary rain forests of northeastern Costa Rica. In: Forest biodiversity research, monitoring y modeling: conceptual background y old world case studies, F. Dallmeier y J. A. Comiskey (eds). Paris: Parthenon Publishing, pp. 285-309.

Colwell, R. K. 2013. EstimateS 9.1: Statistical estimation of species richness y shared species from samples.Disponible en: http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimatesy&

Colwell, R. K.; Chao, A.; Gotelli, N. J.; Lin, S.-Y.; Mao, C. X. ; Chazdon, R. L. y Longino, J. T. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. Journal of Plant Ecology 5:3-21

Colwell, R.K.; Mao, C.X. y Chang, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence- based species accumulation curves. Ecology 85: 2717-2727.

Drewitt, A. L. & Langston, R.H.W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis. 148: 29–42.

Drewitt, A. L. & 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(1): pp. 233-266(34).

Ehrlich, R. P., D. S. Dobkin y D. Wheye. 1988. The birders Handbook. A Fireside Book Published by Simon y Schuster Inc. New York. 785 pp.

Escalante-Pliego, P., A. M. Sada y J. Robles-Gil. 2014. Listado de nombres comunes de las aves de México. 2ª ed. UNAM/CIPAMEX. 41 pp.

Howell, S. N. G. y Webb, S. 1995 AGuide to the Birds of Mexico y Northern Central America. Oxford University Press Inc., New York. U.S.A. 851 pp.

Huso, M. M. P. 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. – Environmetrics 22: 318–329.

Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI). 2013. Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie V (2011). Escala 1: 250 000. Vectorial.

IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015-4.

Johnson GD, Erickson WP, Strickland MD, Shepherd MF, Shepherd DA, Sarappo SA. 2003a. Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. American Midland Naturalist 150: 332–342.

Johnson GD, Erickson WP, White J, McKinney R. 2003b. Avian and bat mortality during the first year of operation at the Klondike Phase I Wind Project, Sherman County, Oregon. Technical Report, Northwestern Windpower, Goldendale, WA; 17.

KERLINGER, P., R. CURRY, L. CULP, A. JAIN, C. WILKERSON, B. FISCHER, AND A. HASCH. 2006. Postconstruction avian and bat fatality monitoring study for the High Winds wind power project, Solano County, California: two year report. Report to High Winds LLC and FPL Energy, Livermore, California, USA. Curry & Kerlinger LLC, McLean, Virginia, USA

National Wind Coordinating Collaborative. (2012). Comprehensive Guide to Studying Wind Energy/Wildlife Interactions, pp. 84-86.

Nowak, R.M. 1994. Walker´s bats of the Word. The Johns Hopkins University Press.

Perrow, M.R. (ed). 2017. Wildlife and wind farms, conflicts and solutions. Volume 2 Onshore: Monitoring and mitigation. Pelagic Publishing, Exeter, UK

Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1989. Aves de México, Guía de campo. Editorial Diana. México. 1-473 pp.

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, publicada el 6 de marzo de 2002, en el diario oficial de la federación. Segunda Sección. México D.F.

Shannon, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell. Syst. Tech. J., 27: 379-243.

Sibley, D. A. The Sibley Guide to Birds. 2000. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, Inc. USA. 544 pp.

Scottish Natural Heritage 2004, Recommended bird survey methods to inform impact assessment of onshore wind farms, pp.17

Shoenfeld, P. 2004. Suggestions regarding avian mortality extrapolation. – Technical memo provided to FPL Energy. – West Virginia Highlands Conservancy, Davis.

Stotz. 2003. Forty-fourth supplement to the American Ornithologists’ Union Check-list of North American Birds. Auk 120(3): 923-931.

TRC Environmental Corporation. 2008. Post-construction avian and bat fatality monitoring and grassland bird placement surveys at the Judith Gap Wind Energy Project, Wheatland County, Montana. Report to Judith Gap Energy, LLC, Chicago, Illinois, USA.

United States Fish and Wildlife Service (USFWS). 2015. Range-wide Indiana bat summer survey guidelines. Consultado Octubre 2017 from http:// www.fws.gov/ midwest/ Endangered/mammals/inba/surveys/pdf/2015IndianaBatSummerSurveyGuidelines01April 2015.pdf

Wilson, D.E., Cole, F.R. Nichols, J.D. Rudran, R. y M.S. Foster. 1996. Measuring and monitoring biological diversity; standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press

Young, Jr., D. P., W. P. Erickson, J. D. Jeffrey, and V. K. Poulton. 2007. Puget Sound Energy Hopkins Ridge Wind Project Phase 1 post-construction avian and bat monitoring first annual report. Report to Puget Sound Energy, Dayton, Washington, USA

Young, Jr., D. P., W. P. Erickson, K. Bay, S. Nomani, and W. Tidhar. 2009. Mount Storm Wind Energy Facility, phase 1 post-construction avian and bat monitoring, July–October 2008. Report to NedPower Mount Storm LLC, Houston, Texas, USA. Western EcoSystems Technology Inc., Cheyenne, Wyoming, USA.

[redacted]

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

PARQUE EÓLICO LA NORIA

ANEXO IV.6

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

PROMOVENTE:

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V

PREPARADO PARA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

SEPTIEMBRE, 2026

[redacted]

Tabla de contenido

IV.6.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto 3
IV.6.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación 8
IV.6.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 14
IV.6.4. Pronóstico ambiental 18
IV.6.5. Evaluación de alternativas 21

Índice de tablas

Tabla 1. Estado actual y tendencia de los componentes ambientales del Proyecto 5
Tabla 2. Escenarios con Proyecto sin medidas de mitigación 8
Tabla 3. Escenarios con Proyecto y con medidas de prevención, mitigación y restauración 14
Tabla 4. Resumen de escenarios sin Proyecto, con Proyecto sin medidas y con Proyecto con medidas 19

IV.6 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El presente Anexo se elabora en cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 13, fracción VII, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**REIA**), que establece que la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional deberá contener los pronósticos ambientales regionales y, en su caso, la evaluación de alternativas. De conformidad con la **Guía para la presentación y entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental** vigente, este contenido se incorpora como anexo técnico del Capítulo IV, al haberse concentrado en dicho capítulo la identificación, valoración y manejo de los impactos ambientales del **Proyecto**.

En este Anexo se realiza el análisis prospectivo de las condiciones ambientales de la Región Ecológica (**RE**), del Área de Influencia (**AI**) y del Área del Proyecto (**AP**) bajo tres escenarios: **sin Proyecto**; **con Proyecto, sin medidas de mitigación**; y **con Proyecto, considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración** establecidas en el Capítulo IV. Los escenarios se construyen sobre la línea base y el diagnóstico ambiental descritos en el Capítulo III, los impactos identificados y valorados en el Capítulo IV y las estrategias de manejo ambiental del mismo capítulo, incluyendo el Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**) y el Anexo IV.5.

Un escenario se entiende como la descripción coherente y plausible de un futuro posible, que permite comparar la evolución probable de la **RE** en ausencia del **Proyecto** frente a las condiciones que resultarían de su implementación. El pronóstico se basa en la diferencia entre la tendencia natural del sistema (escenario sin **Proyecto**) y las modificaciones inducidas por las obras y actividades del **Proyecto**, considerando tanto los impactos adversos como los efectos derivados de las medidas de manejo.

Los componentes ambientales analizados corresponden exclusivamente a aquellos para los que el Capítulo IV identificó interacciones e impactos susceptibles de generarse por el **Proyecto** (Tabla IV.3): geomorfología (**GEO1**), suelo (calidad y procesos erosivos: **SUE1** y **SUE2**), aire (calidad y nivel sonoro: **AIR1** y **AIR2**), hidrología superficial (calidad y modificación de escurrimientos: **HSUP1** y **HSUP2**), hidrología subterránea (calidad e infiltración: **HSUB1** y **HSUB2**), flora (abundancia y riqueza, cobertura forestal e individuos en riesgo conforme a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**: **FLO1**, **FLO2** y **FLO3**), fauna (abundancia y riqueza, hábitat e individuos en riesgo: **FAU1**, **FAU2** y **FAU3**) y paisaje (**PAI1**). El Capítulo I reporta **0 ha** de incidencia sobre cuerpos de agua y **0 ha** de zona federal de **CONAGUA**; la intersección hidrológica se circunscribe a escurrimientos intermitentes (8,289.0859 m de longitud de cruce). La superficie sujeta a Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**) es de **396.5957 ha**, correspondiente a matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo y vegetación secundaria de matorral desértico micrófilo.

IV.6.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Con apoyo de la caracterización presentada en los Capítulos I y III y del diagnóstico de impactos preexistentes del Capítulo IV, se revisaron las condiciones ambientales que guarda la región donde se ubica el **Proyecto** y su entorno. Destacan los siguientes rasgos:

Ubicación y uso de suelo

El **Proyecto** "Parque Eólico La Noria" se localiza en predios de propiedad privada del municipio de **Villa Unión, Coahuila de Zaragoza**, en zona rural del noreste de México. El acceso se realiza por

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

el corredor carretero federal Altamira–Ciudad Victoria–Monterrey y las Carreteras Federales 53 y 57, con arribo local desde la zona de Sabinas. La superficie total del **AP** es de **397.6458 ha**. De acuerdo con el Capítulo I y la verificación de campo del Capítulo III, el uso de suelo y vegetación del **AP** corresponde de manera predominante a **matorral desértico rosetófilo (342.1955 ha)** y **matorral desértico micrófilo (53.5888 ha)**, con vegetación secundaria de matorral desértico micrófilo (0.8114 ha) y agricultura de temporal anual (1.0501 ha). La superficie forestal sujeta a **CUSTF** es de **396.5957 ha**. No existe incidencia sobre cuerpos de agua ni sobre zona federal de **CONAGUA**.

Contexto de la Región Ecológica

La **RE** delimitada en el Capítulo III comprende **94,399.4877 ha**; el **AI** abarca **27,271.6647 ha** y el **AP 397.6456 ha**. Conforme al diagnóstico de los Capítulos III y IV, la **RE** se presenta con **pocas actividades de desarrollo** y **muy poca fragmentación**: áreas agrícolas acotadas, asentamientos rurales, caminos de terracería, una fracción de vía férrea, un banco de material y una mina antigua. La cobertura dominante es vegetación nativa de matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo, con matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano, agricultura de temporal anual y superficies desprovistas de vegetación. Más del 97 % de la **RE**, el **AI** y el **AP** conserva cobertura nativa, en su mayor parte en fase primaria. El Capítulo III reporta calidad visual alta (clase A) y la inserción de la **RE** en un corredor bioclimático de menor costo. El **AP**, el **AI** y la **RE** inciden en el sitio Ramsar Río Sabinas (284.9977 ha del **AP**, equivalentes al 71.67 %), en las Regiones Terrestres Prioritarias Matorral Tamaulipeco del Bajo Río Bravo y Cuenca del Río Sabinas (100 % del **AP**) y, de manera parcial, en Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. No hay incidencia en Áreas Naturales Protegidas ni en Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación.

Tendencia histórica

El Capítulo IV documenta, con apoyo de la comparación 2006–2026, que las actividades hoy observadas ya estaban presentes: predominio de matorrales nativos, agricultura y ganadería extensiva de baja densidad, caminos de terracería y asentamientos rurales dispersos. La prioridad territorial observada es la persistencia de la cobertura de matorral, con presiones localizadas. En ausencia del **Proyecto**, esa trayectoria de **poco desarrollo y baja fragmentación** se mantendría, sin perjuicio de las presiones de fondo identificadas en el Capítulo III: sobrepastoreo, deforestación y remoción de vegetación para uso agrícola —en particular al suroeste de la **RE**—, estrés de los acuíferos Allende–Piedras Negras (0501) y Región Carbonífera (0512), y la actividad minera del carbón de la región, señalada también en la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar del Río Sabinas.

A continuación se retoman las tendencias del diagnóstico ambiental que imperan en la zona de estudio, sintetizadas para los componentes que el Capítulo IV consideró relevantes.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 1. Estado actual y tendencia de los componentes ambientales del Proyecto

Componente ambiental	Factor	Escenario actual	Tendencia
Geomorfología	Morfología del terreno	Relieve de planicies, valles y laderas de baja a media pendiente, con suelos calcisol, leptosol, regosol, kastañozem y phaeozem. La RE presenta pocas modificaciones antrópicas del relieve, asociadas a caminos de terracería, un banco de material y una mina antigua.	En ausencia del Proyecto, la morfología se mantendrá estable. Las alteraciones puntuales seguirán ligadas a caminos rurales, extracción de materiales y, de manera localizada, a la actividad minera regional, sin un cambio de relieve de escala comparable a un parque eólico.
Suelo	Calidad y erosión	El Capítulo III reporta áreas sin erosión y áreas con erosión hídrica laminar ligera a moderada, además de erosión eólica ligera por sobrepastoreo, deforestación y agricultura, concentrada al suroeste de la RE. El AP conserva cobertura de matorral que mitiga la pérdida de suelo.	Continuará la presión localizada por pastoreo, agricultura de temporal y caminos de terracería. Se espera un incremento gradual y acotado de compactación y de erosión eólica/hídrica ligera, sin un proceso generalizado de degradación en el AP si se mantiene la cobertura de matorral.
Aire	Calidad	Las emisiones de fondo en la RE provienen de fuentes móviles (automóviles y pick up), caminos de terracería, actividades agropecuarias y, a escala regional, de la Región Carbonífera. No hay una fuente industrial continua al interior del AP.	Es previsible que los contaminantes criterio y las partículas se incrementen de manera gradual y local por el tránsito en terracería y por la persistencia de la actividad minera regional, independientemente de la ejecución del Proyecto.
	Ruido	El nivel sonoro de fondo está asociado a caminos rurales, la vía férrea en una fracción de la RE y las actividades agropecuarias y domésticas de los asentamientos rurales.	Derivado del tránsito rural y de actividades agropecuarias, el ruido de fondo se mantendrá en niveles típicos de zona rural semiárida, con incrementos puntuales ligados a maquinaria agrícola o al paso ferroviario.

Componente ambiental	Factor	Escenario actual	Tendencia
Hidrología superficial	Calidad y escurrimientos intermitentes	Únicamente hay escurrimientos y cuerpos de agua intermitentes; no existen corrientes perennes en RE, AI ni AP. El AP intersecta 8,289.0859 m de escurrimientos intermitentes. Esos cauces contribuyen, aguas abajo y después de atravesar la cabecera de Sabinas, hacia el tributario del Río Sabinas (sitio Ramsar). El Capítulo III advierte deterioro potencial por la mancha urbana y por presiones mineras regionales.	Sin el Proyecto, los patrones de escorrentía intermitente se conservarían. Persistirían las presiones de fondo sobre la calidad (residuos rurales, erosión laminar, actividad minera aguas abajo) sin una modificación geométrica de los cauces en el AP.
Hidrología subterránea	Calidad e infiltración	La RE, el AI y el AP inciden en los acuíferos Allende–Piedras Negras (0501), con disponibilidad media anual negativa, y Región Carbonífera (0512), sujeto desde 2013 a suspensión provisional del libre alumbramiento. La recarga depende de la infiltración a través de la cobertura de matorral. Hay riesgo preexistente por fosas rurales, agroquímicos y minería del carbón.	Por el estrés hídrico regional y la persistencia de actividades agropecuarias y mineras, se mantiene el riesgo de deterioro de la calidad y la presión sobre la disponibilidad. La infiltración en el AP se conservaría mientras se mantenga la cobertura forestal de matorral.

[redacted]

Componente ambiental	Factor	Escenario actual	Tendencia
Flora	Riqueza, cobertura forestal e individuos NOM-059	Cobertura nativa dominante (MDR y MDM) en fase primaria. En campo se registraron cactáceas en categoría de riesgo: Ariocarpus retusus (Pr), Epithelantha micromeris (Pr) y Lophophora williamsii (Pr) en el AP, además de Senegalia greggii (endémica). Coryphantha ramillosa (A) y Echinocereus poselgeri (Pr) se documentaron en AI/RE y el Capítulo IV las incorpora al análisis de FLO3.	En ausencia del Proyecto, esos individuos y la cobertura de 396.5957 ha de vegetación forestal del AP seguirían expuestos a pastoreo, desmonte agrícola puntual y disturbio por caminos, con pérdida gradual y localizada de ejemplares, independiente de las obras del parque eólico.
Fauna	Abundancia, hábitat e individuos en riesgo	Fauna típica de matorral desértico, con conectividad aún funcional. En campo se registraron, entre otras, Gopherus berlandieri (A), Crotalus atrox (Pr), Cophosaurus texanus (A), Coleonyx brevis (Pr), Crotaphytus collaris (A), Masticophis flagellum (A) y Passerina ciris (Pr). El Capítulo IV identifica además fauna voladora (aves y murciélagos) con riesgo potencial de colisión en un escenario con aerogeneradores, inexistente hoy en el AP.	Como consecuencia del pastoreo, la agricultura y los caminos existentes, se mantendrá una presión de fondo sobre hábitat y atropellamiento. No existiría mortalidad por colisión con aerogeneradores ni efecto barrera de un parque eólico. El hábitat de matorral del AP se conservaría en lo sustancial.
Paisaje	Calidad visual	Paisaje de matorral semiárido con calidad visual alta (clase A), rasgos de vegetación y relieve singulares y baja densidad de infraestructura. Las modificaciones visibles son caminos de terracería, parcelas y asentamientos rurales dispersos.	Mayor estabilidad paisajística que en bordes urbanos. La homogeneización visual sería lenta y ligada a la conversión agrícola o a infraestructura lineal existente (caminos, vía férrea), sin la introducción de aerogeneradores de 119 m de buje y rotor de 175 m.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.6.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación

Cabe reiterar que el **Proyecto** consiste en la construcción, operación y mantenimiento, desmantelamiento y cierre de una Central Eoloeléctrica de **301.4 MW** de capacidad instalada, integrada por **44 aerogeneradores Nordex N175** (33 unidades de 6.8 MW y 11 unidades de 7.0 MW; buje de 119 m y rotor de 175 m), red colectora de media tensión 34.5 kV en 13 circuitos (tramos subterráneos y aéreos), Subestación Elevadora **SET La Noria 34.5/400 kV** con Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (**BESS**) de ion-litio, y una Línea de Transmisión Aérea de 400 kV de aproximadamente **11.4 km** (cerca de 30 torres de celosía) en dirección al Punto de Interconexión con la línea existente RE–FRO 400 kV de **CFE**. Las obras de conexión al **SEN** posteriores a la línea (subestación de maniobras y entronque) no forman parte del alcance.

El **Proyecto** se desarrollará en **397.6458 ha**, de las cuales **201.1285 ha** corresponden a afectación permanente y **196.5173 ha** a afectación temporal (huella de caminos de 191.0032 ha e instalaciones temporales de 5.5141 ha). El sellamiento permanente se concentra en las 44 plataformas de montaje (**58.2607 ha**) y en la SET (**6.0000 ha**), para un total de **64.2607 ha** selladas. Los caminos permanentes ocupan 51.1632 ha sin sellamiento de concreto equivalente al de las plataformas. La vida útil considerada es de **25 años** de operación, con 2 años de preparación del sitio y construcción y 1 año de cierre, para un horizonte total de **28 años**.

Derivado del desarrollo del **Proyecto** se prevé la generación de los impactos ambientales descritos en el Capítulo IV. En la Tabla IV.3 se identificaron **dieciséis impactos** susceptibles de generarse: **GEO1**, **SUE1**, **SUE2**, **AIR1**, **AIR2**, **HSUP1**, **HSUP2**, **HSUB1**, **HSUB2**, **FLO1**, **FLO2**, **FLO3**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI1**. Todos son de carácter negativo. Todos se clasificaron como **acumulativos** respecto de las actividades ya presentes en la **RE** (agricultura, asentamientos rurales, caminos, vía férrea, banco de material y mina antigua). Sin medidas, la significancia reportada en la Tabla IV.6 es **Muy significativa (MMS)** para **SUE2**, **HSUB1**, **FLO1**, **FLO2**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI1**, y **Significativa (S)** para **GEO1**, **SUE1**, **AIR1**, **AIR2**, **HSUP1**, **HSUP2**, **HSUB2** y **FLO3**.

Tabla 2. Escenarios con Proyecto sin medidas de mitigación

Componente ambiental	Indicador / impacto	Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación	Tendencia
Geomorfología	**GEO1.** Morfología del terreno	Cambio en la morfología por cortes, nivelaciones y rellenos para plataformas, caminos (calzada de 6 m y huella conceptual de 40 m), SET, zanjas de LMT y cimentaciones de 30 torres de la LT 400 kV. El relieve modificado incrementa la exposición del suelo y puede alterar la velocidad de escurrimientos intermitentes.	Tendencia negativa. Aunque el desplante no cubre la totalidad de la RE, la intervención de 397.6458 ha y el sellamiento de 64.2607 ha, sin un diseño de cortes/rellenos controlado ni rehabilitación de la huella temporal, dejarían una modificación permanente del microrelieve. El Capítulo IV califica GEO1, sin medidas, como Significativo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental	Indicador / impacto	Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación	Tendencia
Suelo	**SUE1.** Calidad biológica, física y química	Afectación de calcisol, leptosol, regosol, kastañozem y phaeozem por contaminación con aceites y combustibles de maquinaria (diésel estimado en 8,000 - 12,000 m³ en construcción), disposición inadecuada de RSU, RME y RP, y por excavaciones, nivelación, cimentaciones y sellamiento de 64.2607 ha. Se alteran textura, estructura, porosidad y permeabilidad. El impacto se extiende a las cuatro etapas.	Tendencia negativa. Sin un programa de residuos ni de mantenimiento, los derrames y la alteración física degradarían de forma acumulativa un suelo hoy cubierto por matorral. El Capítulo IV califica SUE1, sin medidas, como Significativo.
	SUE2. Procesos erosivos y pérdida de suelo	Incremento de la erosión por desmonte, despalme, nivelación y tránsito de maquinaria en hasta 397.6458 ha, con exposición de la capa superficial al agua, al viento y a la gravedad. En operación, el tránsito de mantenimiento mantendría focos de erosión en viales; en el desmantelamiento se reabriría temporalmente el suelo al retirar cimentaciones.	Tendencia negativa. La exposición del suelo en matorral desértico, sin cobertura del material extraído, riego de control ni rehabilitación de 196.5173 ha temporales, incrementaría la pérdida de la capa superficial respecto de la línea base. El Capítulo IV califica SUE2, sin medidas, como Muy significativo.
Aire	**AIR1.** Calidad del aire	Afectación por gases de combustión y GEI del parque vehicular, grúas, planta de concreto y generadores diésel y por polvos de movimiento de tierras y tránsito sobre terracería. La operación de los aerogeneradores no es fuente de combustión continua.	Tendencia negativa (temporalmente intensa en construcción y cierre). Sin inspección de maquinaria ni riego de control de polvos, las emisiones se sumarían a la carga de caminos y de la Región Carbonífera. El Capítulo IV califica AIR1, sin medidas, como Significativo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

Componente ambiental	Indicador / impacto	Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación	Tendencia
	AIR2. Nivel sonoro	Incremento de ruido por maquinaria y equipo en preparación del sitio, construcción, mantenimientos mayores y desmantelamiento, y por la operación de 44 aerogeneradores y de la SET durante 25 años. Sin horarios restringidos ni mantenimiento de equipo, el ruido se sumaría al de fondo rural.	Tendencia negativa en obra y persistente, en menor grado, durante la operación. El Capítulo IV califica AIR2, sin medidas, como Significativo.
Hidrología superficial	**HSUP1.** Calidad del agua superficial	Riesgo de afectación a la calidad de escurrimientos intermitentes por manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos y por arrastre de sedimentos erosivos hacia los 8,289.0859 m de cauces intersectados, con posible contribución aguas abajo hacia la red que alimenta el tributario del Río Sabinas.	Tendencia negativa. En un sistema intermitente ya expuesto a presiones urbanas y mineras aguas abajo, un manejo inadecuado incrementaría el riesgo acumulativo. El Capítulo IV califica HSUP1, sin medidas, como Significativo.
	HSUP2. Modificación de escurrimientos	Alteración de patrones de escorrentía intermitente por plataformas, caminos, SET, zanjas y terraplenes, con riesgo de concentración, desvío o incremento de velocidad del flujo en las intersecciones del AP.	Tendencia negativa. Sin obras de drenaje, encauzamientos ni protección de cauces, la modificación de escurrimientos se sumaría a la fragmentación lineal ya existente. El Capítulo IV califica HSUP2, sin medidas, como Significativo y de sinergia ligera.
Hidrología subterránea	**HSUB1.** Calidad del agua subterránea	Riesgo de infiltración de aceites, combustibles, aguas residuales y lixiviados si no existe manejo controlado de residuos ni sanitarios portátiles, sobre acuíferos ya en estrés (0501 y 0512). El Capítulo I precisa que en construcción no habrá descargas a cuerpos receptores; sin esas medidas el riesgo se materializaría.	Tendencia negativa. El Capítulo IV califica HSUB1, sin medidas, como Muy significativo.

Componente ambiental	Indicador / impacto	Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación	Tendencia
	HSUB2. Infiltración	Disminución de la infiltración por sellamiento de 64.2607 ha (plataformas y SET) y por compactación de caminos y áreas de apoyo (hasta 201.1285 ha permanentes y 196.5173 ha temporales). Sin rehabilitación, esa reducción se sumaría al estrés de recarga de los acuíferos regionales.	Tendencia negativa. El Capítulo IV califica HSUB2, sin medidas, como Significativo.
Flora	**FLO1.** Abundancia y riqueza de flora silvestre	Afectación directa por desmonte y despalme sobre las especies de mayor IVI. En MDR: Yucca rostrata, Yucca treculeana, Agave lechuguilla, Euphorbia antisyphilitica, Senegalia berlandieri, Opuntia engelmannii, Neolloydia conoidea, Cylindropuntia leptocaulis, Bouteloua gracilis. En MDM: Neltuma glandulosa, Parkinsonia texana, Flourensia cernua, Larrea tridentata, Grusonia schottii, Aristida purpurea.	Tendencia negativa. Sin rescate ni reubicación, se reduciría la riqueza y abundancia en la superficie intervenida. El Capítulo IV califica FLO1, sin medidas, como Muy significativo.
	FLO2. Cobertura vegetal forestal	Remoción de 396.5957 ha de vegetación forestal (MDR 342.1955 ha y MDM 54.40 ha, conforme al Capítulo IV), con pérdida de servicios ambientales (captación de CO_2 y de agua, retención de suelo, refugio y alimento de fauna, corredores, banco de semillas y belleza escénica), incremento de fragmentación y efecto de borde, liberación de carbono almacenado y potencial entrada de especies exóticas. FLO2 es el impacto de sinergia fuerte.	Tendencia negativa. El Capítulo IV califica FLO2, sin medidas, como Muy significativo. Es el cambio de mayor magnitud sobre el medio biótico del AP.

[redacted]

Componente ambiental	Indicador / impacto	Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación	Tendencia
	FLO3. Individuos de flora en riesgo NOM-059	Afectación a cactáceas en categoría de riesgo presentes en el AP y su entorno: Ariocarpus retusus (Pr), Echinocereus poselgeri (Pr), Epithelantha micromeris (Pr), Lophophora williamsii (Pr) y Coryphantha ramillosa (A), además de la endémica Senegalia greggii. Sin rescate, el CUSTF se traduciría en pérdida no gestionada de ejemplares.	Tendencia negativa. El Capítulo IV califica FLO3, sin medidas, como Significativo y de sinergia ligera.
Fauna	**FAU1.** Abundancia y riqueza de fauna	Daño o muerte accidental durante la instalación, atropellamiento, ahuyentamiento por ruido y pérdida de conectividad por ocupación de 397.6458 ha. En operación, mortalidad potencial de fauna voladora por colisión con 44 aerogeneradores, vórtice de aspas y electrocución en LMT aérea y LT 400 kV; efecto barrera para mamíferos y reptiles. Especies abundantes de referencia: Aspidoscelis gularis, Lepus californicus, Tadarida brasiliensis, Myotis velifer, Lasiurus xanthinus, Odocoileus virginianus, Mimus polyglottos, Thryomanes bewickii y Amphispiza bilineata.	Tendencia negativa. Sin ahuyentamiento, rescate, límite de velocidad ni programa anticolisión, la mortalidad y la interrupción de pasos se sumarían a la fragmentación lineal existente. El Capítulo IV califica FAU1, sin medidas, como Muy significativo.
	FAU2. Hábitat de fauna	Pérdida de hábitat por la remoción de 396.5957 ha de matorral (alimento, refugio, percha y reproducción), fragmentación y, en operación, pérdida de conectividad de rutas de vuelo por la ocupación del espacio aéreo del AP. Se añaden ruido, vibraciones, tránsito e incremento potencial de especies exóticas.	Tendencia negativa. El Capítulo IV califica FAU2, sin medidas, como Muy significativo. Es, junto con FLO2, el impacto de mayor persistencia sobre el medio biótico.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental	Indicador / impacto	Escenario con Proyecto, sin medidas de mitigación	Tendencia
	FAU3. Fauna en riesgo y endémica	Riesgo de mortandad o daño a individuos listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrados en campo, entre ellos Gopherus berlandieri (A), Crotalus atrox (Pr), Cophosaurus texanus (A), Coleonyx brevis (Pr), Crotaphytus collaris (A), Masticophis flagellum (A) y Passerina ciris (Pr), por atropello, manejo inadecuado y, en operación, colisión o electrocución de fauna voladora.	Tendencia negativa. El Capítulo IV califica FAU3, sin medidas, como Muy significativo.
Paisaje	**PAI1.** Calidad visual	Alteración de la calidad visual del AP y del AI por maquinaria y polvos de construcción, por la eventual acumulación de residuos y, de manera permanente, por 44 aerogeneradores (buje 119 m, rotor 175 m), SET, LT 400 kV y caminos, en un paisaje hoy de matorral de clase A. El Capítulo IV prevé mejora paisajística al retiro y restitución en el cierre.	Tendencia negativa. Sin control de residuos ni limpieza de frentes, el contraste visual se agravaría durante 24 meses de construcción. La infraestructura permanente modificaría el paisaje local durante 25 años. El Capítulo IV califica PAI1, sin medidas, como Muy significativo.

El **Proyecto** sin medidas de mitigación muestra una tendencia negativa en geomorfología, suelo, aire (etapas de obra y, en ruido, también operación), hidrología superficial y subterránea, flora, fauna y paisaje. Ello se debe a la intervención de **397.6458 ha**, al **CUSTF** de **396.5957 ha**, al sellamiento de **64.2607 ha**, al movimiento de tierras, al tránsito de maquinaria y a la ocupación del espacio aéreo por 44 aerogeneradores. A diferencia de un predio periurbano ya disturbido, **sí se identifica remoción de vegetación forestal** y cruce de escurrimientos intermitentes, aunque **no ocupación de cuerpos de agua ni de zona federal**.

Se observa que los impactos negativos son acumulativos, dado que en la **RE** ya operan agricultura, asentamientos rurales, vialidades, una vía férrea, un banco de material y una mina antigua sobre los mismos factores, si bien esas actividades están focalizadas y la **RE** no se encuentra fragmentada de manera generalizada. El Capítulo IV reporta impactos residuales susceptibles (**GEO1**, **SUE2**, **AIR2**, **HSUB2**, **FLO1**, **FLO2**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI1**) y sinergias ligera (**HSUP2**, **FLO3**), moderada (la mayoría de los impactos) y fuerte (**FLO2**).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.6.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Para los impactos del Capítulo IV se implementará el conjunto de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración agrupadas en las Tablas IV.12 y IV.13 y desarrolladas en el Anexo IV.5, bajo el **PVA**. Destacan: el **Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo** (P1); la medida específica de horarios y cumplimiento de la **NOM-080-SEMARNAT-1994** (P2); el **Programa de Capacitación y Educación Ambiental** (P3); la protección de escurrimientos intermitentes (P4) y el **Programa de Protección del Componente Hídrico** (P5); el **Programa de Manejo Integral de Residuos** (M1); sanitarios portátiles (M3); rehabilitación de áreas de apoyo mediante escarificación y revegetación (M4); limpieza al cierre de cada etapa (M6); el **Programa de Conservación del Suelo** (M9); el triturado y esparcido del material vegetal de desmonte (M13); obras de drenaje pluvial y encauzamientos (M18); balizas anticolisión (M19); el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre** con énfasis en especies en riesgo; el **Programa de Restauración y Reforestación**; la revegetación natural; el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**; el límite de velocidad de **30 km/h** en vialidades internas; crucetas no conductoras, aisladores suspendidos y antiperchas; y el **Programa Anticolisión y Electrocución de Fauna Voladora**.

Con esas medidas, la Tabla IV.6 del Capítulo IV reporta el siguiente cambio de significancia: **SUE1**, **HSUP1** y **HSUB1** pasan a **No significativos (NS)**; **SUE2**, **AIR1**, **AIR2**, **HSUP2**, **HSUB2**, **FLO1**, **FLO2**, **FLO3**, **FAU1**, **FAU3** y **PAI1** pasan a **Poco significativos (PS)**; **GEO1** y **FAU2** se reducen de Significativo / Muy significativo a **Moderadamente significativos (MS)**, al persistir la modificación puntual del relieve y la pérdida de hábitat asociada al CUSTF y a la ocupación del espacio aéreo.

Tabla 3. Escenarios con Proyecto y con medidas de prevención, mitigación y restauración

Componente ambiental	Indicador / impacto	Escenario con Proyecto, con medidas	Tendencia
Geomorfología	**GEO1.** Morfología del terreno	Los cortes, nivelaciones y rellenos se restringen a las superficies autorizadas. El Programa de Conservación del Suelo y las obras de drenaje ordenan el perfil de caminos y plataformas. Al término de la construcción se rehabilitan 196.5173 ha temporales; en el cierre se retiran cimentaciones y se restituye el microrelieve en lo factible. Persiste la modificación puntual de 64.2607 ha selladas y de viales permanentes durante 25 años.	Tendencia estable a moderada. El Capítulo IV reclasifica GEO1 como Moderadamente significativo con medidas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental	Indicador / impacto	Escenario con Proyecto, con medidas	Tendencia
Suelo	**SUE1.** Calidad	Se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos para la separación, acopio temporal y disposición de RSU, RME y RP a través de prestadores autorizados, con almacén de piso impermeable, contención secundaria, techo y señalización. El Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo y la capacitación (P3) reducen derrames. Se atenderán de inmediato los derrames. Al concluir cada etapa se retirarán equipos e infraestructura de apoyo.	Tendencia estable. Las medidas cierran las vías principales de contaminación química. El Capítulo IV reclasifica SUE1 como No significativo.
	SUE2. Erosión y pérdida de suelo	El suelo extraído se mantendrá cubierto. Se humedecerán las áreas antes del movimiento de tierras. El material vegetal de desmonte se triturará y esparcirá en zonas temporales (M13). Al término de la construcción se rehabilitarán las áreas de apoyo mediante escarificación y revegetación con especies del tipo de vegetación original. El desplante se limita a las superficies autorizadas.	Tendencia estable/ poco significativa. El control de polvos y la rehabilitación de 196.5173 ha temporales contienen la pérdida de suelo. Persiste un residual poco significativo en plataformas y viales permanentes.
Aire	**AIR1.** Calidad del aire	Inspecciones físico-mecánicas y sustitución de maquinaria con emisiones excesivas (P1). Riego antes del movimiento de tierras (el Capítulo IV indica que el riego puede reducir hasta en 50 % la emisión de partículas). El suelo extraído permanecerá cubierto. Los aerogeneradores operan sin combustión continua; las 659.32 t CO_2e de operación se asocian a vehículos de mantenimiento.	Tendencia estable/ poco significativa. AIR1 pasa a Poco significativo.
	AIR2. Nivel sonoro	Límites de horario para actividades ruidosas de construcción y cumplimiento de la NOM-080-SEMARNAT-1994 (P2). Protección auditiva conforme a la NOM-011-STPS-2001. El mantenimiento de maquinaria reduce ruidos anómalos. En operación, el ruido de aerogeneradores se mantiene como residual de la fuente, acotado por el aislamiento rural del emplazamiento.	Tendencia estable/ poco significativa. AIR2 pasa a Poco significativo.

Componente ambiental	Indicador / impacto	Escenario con Proyecto, con medidas	Tendencia
Hidrología superficial	**HSUP1.** Calidad	Programa de Manejo Integral de Residuos, atención de derrames, sanitarios portátiles sin descarga a cuerpos receptores y control de erosión que reduce el arrastre de sedimentos hacia los escurrimientos intermitentes. Ninguna obra se desplante sobre cuerpos de agua.	Tendencia estable. HSUP1 pasa a No significativo.
	HSUP2. Escurrimientos	Protección de la zona de escurrimientos intermitentes (P4), Programa de Protección del Componente Hídrico (P5) y obras de drenaje pluvial, alcantarillas, badenes y encauzamientos (M18), dimensionadas conforme al análisis hidrológico. El diseño de caminos y plataformas busca no obstruir escurrimientos naturales.	Tendencia estable/ poco significativa. HSUP2 se reclasifica como Poco significativo.
Hidrología subterránea	**HSUB1.** Calidad	Sanitarios portátiles contratados a terceros autorizados durante la obra. Programa de Manejo Integral de Residuos, atención de derrames y capacitación. En operación, aguas sanitarias del personal permanente a fosa séptica o solución equivalente. El BESS opera con sistema de enfriamiento y contención asociados a la SET.	Tendencia estable. Se cierran las vías de infiltración de contaminantes. HSUB1 pasa a No significativo.
	HSUB2. Infiltración	El sellamiento se concentra en 64.2607 ha. Los caminos permanentes no equivalen a una losa continua de concreto de plataforma. Las 196.5173 ha temporales se escarifican y revegetan. En el cierre, el retiro de cimentaciones y la restitución restauran infiltración en las superficies no permanentes.	Tendencia estable / poco significativa. HSUB2 se reclasifica como Poco significativo.
Flora	**FLO1.** Abundancia y riqueza	Desmonte y despalme predominantemente manual y paulatino, restringidos a las superficies autorizadas. Prohibición de colecta. Material vegetal triturado y esparcido. Rescate de ejemplares aprovechables y revegetación natural de herbáceas donde sea factible. Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas, alineado al Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2050.	Tendencia estable / poco significativa. El Capítulo IV reclasifica FLO1 como Poco significativo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente ambiental	Indicador / impacto	Escenario con Proyecto, con medidas	Tendencia
	FLO2. Cobertura forestal	El CUSTF de 396.5957 ha no se elimina como hecho, pero se gestiona: desplante acotado a componentes, rehabilitación de 196.5173 ha temporales, revegetación natural y Programa de Restauración y Reforestación. La pérdida de servicios ambientales en la superficie permanente se compensa de manera parcial con la restauración de la huella temporal y con acciones de reforestación nativa.	Tendencia estable/ poco significativa. FLO2 pasa a Poco significativo; permanece como impacto residual y de sinergia fuerte, por la magnitud del CUSTF permanente.
	FLO3. Individuos NOM-059	Antes del despalme se aplicará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, con énfasis en Ariocarpus retusus, Epithelantha micromeris, Lophophora williamsii, Echinocereus poselgeri, Coryphantha ramillosa y Senegalia greggii. El personal se capacitará para no remover individuos fuera de las superficies autorizadas.	Tendencia estable/ poco significativa. El rescate reduce la pérdida directa. El Capítulo IV reclasifica FLO3 como Poco significativo.
Fauna	**FAU1.** Abundancia y riqueza	Antes de la preparación del sitio se aplicará el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, con énfasis en ejemplares de lento desplazamiento y en especies en riesgo, bajo condiciones que eviten tensión y traumatismo (artículo 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Límite de 30 km/h, señalización y prohibición de captura. Para fauna voladora: Programa Anticolisión y Electrocución, crucetas no conductoras, aisladores suspendidos, antiperchas y balizas fluorescentes y reflectantes (M19).	Tendencia estable/ poco significativa. La mortalidad directa se reduce de forma sustancial. FAU1 pasa a Poco significativo.
	FAU2. Hábitat	La pérdida de hábitat asociada al CUSTF no es plenamente reversible en las 201.1285 ha permanentes. Las medidas de restauración de la huella temporal, la reforestación nativa y el mantenimiento de conectividad en las franjas no ocupadas reducen, pero no anulan, la fragmentación ni la ocupación del espacio aéreo por 44 aerogeneradores durante 25 años.	Tendencia estable a moderada. El Capítulo IV mantiene FAU2 como Moderadamente significativo con medidas.

Componente ambiental	Indicador / impacto	Escenario con Proyecto, con medidas	Tendencia
	FAU3. Fauna en riesgo	El programa de fauna pone el énfasis en ejemplares NOM-059 y endémicos. El rescate de quelonios y reptiles de lento desplazamiento, el límite de velocidad y el programa anticolisión reducen la probabilidad de pérdida de individuos en categoría de riesgo.	Tendencia estable/ poco significativa. FAU3 pasa a Poco significativo.
Paisaje	**PAI1.** Calidad visual	Las obras se restringirán a las superficies autorizadas. El manejo integral de residuos evita la permanencia de materiales a la intemperie. Al concluir la preparación del sitio y la construcción se realizará la limpieza del AP (M6). Las balizas anticolisión se seleccionan para no agravar el contraste visual. En el cierre, el retiro de infraestructura y la restitución mejoran la calidad visual.	Tendencia estable / poco significativa. La infraestructura permanente modifica el paisaje de matorral durante 25 años, pero el control de obra y el carácter disperso de 44 posiciones acotan el contraste. PAI1 pasa a Poco significativo.

Factores como la geomorfología, el suelo, la cobertura forestal, el hábitat de fauna y el paisaje presentarán cambios por el **Proyecto**. Es relevante señalar que, aún sin su implementación, existen presiones de fondo, sobrepastoreo, agricultura al suroeste de la **RE**, estrés de acuíferos y minería del carbon, documentadas en el Capítulo III; no obstante, esas presiones no equivalen a un CUSTF de 396.5957 ha ni a la ocupación del espacio aéreo por 44 aerogeneradores. Las **196.5173 ha** temporales se restauran al término de la construcción; cualquier adecuación futura que modifique capacidades, superficie o impactos deberá tramitarse ante la autoridad ambiental.

Por otro lado, se implementarán actividades para prevenir, mitigar, compensar o restaurar los impactos, entre las que destacan los programas P1, P3, P5, M1 y M9, las medidas específicas P2, P4, M3, M4, M6, M13, M18 y M19, y los programas de rescate de flora, restauración-reforestación, ahuyentamiento-rescate de fauna y anticolisión de fauna voladora. Mediante ellas, cada impacto negativo identificado en la Tabla IV.3 es llevado a un nivel no significativo, poco significativo o, en el caso de **GEO1** y **FAU2**, moderadamente significativo.

IV.6.4. Pronóstico ambiental

A continuación se presenta, a manera de resumen, la comparación de los tres escenarios analizados para los componentes valorados en el Capítulo IV.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla 4. Resumen de escenarios sin Proyecto, con Proyecto sin medidas y con Proyecto con medidas

Componente	Indicador	Sin Proyecto	Con Proyecto, sin medidas	Con Proyecto, con medidas
Geomorfología	Morfología (GEO1)	Relieve estable; alteraciones puntuales de caminos y banco de material.	Negativa. Cortes, nivelaciones y rellenos en el AP. Significativo.	Estable a moderada (MS). Desplante acotado y rehabilitación de huella temporal.
Suelo	Calidad (SUE1)	Presión agropecuaria y de terracería; cobertura de matorral protectora.	Negativa. Derrames, residuos y sellamiento de 64.2607 ha. Significativo.	Estable (NS). Residuos, derrames y almacén temporal controlados.
	Erosión (SUE2)	Erosión hídrica laminar y eólica ligera, mayor al suroeste de la RE.	Negativa. Exposición del suelo en 397.6458 ha. Muy significativo.	Estable/poco significativa (PS). Cobertura de material, riego, M13 y revegetación.
Aire	Calidad (AIR1)	Incremento gradual por terracería y Región Carbonífera.	Negativa en obra. Significativo.	Estable/poco significativa (PS). Inspección de maquinaria y riego de polvos.
	Ruido (AIR2)	Fondo rural; picos por camino y vía férrea.	Negativa en construcción, O&M y cierre. Significativo.	Estable/poco significativa (PS). Horarios, NOM-080 y mantenimiento.
Hidrología superficial	Calidad (HSUP1)	Solo intermitentes; presiones urbanas y mineras aguas abajo.	Negativa. Residuos y sedimentos hacia 8,289.0859 m de cauces. Significativo.	Estable (NS). Residuos, sanitarios y control de erosión.
	Escurrimientos (HSUP2)	Patrones intermitentes conservados.	Negativa. Desvío o concentración por plataformas y viales. Significativo.	Estable/poco significativa (PS). P4, P5 y obras de drenaje (M18).
Hidrología subterránea	Calidad (HSUB1)	Acuíferos 0501 y 0512 en estrés; riesgo por fosas y minería.	Negativa. Infiltración potencial de aceites y residuales. Muy significativo.	Estable (NS). Sanitarios portátiles, residuos y contención de derrames.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente	Indicador	Sin Proyecto	Con Proyecto, sin medidas	Con Proyecto, con medidas
	Infiltración (HSUB2)	Recarga asociada a la cobertura de matorral.	Negativa en 64.2607 ha selladas y compactación de apoyo. Significativo.	Estable/poco significativa (PS). Sellamiento puntual; rehabilitación de 196.5173 ha.
Flora	Riqueza (FLO1)	Matorral primario dominante; presión de pastoreo y desmonte agrícola.	Negativa. Desmonte sin rescate. Muy significativo.	Estable/poco significativa (PS). Rescate, desmonte paulatino y reforestación.
	Cobertura forestal (FLO2)	396.5957 ha de matorral del AP se conservarían.	Negativa. CUSTF de 396.5957 ha. Muy significativo; sinergia fuerte.	Estable/poco significativa (PS). Restauración de huella temporal y reforestación. Residual permanente.
	NOM-059 (FLO3)	Cactáceas Pr/A y Senegalia greggii expuestas a pastoreo y colecta.	Negativa. Despalme sin rescate. Significativo.	Estable/poco significativa (PS). Programa de rescate y reubicación.
Fauna	Abundancia (FAU1)	Hábitat continuo de matorral; atropello de fondo en terracería.	Negativa. Atropello, ruido, colisión y electrocución. Muy significativo.	Estable/poco significativa (PS). Ahuyentamiento, 30 km/h y programa anticolisión.
	Hábitat (FAU2)	Hábitat de matorral funcional; corredor de menor costo.	Negativa. Pérdida de 396.5957 ha y ocupación del espacio aéreo. Muy significativo.	Estable a moderada (MS). Restauración temporal; residual por CUSTF permanente y aerogeneradores.
	NOM-059 (FAU3)	Quelonios, reptiles y aves en riesgo presentes en AP/AI/RE.	Negativa. Mortandad no gestionada. Muy significativo.	Estable/poco significativa (PS). Rescate de lento desplazamiento y anticolisión.
Paisaje	Calidad visual (PAI1)	Clase A; baja densidad de infraestructura.	Negativa. 44 aerogeneradores + polvos y residuos de obra. Muy significativo.	Estable/poco significativa (PS). Limpieza, residuos y retiro al cierre.

[redacted]

El análisis de los componentes ambientales revela un enfoque proporcional a la magnitud del **Proyecto**: **397.6458 ha** de intervención, **201.1285 ha** permanentes, **196.5173 ha** temporales, **64.2607 ha** selladas, **396.5957 ha** de vegetación forestal sujetas a **CUSTF**, **0 ha** de cuerpos de agua, **0 ha** de zona federal y un emplazamiento en matorral desértico de la **RE** de Villa Unión, con incidencia parcial en el sitio Ramsar Río Sabinas y en RTP, pero sin ANP. La implementación de las medidas del Capítulo IV busca asegurar que la mayoría de los factores clave mantengan una tendencia **estable** o **poco significativa** a lo largo de las fases de construcción, operación (25 años) y cierre, con la salvedad de **GEO1** y **FAU2**, que permanecen **moderadamente significativos**.

En este sentido, a partir del análisis de los tres escenarios, el que presenta un balance más favorable entre la degradación del medio físico-biótico y el desarrollo energético es el escenario **con la realización del Proyecto e implementación de las medidas** propuestas en el Capítulo IV y en el Anexo IV.5.

De manera puntual, se estima que el **Proyecto** generaría una degradación local, CUSTF, sellamiento puntual, modificación de microrelieve, ruido y polvo de obra, ocupación del espacio aéreo y contraste paisajístico, que se vería prevenida, atenuada, compensada y, al cierre, revertida en las superficies no permanentes por la correcta aplicación de las medidas. El residual persistente se concentra en la superficie permanente, en la modificación geomorfológica puntual y en el hábitat de fauna voladora y terrestre asociado a 44 aerogeneradores y a 201.1285 ha permanentes.

Las actividades específicas de prevención, mitigación, compensación y restauración se concentran en geomorfología, suelo, aire, agua superficial y subterránea, flora, fauna y paisaje, y se verifican mediante los parámetros del Capítulo IV (bitácoras de residuos y de mantenimiento, manifiestos de disposición final, porcentaje de ejemplares de flora y fauna rescatados, evidencia fotográfica de señalización, de riego y de obras de drenaje, reportes del programa anticolisión y reportes del **PVA**). La ejecución de estas medidas es técnica y ambientalmente viable, medible y alcanzable durante las diferentes etapas del **Proyecto**.

Con base en lo anterior, se concluye que el desarrollo del **Proyecto** no representará un factor de desequilibrio ecológico a nivel del **AP**, del **AI** ni de la **RE**, ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que representen un riesgo para la salud y el bienestar humano, siempre que se ejecuten las medidas y el **PVA**. Por tanto, **se considera al Proyecto como ambientalmente viable**.

IV.6.5. Evaluación de alternativas

El **Proyecto** consiste en una Central Eoloeléctrica de hasta **301.4 MW** en el **POI**, con 44 aerogeneradores Nordex N175, SET La Noria 34.5/400 kV con **BESS** de ion-litio y Línea de Transmisión Aérea de 400 kV de 11.4 km hacia la línea existente RE–FRO 400 kV de **CFE**. Se trata de infraestructura de generación renovable intermitente con almacenamiento asociado a la subestación, que operará para inyectar energía al **Sistema Eléctrico Nacional** (**SEN**).

Durante la planeación se privilegiaron criterios técnicos, sociales y ambientales orientados a minimizar el impacto sobre zonas de alta sensibilidad ecológica. El predio seleccionado: (i) es de propiedad privada y se ubica en zona rural del municipio de Villa Unión, con acceso desde el corredor carretero federal y las Carreteras Federales 53 y 57; (ii) no incide sobre cuerpos de agua ni zona

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

federal de **CONAGUA**; (iii) no se superpone a ANP ni a ADVC; (iv) cuenta con recurso eólico aprovechable y con cercanía funcional a la infraestructura eléctrica de **CFE** (línea RE-FRO 400 kV), lo que limita la LT propia a 11.4 km y evita un corredor eléctrico de mayor longitud; y (v) permite concentrar el sellamiento en plataformas y SET (64.2607 ha) y restaurar 196.5173 ha temporales al término de la construcción.

Alternativa de no acción

En ausencia del **Proyecto**, la **RE** seguiría la trayectoria descrita en el apartado IV.6.1: persistencia de la cobertura de matorral, baja fragmentación y presiones de fondo por sobrepastoreo, agricultura al suroeste, estrés de acuíferos y minería del carbón, sin el CUSTF asociado al parque eólico, pero también sin el beneficio de 301.4 MW renovables para el **SEN**, sin los programas de rescate de flora y fauna, de restauración-reforestación, de protección hídrica y de anticolisión, y sin el presupuesto ambiental y el **PVA** asociados al **Proyecto**. La no acción no revierte las presiones preexistentes sobre los acuíferos ni las señaladas en la ficha Ramsar del Río Sabinas, y no aporta flexibilidad de generación eólica al sistema.

Alternativa tecnológica

Se seleccionó generación eoloeléctrica terrestre con aerogeneradores tripala de eje horizontal a barlovento (tecnología Nordex N175) y un **BESS** de ion-litio integrado a la SET, con BMS, enfriamiento, supresión de incendios por gas y PCS. Esta configuración evita combustión de proceso, no requiere embalse ni ciclo térmico con descarga a cuerpo receptor, y circunscribe el uso de agua al personal, a la humectación de caminos y a las cimentaciones (Capítulo I: 14,000–20,000 m³ de agua industrial y 3,200–4,800 m³ de agua potable en construcción; 100–150 L/día por persona en operación). El transformador de baja/media tensión integrado en la góndola suprime centros de transformación externos al pie de torre y reduce desplante adicional. Frente a una central termoeléctrica de capacidad comparable, se eliminan la chimenea, el consumo continuo de combustible fósil y las descargas térmicas; frente a una hidroeléctrica, se evitan vaso y desviación de cauce.

Alternativa de trazo y desplante

El arreglo concentra el sellamiento en 44 plataformas y en la SET (64.2607 ha) y aprovecha un derecho de vía de 50 m para una LT de 11.4 km hacia un nodo existente del **SEN**. Los caminos se diseñan con calzada permanente de 6 m y una huella temporal conceptual de 40 m que se restaura. La red colectora es predominantemente subterránea (29.4382 ha) con tramos aéreos justificados (2.5911 ha). Las obras provisionales (5.5141 ha de instalaciones temporales más la franja de maniobra de caminos) son retirables. Esta alternativa de layout reduce la huella impermeable frente a un desplante que impermeabilizara la totalidad de las 397.6458 ha o que exigiera una línea de interconexión de mayor longitud hacia otro nodo. El desmonte se limita a las superficies de cada componente y se sujeta a los Programas de Rescate de Flora y de Restauración y Reforestación, de modo que **FLO1**, **FLO2** y **FLO3** no deriven en pérdida no gestionada.

En relación con los aspectos ambientales, la ejecución se justifica porque la generación eólica con almacenamiento, emplazada en un predio rural con recurso eólico, sin cuerpos de agua ni zona federal, y con interconexión corta a infraestructura existente, asegura una afectación acotada a los

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

servicios ecosistémicos e hídricos de la región. El **Proyecto** no ocupa cauces permanentes y no sella la mayor parte de la superficie intervenida. Las 196.5173 ha temporales se restauran. El despalme se limita a las superficies autorizadas y se sujeta al Programa de Rescate y Reubicación de Flora de individuos en riesgo (**NOM-059-SEMARNAT-2010**).

De esta manera, la ejecución del **Proyecto** se considera técnica, social y ambientalmente viable, al minimizar impactos negativos sobre los recursos naturales y las comunidades, generar empleo temporal y permanente, y contribuir de manera directa a la capacidad renovable y a la flexibilidad del **SEN**. Las medidas del Capítulo IV no solo buscan minimizar los impactos inherentes a un parque eólico de 301.4 MW, sino restaurar las superficies temporales al término de la obra y, al cabo de la vida útil, al cierre del sitio.

En resumen, las medidas detalladas para cada componente ambiental, desde la gestión de residuos, el control de emisiones y ruido, y la protección del agua superficial y subterránea, hasta el rescate de flora en riesgo, el ahuyentamiento de fauna, el programa anticolisión de fauna voladora y la inserción ordenada en un paisaje de matorral, indican que **el Proyecto está diseñado para operar de manera compatible con el entorno semiárido de Villa Unión, aportando generación eólica al SEN sin comprometer la integridad ecológica de la Región Ecológica**, siempre que se ejecuten las medidas, el **CUSTF** asociado y el **PVA**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

PROYECTO:

PARQUE EÓLICO LA NORIA

ANEXO

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL

PROMOVENTE:

ENERGÍA RENOVABLE LA NORIA, S. DE R.L. DE C.V

PREPARADO PARA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

SEPTIEMBRE, 2026

[redacted]

Tabla de contenido

I. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL 3

I.1 Presentación de la información 3

I.1.1 Anexos presentados 3

I.2 Referencias Bibliográficas 9

I. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL REGIONAL

I.1 Presentación de la información

El presente estudio se realizó tomando en cuenta todos los aspectos indicados tanto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) como el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (**REIA**), así como lo dispuesto en el Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan**,** y se incorporaron los elementos necesarios para dar congruencia y claridad al estudio.

En cada capítulo han sido descritos los elementos metodológicos utilizados, asimismo, en el documento se presentan mapas, figuras, imágenes y anexos que contribuyen como sustento a la información señalada.

De igual forma, se detalla la bibliografía utilizada y se tuvo especial cuidado en incluir información veraz de fuentes formales y trabajo de campo metódico. Es de señalar que la documentación señalada a continuación, se presenta adjunta al presente Capítulo.

I.1.1 Anexos presentados

Adjunto al presente **MIA-R** se incluye información de diversa índole, que consiste en:

Capítulo I

Anexo I.1 Documentos legales

- Acta Constitutiva 88270
- Transmisión, renuncia, nombramiento, revocación 41402
- Poder 41562
- Cédula RCMR
- CSF_ERN 1809286Z6
- ID Jesús Flores

Anexo I.2 SHP, KML, CSV

- Cartografía
    - Área libre
    - Arreglo general
    - Caminos

  - Colindancias del proyecto
  - Contenedores
  - Cuenca hidrológica
  - DDV
  - Estaciones de transformación
  - LI
  - Mapas
  - Microcuencas
  - O&M
  - Obras provisionales
  - PEIA autorizados
  - Red de media tensión
  - Región hidrológica
  - Representación gráfica regional y local del proyecto
  - Subcuenca hidrológica
  - Subestación elevadora
  - Superficie temporal y permanente
  - Ubicación estatal y municipal
  - USV campo
  - Vías de acceso
- Coordenadas
- KMZ
  - Componentes
    - Área libre
    - Caminos
    - Contenedores
    - DDV
    - Edificio O&M
    - Estaciones de transformación
    - MV
    - Obras provisionales
    - Subestación
  - AI
  - RE
  - SAEE
- SHP
  - Componentes
    - Área libre
    - Caminos
    - Componentes
    - Contenedores
    - DDV
    - Edificio O&M
    - Estaciones de transformación

        - MV
        - Obras provisionales
        - Subestación
    - Uso de suelo observado

Anexo I.3 Memoria técnica

Anexo I.4 Programa de cierre

Anexo I.5 Base de datos

Capítulo II

Anexo Capítulo II

Capítulo III

Anexo III.1 Región Ecológica

- CSV
    - RE
- JPG
    - RE
- KMZ y KML
    - RE
- PDF
    - RE
- SHP
    - RE

Anexo III.2 Listados potenciales de flora y fauna

Anexo III.3 Flora

- NOM 059
    - Shp
        - Flora identificada en campo
    - Coordenadas flora NOM
    - Forma identificada en campo
    - Flora NOM identificada en campo
- Listado de especies de flora
- Base de datos de muestreo
- Cálculos de biodiversidad
- Cálculo de error de muestreo
- Individuos a remover
- Metodología de caracterización florística

Anexo III.4 Estudios de fauna

- Diversidad de fauna general 2026
    - Fauna NOM Campo
        - CSV
            - Coordenadas fauna NOM 059 Aves
            - Coordenadas fauna NOM 059 Mamíferos, anfibios, reptiles
        - SHP
        - Aves NOM identificadas en campo
        - Coordenadas fauna NOM
        - Mamíferos, reptiles, anfibios NOM campo
    - Metodología caracterización fauna
    - Listado de especies de fauna
    - BD fauna PE
    - Memoria de cálculo diversidad de fauna
    - Reporte avifauna verano 2026
- Diversidad fauna voladora 2018-2019
    - Coordenadas sitios de muestreo
        - Coordenadas muestreo fauna
        - Fauna voladora
    - Reporte avifauna otoño 2018
    - Reporte avifauna invierno 2019
    - Reporte avifauna primavera 2019
    - Resumen comparativo y riesgo colisión 2018-2019
- Estudio alturas de vuelo aves
- Estudio colisión fauna voladora
- Estudio colisión-electrocución fauna voladora

Anexo III.5 Caracterización ambiental

Anexo III.6 Memorias fotográficas

Anexo III.7 Mapas

- Acuíferos
- AI
- Calidad del agua subterránea
- Calidad del agua superficial
- Clases de erosión
- Corredores bioclimáticos
- Cuenca
- Degradación de suelos
- Distribución de los sitios de muestreo de flora
- Distribución de tipos de climas
- Gradiente altitudinal
- Hidrología superficial AP
- Hidrología superficial
- Humedales

- Invierno aves
- Invierno mariposas
- Invierno quirópteros
- Microcuencas
- Nivel de peligro por ciclones
- Nivel de peligro por deslizamiento de laderas
- Nivel de peligro por granizo
- Nivel de peligro por hundimiento con respecto al RE, AI y AP
- Nivel de peligro por inundaciones en la RE, AI y AP
- Nivel de peligro por sequía
- Nivel de peligro por heladas
- Otoño aves
- Otoño mariposa
- Otoño quirópteros
- Primavera aves
- Primavera mariposa
- Primavera quirópteros
- Provincias fisiográficas
- Rango de pendientes
- RE
- Regionalización de intensidad sísmica
- Regionalización sísmica de México
- Regiones hidrográficas
- Subcuenca
- Subprovincias fisiográficas
- Tipos de suelo presentes en la RE, AI y AP
- Topoformas presentes en la RE, AI y AP
- Ubicación de fallas y fracturas en la RE, AI y AP
- Ubicación de los sitios de fototrampeo
- Ubicación de los sitios de grabación ultrasónica
- Ubicación de los sitios de observación de aves
- Ubicación de los transectos de fauna
- Unidades litoestratigráficas
- USV Campo AI
- USV Campo AP
- USV Campo RE
- USV INEGI
- Vulnerabilidad a deslaves
- Vulnerabilidad a inundaciones

Anexo III.8 Estudio de erosión

- Estudio de erosión
- Memoria de cálculo erosión BAJADA
- Memoria de cálculo erosión LLANURAS

- Memoria de cálculo erosión SIERRAS
- Resumen resultados

Capítulo IV

Anexo IV.1 Metodología para la identificación de impactos ambientales

Anexo IV.2 Matriz de impactos ambientales

Anexo IV.3 Plano del área de influencia

Anexo IV.4 Coordenadas del Área de influencia

Anexo IV.5 Estrategias para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales

Anexo IV.6 Pronósticos ambientales

I.2 Referencias Bibliográficas

- Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA). (2024). Estadísticas de capacidad renovable 2024. Recuperado de https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024
- Aguirre-León, G. (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En S. Gallina & C. López (Eds.), Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna (pp. 48-65). Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto Nacional de Ecología, A.C.
- Aizpuru, G. E. 1982. Manejo de Pastizales. Apuntes del curso de maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila., México.
- Base de datos INEGI "México en Cifras".
- Becerra, M., A. 1999. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. UACh. Pp 149-184.
- Becerra, M.A., 1997. Erosión de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México.
- Buckland, S. T.; Anderson, D. R.; Burnham, K. P. & Laake, J. L. (1993). Distance sampling. London, UK: Chapman & Hall.
- Carta Climática INEGI, escala 1:50000.
- Chao, A. 1984. Proporciona la base teórica para los estimadores Chao1 (basado en abundancia) y Chao2 (incidencia), destacando la importancia de capturar especies raras en el muestreo . REDALYC.
- Chao, A. and C. H. Chiu. 2016. Species richness: estimation and comparison. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. 1–26. doi: 10.1002/0471667196.ess5051.
- COLPOS-SARH. 1991. Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por erosión. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. Pp 72-109. México.
- Colwell, R. K., y Coddington, J. A. (1994): Este estudio clásico detalla el uso de estimadores no paramétricos como Chao1 y Chao2 en la estimación de la riqueza de especies. Se destaca su aplicación en estudios de biodiversidad para calcular la cobertura de muestreo.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
- CONAFOR-UACh. 2013. Línea base nacional de degradación de tierras y desertificación. Informe final. Comisión Nacional Forestal y Universidad Autónoma Chapingo. Zapopan, Jalisco.
- Consejo Nacional de Población CONAPO. http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones
- Cortés T. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, pp 168, México.
- De la Maza, M., Leichtle, J., Beltrami, E., Gálvez, N., Hernández, F., Guarda, N., Altamirano, T. y Muñoz A. 2013. Capítulo: Técnicas de monitoreo de fauna. Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile (pp. 51-118). Editorial: Fauna Australis.
- Diccionario escolar de la lengua española. (2008) Diccionario. Editorial Everest. Segunda reimpresión.

- Efron, B. 1979. Métodos bootstrap: otra mirada al método Jackknife. Ann. Statist. 7 (1) 1 - 26. https://doi.org/10.1214/aos/1176344552https://doi.org/10.1214/aos/1176344552
- Espinoza G. (2001) Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo. Santiago, Chile.
- EstimateS software: Herramienta popular para calcular estos estimadores, desarrollada por Colwell, accesible gratuitamente y ampliamente utilizada en estudios de ecología . REDALYC.
- Familia de aves (Guías de la naturaleza). Austin, Oliver L. Trillas. 1994. México. P.p. 210.
- FAO. 1980. Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos. Food and Agriculture Organization. 86 p.
- FAO. World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation, and communication. Rome: FAO, 2006
- Figueroa B. S. 1991: Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por erosión. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. Pp 72-109. México.
- Foster, G. R., Meyer, L. D. & Onstad, C. A. (1977) An erosion equation derived from basic erosion principles. Trans. Am. Soc. Agric. Engrs, 678-682
- Gotelli, N. J., y Colwell, R. K. (2001): Revisión sobre métodos de rarefacción y estimación de riqueza en estudios ecológicos. Explora las fortalezas y limitaciones de Bootstrap y otros métodos de extrapolación.
- INE (2000). Memoria técnica. Ordenamiento Ecológico General del Territorio. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Anuario Estadístico y Geográfico de Tamaulipas (2017).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. Carta edafología.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. Carta topografía.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. Carta uso potencial del suelo.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. Carta vegetación.
- Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM). https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-contaminantes-criterio-inem
- J. Rzedowski. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA
- Jiménez A., y 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.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- McCool, D. K., Foster, G. R., Mutchler, C. K., & Meyer, L. D. (1989). Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation. Transactions of the ASAE, 32(5), 1571–1576.
- Miranda F. y Hernández-X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 29-179.
- Montes-León, María & Uribe, Edgar & García-Celis, Efraín. (2011). Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y ciencias del agua. 2. 05-17.
- Moreno, C., E. (2000). Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. Manuales y tesis SEA.
- 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.

- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.
- Salgado M. V.; Montgomery R; Margaret Walsh (2001). Ficha impacto ambiental y social México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (Última reforma: 2024). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (Última reforma: 2024). Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación, México.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Guía para DTU-B Regional.
- SEDUE, 1988. Manual de ordenamiento ecológico. México
- SEMARNAT (2003). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico.
- 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 diciembre.
- SEMARNAT, 2019. Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, publicada el 30 de diciembre de 2010. http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5877/semarnat4a11_C/semarnat4a11_C.html.
- SEMARNAT, Dirección de Geomática, (2004). 'Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000.', escala: 1:250000. México, Distrito Federal.
- SEMARNAT-UACh. 2002. Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica a nivel nacional. Escala 1:1 000 000.
- Servicio Geológico Mexicano https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/#
- Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM). http://www.snim.rami.gob.mx/
- Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB). https://www.snib.mx/taxonomia/descarga/
- Thornthwaite, C. W., 1948. An approach towards a rational classification of climate. Geogr. Rev., 39, 55-94.
- UNAM (2004). Técnicas y métodos de muestreo. Primera edición. México.
- Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña, 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Segunda edición). Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, 236 pp.
- Wischmeier, W.H. & SMITH, D.D. 1965. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains: Guide for selection of practices for soil and water conservation. Washington, D.C.: U.S. Dep. Agric., Agric. Handb. No. 282.